

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS**



**BASES PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DEL
PEPINO DE MAR (*Isostichopus fuscus*) EN BAHÍA DE LOS
ÁNGELES, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

TESIS

**QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS
PARA OBTENER EL GRADO DE**

MAESTRO EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

PRESENTA

LIZETH AVENDAÑO CECEÑA

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

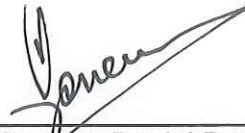
AGOSTO DE 2007

BASES PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DEL PEPINO DE MAR (*Isostichopus fuscus*) EN BAHÍA DE LOS ÁNGELES, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue diseñar las bases para el manejo de la pesquería del pepino de mar "duro" (*Isostichopus fuscus*) en Bahía de los Ángeles (BLA), Baja California. Para ésto, se realizó una revisión de información bibliográfica sobre la especie, su pesquería, y los instrumentos útiles para su administración, y se obtuvo información adicional a través de entrevistas y observación participante en el área de estudio. Paralelamente, se registraron y analizaron las capturas de esta especie en el área, y se analizaron y clasificaron los diversos problemas que presenta esta pesquería, según las percepciones de los actores involucrados. *I. fuscus* se colecta manualmente durante todo el año, utilizando equipo de buceo semiautónomo tipo "hooka", a profundidades de 0 hasta aproximadamente 27 metros; las mayores capturas se efectúan de diciembre a marzo. En BLA existen 20 embarcaciones con equipo de buceo, y alrededor de 50 pescadores que se dedican a esta actividad. Las zonas de pesca incluyen todas las zonas rocosas de la franja costera peninsular e insular, localizadas entre Punta la Asamblea al norte y Punta San Francisquito al sur, abarcando los canales de Ballenas y Salsipuedes, y la Isla Ángel de la Guarda. Su comercialización se realiza entero fresco, o precocido en salmuera. El precio en playa varía de \$16 a \$18 /kg en fresco, y de \$160 a \$170 /kg precocido. La estimación de biomasa realizada en BLA por diversos investigadores, aplicando los métodos de barrido y análisis de población virtual, sugiere establecer una cuota de aprovechamiento entre 161.1 y 128.3 ton (10% de la biomasa estimada). Las acciones propuestas para mejorar el desempeño y sustentabilidad de esta pesquería incluyen mejoras en aspectos de ordenamiento pesquero, administración, vigilancia, comercialización, investigación y manejo. Con este fin, se identificó a la captura total permisible, a los polígonos de aprovechamiento sustentable, a las

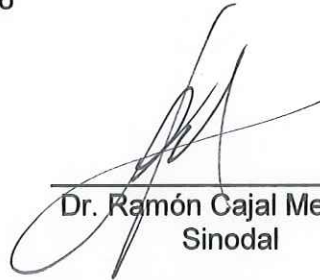
temporadas de pesca, a las vedas estacionales y a la talla mínima, como los instrumentos de política pesquera más aptos y viables. Tomando en cuenta los resultados obtenidos, el estudio concluye con la presentación de una propuesta ejecutiva para el manejo de esta pesquería.



Dr. Gustavo Daniel Danemann
Presidente del jurado



MC. Ricardo Vidal Talamantes
Sinodal



Dr. Ramón Cajal Medrano
Sinodal

MANAGEMENT BASES FOR THE SEA CUCUMBER (*Isostichopus fuscus*) FISHERY IN BAHIA DE LOS ANGELES, BAJA CALIFORNIA, MEXICO

ABSTRACT

The objective of this work was to design the bases for the "hard" sea cucumber (*Isostichopus fuscus*) fishery management in Bahia de los Angeles (BLA), Baja California. For this purpose, it was made a bibliographic revision about the species, its fishery, and the instruments for fisheries administration. Additional information was obtained by interview application and participative observance in the study area. Parallel to these activities, the catches of this species in the study area were registered and analyzed, and the problems detected for the fishery were analyzed and classified due to the local actors' perception. *I. fuscus* is collected manually all year long, using semiautonomous "hooka" scuba, at 0 to 27 meters of depth; the greater catches are registered from december to march. In BLA community exists 20 boats with scuba equipment, and about 50 fishermen who dedicates to this activity. The fishery zones includes all the rocky bottoms of the peninsular and insular coasts, located between Punta la Asamblea at north and Punta San Francisquito at south, including the Ballenas and Salsipuedes channels, and the Angel de la Guarda Island. Its commercialization is whole fresh or salt dried. The landing price is \$16 to \$18/kg fresh, and \$160 to \$170/kg salt dried. The estimated biomass made in BLA by different scientists, applying the "swept" method and the Virtual Population Analysis, suggests the establishment of a permissible catch between 161.1 and 128.3 tons (10% of the estimated biomass). The management actions proposed to improve the efficiency and sustainability of the fishery include improvements in fisheries arrangement, administration, vigilance, commercialization, investigation and management. With this purpose, the total permissible catch, the sustainable profit polygons, the fisheries season, the closed season and the minimum landing size, were identified as the most viable and suitable instruments of politic fisheries. Taking the obtained results at consideration, this

study concludes with the presentation of an executive proposal for the management of this fishery.

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS
POSGRADO EN OCEANOGRAFÍA COSTERA

BASES PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DEL
PEPINO DE MAR (*Isostichopus fuscus*) EN BAHÍA DE LOS
ÁNGELES, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

TESIS

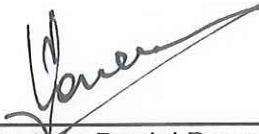
QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

LIZETH AVENDAÑO CECEÑA

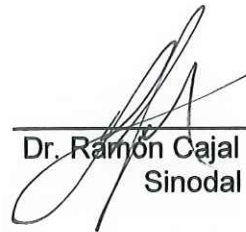
Aprobada por:



Dr. Gustavo Daniel Danemann
Presidente del jurado



MC. Ricardo Vidal Talamantes
Sinodal



Dr. Ramón Cajal Medrano
Sinodal

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por haber apoyado y financiado mis estudios de posgrado. A la UABC, FCM y al IIO, por permitirme formar parte de su programa de posgrado.

A Pronatura Noroeste, por el apoyo logístico en la realización de este trabajo, y al proyecto que la financió, que forma parte del "Programa de Conservación y Pesquerías Sustentables" en la región de Bahía de los Ángeles, B.C. A Víctor, Geovanni, Lizz, Marychuy, Mariella, Sofía, y a todos los que en algún momento me ayudaron de alguna forma en este trabajo, gracias a todos, y en especial a Gustavo Danemann, por su apoyo, tiempo y paciencia.

A Esteban Torreblanca, por su apoyo como esposo y compañero de trabajo, por su paciencia durante todo este tiempo de trabajo y por invitarme a participar en el Programa de Pesquerías de Pronatura Noroeste.

A mis sinodales, Ricardo Vidal y Ramón Cajal, por su siempre disponibilidad, apoyo y asesorías.

A Víctor Valdez, por sus asesorías y apoyo técnico en los cálculos de biomasa.

A todas las personas que tuvieron la disponibilidad y dedicaron su tiempo para la aplicación de entrevistas. Gracias por constituir un aporte fundamental para las bases de este trabajo.

A Dinorah Herrero y a Héctor Reyes, por su valioso apoyo y aporte de información bibliográfica y técnica en los aspectos biológicos del recurso.

A la SPRRL "Buzos de Bahía", por haberme permitido asistir a algunas de sus reuniones ordinarias y seguir todo el proceso de su organización y gestión de permisos. Igualmente agradezco a las personas de la comunidad de Bahía de los Ángeles (buzos, pescadores, permisionarios, compradores, etc.) que me ayudaron a entender la situación de las pesquerías de la región.

A la "Mesa Técnica de Almeja Pismo y Pepino de Mar en BC", por permitirme estar presente en algunas de sus reuniones ordinarias, y a la DGVS, por las invitaciones a las Reuniones Regionales.

A Teresa Ruiz y Lizz González, por su amistad y apoyo en algunos aspectos de este trabajo.

A las personas que me ayudaron en el cuidado de Nayi en el transcurso de este trabajo: el papá, las abuelas, Kids Club, Rosa Ángela y Lizz González. Gracias por haberme ayudado cuando tuve el tiempo encima.

A mi familia: Esteban y Nayi, por su cariño y sonrisas, a mis papás, a mis suegros, a mis hermanos y cuñados.

GRACIAS A TODOS.....

Para mi Nayi preciosa.

ÍNDICE

Lista de Tablas	iii
Lista de Figuras	v
Lista de Acrónimos	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PRESENTACIÓN	1
1.2. EL CASO DE LA PESQUERÍA DEL PEPINO DE MAR EN EL GOLFO DE CALIFORNIA	2
2. OBJETIVOS	5
2.1 OBJETIVO GENERAL	5
2.2 OBJETIVOS PARTICULARES	5
2.3 HIPÓTESIS	5
3. MÉTODOS	7
4. ÁREA DE ESTUDIO	12
4.1 LOCALIZACIÓN	12
4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS	12
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
5.1 DESCRIPCIÓN DEL RECURSO	16
5.1.1 Clasificación taxonómica	16
5.1.2 Hábitat y distribución	16
5.1.3 Importancia en el ecosistema	17
5.1.4 Crecimiento	18
5.1.5 Reproducción	20
5.1.6 Densidad poblacional	22
5.1.7 Estimación de biomasa	25
5.1.8 Cuota de aprovechamiento	28
5.2 LA PESQUERÍA DEL PEPINO DE MAR EN BAHÍA DE LOS ÁNGELES	30
5.2.1 Antecedentes e historia	30
5.2.2 Artes y métodos de pesca utilizados en Bahía de los Ángeles	36
5.2.3 Sector pesquero	38
5.2.4 Infraestructura en la comunidad	38
5.2.5 Zonas de pesca	39
5.2.6 Temporadas de pesca	41
5.2.7 Comercialización	41
5.2.8 Esfuerzo pesquero	45

5.2.9 Actores involucrados en la pesquería de pepino de mar en Bahía de los Ángeles	46
5.3 MARCO LEGAL Y ADMINISTRACIÓN.....	49
5.3.1 Leyes y Reglamentos	49
5.3.2 Normas Oficiales Mexicanas	53
5.3.3 Descripción de instrumentos para la administración pesquera	54
5.3.4 Administración del pepino de mar en México.....	59
5.4 PROBLEMÁTICA DE LA PESQUERÍA DEL PEPINO DE MAR.....	67
5.4.1 Red de síntomas de la problemática de la pesquería de <i>I. fuscus</i> en Bahía de los Ángeles.....	67
5.5 ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DEL PEPINO DE MAR EN BAHÍA DE LOS ÁNGELES	75
5.5.1 Acciones propuestas por los sectores involucrados para el manejo de la pesquería de <i>I. fuscus</i>	75
5.6 INSTRUMENTOS APLICADOS PARA EL MANEJO PESQUERO Y PROPUESTAS DE LOS DISTINTOS SECTORES INVOLUCRADOS.....	79
5.6.1 Análisis de aptitud y viabilidad de los instrumentos de manejo pesquero seleccionados.....	81
6. CONCLUSIONES	91
6.1 PROPUESTA DE PROGRAMA DE MANEJO PARA LA RECUPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DEL PEPINO DE MAR DURO (<i>Isostichopus fuscus</i>) EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA "BAHÍA DE LOS ÁNGELES Y CANALES DE BALLENAS Y SALSIPUEDES", B.C.	91
6.2 COMENTARIOS FINALES	102
LITERATURA CITADA	103
ANEXOS	115

Lista de Tablas

Tabla I. Cronograma de actividades realizadas durante el transcurso de este trabajo.	10
Tabla II. Tallas y pesos registrados durante los censos poblacionales realizados en 2005 y 2007.	20
Tabla III. Cronograma anual de los estadios de reproducción de <i>I. fuscus</i> en la Isla Espíritu Santo, BCS	21
Tabla IV. Densidades (ind/m ²) calculadas por zonas en la región de BLA y sus islas.	25
Tabla V. Superficie del hábitat y biomasa de <i>I. fuscus</i> por zona en la región de BLA.	27
Tabla VI. Registros de CPUE anuales para Baja California Sur.	45
Tabla VII. Síntomas derivados de la indefinición en los derechos de propiedad y el libre acceso a los recursos pesqueros.	68
Tabla VIII. Síntomas derivados de la ineficiencia de las instituciones y estructuras administrativas.	70
Tabla IX. Síntomas derivados de fallas en el sistema de comercialización.	71
Tabla X. Síntomas derivados del entorno económico recesivo.	72
Tabla XI. Síntomas derivados de la falta de organización del sector pesquero a nivel local.	73
Tabla XII. Síntomas derivados de la desvinculación del sector pesquero con el sector académico.	74

Tabla XIII. Acciones propuestas por los sectores involucrados para el manejo de la pesquería del pepino de mar.	77
Tabla XIV. Instrumentos utilizados en el manejo de las pesquerías de Galápagos y Baja California Sur, además de los propuestos por los sectores involucrados en la pesquería de <i>I. fuscus</i> en BLA.	80
Tabla XV. Evaluación para los criterios de selección de instrumentos para la administración pesquera.....	83
Tabla XVI. Evaluación multicriterio de los instrumentos para el manejo de la pesquería del pepino de mar.	84
Tabla XVII. Clasificación de los instrumentos de acuerdo a su aptitud y viabilidad.	86

Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología de este trabajo.	11
Figura 2. Área de estudio, en la región de Bahía de los Ángeles.....	13
Figura 3. <i>Isostichopus fuscus</i>	17
Figura 4. Zonas norte, centro y sur, señalando las áreas de pesca de <i>I. fuscus</i> en la región de BLA.	24
Figura 5. Producción mundial del pepino de mar en el periodo 1992-2001.....	33
Figura 6. Producción histórica de pepino de mar en la región de BLA durante el periodo 1990-2000.	36
Figura 7. Zonas de pesca más frecuentadas para la pesca de <i>I. fuscus</i> durante los meses de verano del 2004 a primavera del 2005.....	40
Figura 8. Zonas de campamentos para la pesca de <i>I. fuscus</i>	40
Figura 9. Presentación de <i>I. fuscus</i> en fresco.	42
Figura 10. Presentación de <i>I. fuscus</i> precocido en salmuera.....	43
Figura 11. Proceso de evisceración ("matado").	43
Figura 12. Proceso de cocimiento de <i>I. fuscus</i>	44
Figura 13. Equipo para cocimiento de <i>I. fuscus</i>	44
Figura 14. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de <i>I. fuscus</i> en BLA (agosto 2004 a abril 2005).....	46

Lista de Acrónimos

ANP	Área Natural Protegida
APFF-IGC	Área de Protección de Flora y Fauna "Islas del Golfo de California"
APV	Análisis de Población Virtual
BLA	Bahía de los Ángeles
CICESE	Centro de Investigación y Estudios Superiores de Ensenada
CICIMAR	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
CNP	Carta Nacional Pesquera
CONAPESCA	Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca
CPUE	Captura por Unidad de Esfuerzo
CRIP	Centro Regional de Investigación Pesquera
CTP	Captura Total Permisible
DGVS	Dirección General de Vida Silvestre
IG	Índice Gonadosomático
IIO	Instituto de Investigaciones Oceanológicas
INP	Instituto Nacional de la Pesca
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
LGVS	Ley General de Vida Silvestre
LP	Ley de Pesca
NOM-059-ECOL-1994	Norma Oficial Mexicana que enlista las especies en riesgo, publicada en 1994
NOM-059-ECOL-2001	Norma Oficial Mexicana (modificación de la NOM-059-ECOL-1994) publicada en 2001
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación
SEFOA	Secretaría de Fomento Agropecuario
SEMAR	Secretaría de Marina
SEMARNAP	Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIG	Sistemas de Información Geográfica
RBBLA	Reserva de la Biosfera "Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes"
SE	Secretaría de Economía
TURF's	Derecho territorial de acceso a la pesquería
UABC	Universidad Autónoma de Baja California
UMAS	Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PRESENTACIÓN

El agotamiento de los recursos pesqueros es un hecho ampliamente documentado a nivel mundial. La Food and Agriculture Organization (FAO), que en 1991 estimaba que las capturas continuarían aumentando, reconoce que "las especies oceánicas más valoradas comercialmente se han capturado al límite de su capacidad", y que al menos nueve de las 17 pesquerías más importantes en el mundo se encuentran en declive acelerado (FAO, 2003).

Este proceso gradual de deterioro está relacionado al alto valor económico, pero bajo valor ecológico y biológico que se asigna a los recursos pesqueros, incentivando la sobreexplotación (SEMARNAT, 2000).

A la par con este escenario mundial, la falta de evaluaciones del estado poblacional en series prolongadas de tiempo y la poca información sobre estadísticas pesqueras confiables han contribuido al panorama actual de las pesquerías mexicanas: 20% deterioradas, 65% en su máximo rendimiento, y solamente 15% con potencial de desarrollo (INP, 2000; Hernández y Kempton, 2003).

Esta situación se genera por la falta de una administración efectiva y eficiente de los recursos pesqueros, y por la condición de acceso abierto de los mismos, ya que "no se ejercen ni establecen derechos de propiedad, y el acceso no está regulado y es gratuito y abierto a todos los usuarios potenciales" (Fenny *et al.*, 1990). Debido a la indefinición de la propiedad de los recursos pesqueros, y a la falta de regulación apropiada, el mercado promueve su utilización exhaustiva e inmediata, ya que los usuarios individuales procuran el beneficio personal a corto plazo, ignorando el beneficio colectivo a largo plazo. Este esquema

provoca la pobreza de las comunidades (Aguirre-Muñoz, 1998), en lo que se conoce como la “tragedia de los comunes” (Hardin, 1968).

En este marco, los programas de manejo pesquero se diseñan para contrarrestar los problemas detectados en torno a un recurso en particular, y de esta manera promueven el aprovechamiento sustentable del mismo (SEMARNAT, 2000). Los programas pueden ser desarrollados a nivel estatal, regional o costero. Un componente importante de estos programas de manejo es la participación de la comunidad en el diseño e implementación de los mismos, aspecto conocido como comanejo (Pomeroy y Berkes, 1997). Este esquema ha surgido como un intento por resolver los conflictos en materia de administración pesquera en México y en otras partes del mundo (Altamirano *et al.*, 2004).

Las prácticas de comanejo, si bien no son muy comunes en el mundo, han demostrado ser útiles para promover la conservación y mejorar el estado poblacional de los recursos pesqueros, promover el desarrollo económico de las comunidades, y reducir los conflictos entre el gobierno y los pescadores, así como entre distintos grupos de pescadores (Pinkerton, 1989; Jentoft, 2000).

El presente estudio involucra el diseño participativo de un programa de manejo para una pesquería de alto valor comercial: el pepino de mar “duro” (*Isostichopus fuscus*) en Bahía de los Ángeles, Baja California.

1.2. EL CASO DE LA PESQUERÍA DEL PEPINO DE MAR EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Los pepinos de mar son invertebrados bentónicos, importantes removedores de material orgánico del sedimento, razón por la cual juegan un papel importante en el ecosistema marino. Su pesca se realiza por medio de buceo, y en el Golfo de California la pesquería incide sobre dos especies: *Isostichopus fuscus*

("pepino duro"), y *Holothuria* sp. ("pepino aguado"). La especie comercial más común en el Pacífico Este es *I. fuscus* (Maluf, 1988).

La producción pesquera de este recurso ha decrecido en todo el mundo debido a la sobreexplotación ocasionada por la gran demanda en el mercado internacional en las décadas recientes, y a que la especie aún sigue sometida a un esfuerzo pesquero constante (Ferdouse, 1999; Conand, 2001). El Golfo de California no es la excepción a esta situación, y en zonas como Bahía de los Ángeles, los Canales de Ballenas y Salsipuedes, y la Isla Ángel de la Guarda, el pepino de mar está aprovechado al "máximo sustentable" (Poder Ejecutivo Federal, 2000).

En el periodo de 1970-2004 el pepino de mar ocupó el segundo lugar de la producción total de la región de Bahía de los Ángeles, aportando el 10.4% del volumen (Valdez-Ornelas y Torreblanca-Ramírez, 2005). A pesar de ser una pesquería de gran importancia, en 1994 se detectó una disminución de sus poblaciones en todo el Golfo de California (Herrero-Pérezrul, 2004), por lo que se incluyó la especie *I. fuscus* en la NOM-059-ECOL-1994 bajo la categoría de "en peligro de extinción". Esto obligó a cerrar la pesquería.

En el 2001 se modificó la referida Norma, recategorizando a *I. fuscus*, como especie "sujeta a protección especial". Al estar incluida esta especie en la NOM-059-ECOL-2001, su administración está a cargo de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de su Dirección General de Vida Silvestre (DGVVS).

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS), que rige el uso de las especies protegidas, señala que para el aprovechamiento de ejemplares de especies silvestres en riesgo (aplicable a todas las categorías de la NOM-059-ECOL-2001) se deberá contar con: "a) criterios, medidas y acciones para la reproducción controlada y el desarrollo de dicha población; b) medidas y acciones específicas para contrarrestar los factores que han llevado a

disminuir sus poblaciones o deteriorar sus hábitats; y c) un estudio de la población que contenga estimaciones rigurosas de las tasas de natalidad y mortalidad y un muestreo". Sin embargo, esta Ley no contempla instrumentos específicos para la administración de recursos marinos en riesgo. Esto ha ocasionado que la pesquería del pepino de mar *I. fuscus* tenga algunas incertidumbres en su administración, tales como los esquemas de manejo que pueden ser aplicables.

Es bajo este contexto que surge la necesidad de implementar un programa de manejo que, a pesar de las incertidumbres generadas a partir de su marco legal y de la problemática pesquera en la que se encuentra inmerso el recurso, promueva la conservación y el aprovechamiento sustentable del mismo.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

El *objetivo general* de esta investigación es diseñar las bases para el manejo de la pesquería de pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en Bahía de los Ángeles, que permitan mejorar el funcionamiento del sistema relacionado a esta pesquería en todos sus aspectos, para recuperar las poblaciones de esta especie en la región y promover una explotación sustentable del recurso.

2.2 OBJETIVOS PARTICULARES

1. Llevar a cabo un diagnóstico de la pesquería de pepino de mar en Bahía de los Ángeles, y de su problemática;
2. Formular los objetivos de manejo a partir de la problemática identificada en el diagnóstico;
3. Identificar los instrumentos o estrategias que permitan alcanzar los objetivos de manejo planteados;
4. Definir los lineamientos básicos aplicables para el manejo de esta pesquería, a partir del diagnóstico y objetivos de manejo, las características biológicas y requerimientos del recurso, y de los instrumentos existentes en la administración de recursos naturales en México.

2.3 HIPÓTESIS

A partir de la información biológico-pesquera y social que se tiene de la pesquería del pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en la región de Bahía de los Ángeles, es posible diseñar un programa de manejo para esta pesquería, que promueva la conservación y el aprovechamiento sustentable del recurso, y que

contemple la participación de los productores locales en la toma de decisiones, considerando que: *un sistema racional de manejo con una pesquería controlada, en lugar de una prohibición completa, puede reducir los riesgos de sobreexplotación y la pesca ilegal del pepino de mar en la región de Bahía de los Ángeles.*

3. MÉTODOS

Revisión de material bibliográfico

Como primer paso de esta investigación, se llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre el pepino de mar y su pesquería. Esta revisión consistió en la recopilación de publicaciones científicas, documentos técnicos (publicados e inéditos en medio impreso y/o electrónico), legislación y programas de manejo pesquero.

Aplicación de entrevistas

En el periodo de junio a diciembre de 2004, se aplicaron entrevistas abiertas (Robson, 1993; Hobbs, 1996; Babbie, 1998; Burrows, 2001; Johannes, 2001) a personas de la comunidad de Bahía de los Ángeles con el objetivo de recopilar información sobre la pesquería del "pepino duro" *I. fuscus*.

Las entrevistas abiertas fueron la base para el diseño de entrevistas semiestructuradas, que a su vez fueron aplicadas en el periodo de diciembre de 2004 a marzo de 2005 a autoridades, académicos y buzos locales involucrados en la pesquería de este recurso. Estas se dividieron en cinco temas: aspectos biológicos, aspectos pesqueros, problemática o síntomas, organización social y estrategias de manejo. Estas entrevistas se registraron por medios audiovisuales o por escrito, según fuera el caso (Anexos I y II).

Los resultados de las entrevistas semiestructuradas fueron procesados por medio de hojas de cálculo (Excel), con las que se prepararon gráficas porcentuales.

Para identificar los síntomas de la problemática de esta pesquería se utilizó una técnica de diagnóstico denominada "análisis multisectorial" (Danemann, 2002). Esta técnica se caracteriza por reemplazar la identificación de síntomas que

tradicionalmente han realizado los analistas, por una compilación de las percepciones que los actores involucrados de cada sector tienen acerca de la situación, y los elementos que en ésta consideran como indeseables (Danemann, 2002). Estos puntos de vista se integran para obtener un panorama general de la problemática. Los síntomas se clasificaron de acuerdo a los criterios utilizados por Enríquez-Andrade y Danemann (1998), y Danemann (2002).

Bitácoras de pesca

Durante el periodo de agosto del 2004 a abril del 2005 se registraron las capturas, precios, operación de pangas y zonas de pesca, entre otros datos, mediante el llenado de bitácoras de pesca (Anexo III). Los datos registrados en las bitácoras fueron limitados, debido a que la captura de *I. fuscus* es ilegal.

A partir de las bitácoras de pesca, se estimó la Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE). La unidad de esfuerzo pesquero se definió como: una embarcación, tres tripulantes y un pescador. Para estimar la CPUE se calculó el promedio de las capturas por día y se multiplicó por el número de días promedio que trabaja una embarcación al mes (20 días). La medida obtenida está expresada en ton/embarcación/mes.

Observación participante (análisis de la percepción local)

Para analizar la percepción local sobre la problemática de esta pesquería y las inquietudes del sector pesquero con respecto al manejo del pepino de mar *I. fuscus*, se asistió como observador participante (Aguirre-Baztán, 1995) durante el periodo de julio de 2004 a abril de 2005 a las asambleas mensuales de la Asociación de Buzos de Bahía de los Ángeles, A.C. y de la Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada (SPRRL) "Buzos de Bahía". También se acompañó a esta SPRRL durante el proceso de gestión de

permisos de pesca, lo cual implicó asistir a reuniones en las oficinas de la Secretaría de Ganadería, Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), en la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y en la Secretaría de Fomento Agropecuario del Estado (SEFOA).

Con el mismo objetivo, se asistió a las reuniones ordinarias de la "Mesa Técnica de Almeja Pismo y Pepino de Mar", convocadas por la SEMARNAT de octubre de 2004 a agosto de 2005, y a las dos Reuniones Regionales convocadas por la DGVS. La "Reunión Regional para el Aprovechamiento Sustentable Almeja Pismo" se llevó a cabo en la ciudad de Ensenada, en noviembre de 2004, y la "Reunión Regional para el Aprovechamiento Sustentable de Pepino de Mar (*I. fuscus*)" se llevó a cabo en la ciudad de La Paz, B.C.S., en marzo de 2005.

Análisis de instrumentos para la administración pesquera

Se realizó una comparación entre los instrumentos utilizados para la pesquería de *I. fuscus* en las Islas Galápagos y en BCS, además de los propuestos por los sectores involucrados. A partir de los criterios de evaluación de instrumentos para la administración pesquera, utilizados por Danemann (2002), se realizó un análisis de aptitud y viabilidad de los instrumentos aplicables para el caso de la pesquería de *I. fuscus* en Bahía de los Ángeles.

Estimación de biomasa

Para la estimación de biomasa se tomaron como referencia las evaluaciones *in situ* de densidad poblacional de distintos autores, utilizando el método de barrido (Richmond y Martínez, 1993), y el Análisis de Población Virtual (APV) mediante el análisis de cohorte de Jones (1984) estructurado a tallas, realizado por Valdez-Ornelas y Torreblanca-Ramírez (2007).

Cronograma de actividades

En la Tabla I se describe el cronograma de las actividades realizadas durante el desarrollo de este trabajo, de acuerdo con la metodología descrita anteriormente.

Tabla I. Cronograma de actividades realizadas durante el transcurso de este trabajo.

Actividad	2004	2005	2006	2007
1. Información bibliográfica				
Biológico-pesquera	x	x		
Estrategias y programas de manejo		x	x	
2. Entrevistas				
Realización	x	x		
Análisis			x	
Definición de síntomas				x
3. Registro de capturas				
Registro de bitácoras	x	x		
Cálculo de CPUE			x	
4. Observación participante				
Asambleas mensuales de Buzos Comerciales de Bahía de los Ángeles	x	x		
Gestión de permisos		x		
Reuniones ordinarias (Mesa Técnica)	x	x		
Reuniones Regionales (Mesa Técnica)	x	x		
5. Análisis de instrumentos				
Análisis de aptitud y viabilidad				x
6. Estimación de biomasa				
Muestreos in situ	x	x	x	x
Cálculo de densidad poblacional	x	x	x	x
APV				x
7. Preparación de tesis				
Estructura		x	x	
Borrador final				x

A continuación se presenta un diagrama de flujo de la metodología que se siguió para la realización de este trabajo (figura 1).

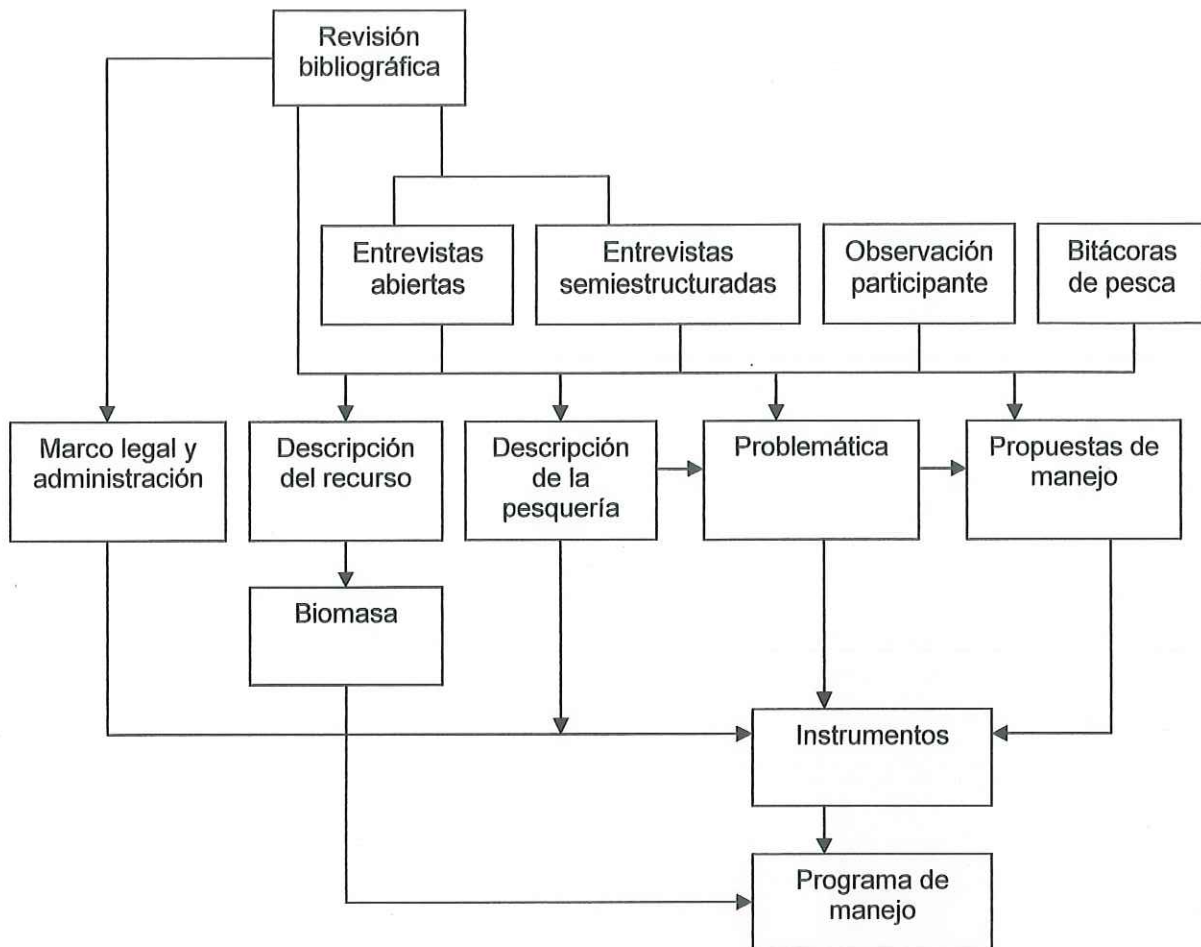


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología de este trabajo.

4. ÁREA DE ESTUDIO

4.1 LOCALIZACIÓN

Bahía de los Ángeles (BLA), localizada a los 28° 56' N, 113° 33' O, es una comunidad ubicada sobre la costa del Golfo de California, 550 km al sur de Ensenada (figura 2). Se extiende en una zona baja rodeada hacia el oeste por montañas, teniendo en frente la bahía de la cual toma su nombre. La franja costera está constituida en su mayoría por playas arenosas con dunas bajas estabilizadas, además de algunas zonas de marisma.

Frente al poblado, la Bahía de los Ángeles se delimita por un conjunto de islas e islotes, de las cuales la mayor es Isla Coronado. Al este de estas islas, el Canal de Ballenas separa a la bahía de la isla Ángel de la Guarda.

El área de estudio se delimita al norte con Punta la Asamblea y al sur con Punta San Francisquito, y abarca los canales de Ballenas, Salsipuedes y las islas de esta región (figura 2). Esta delimitación incluye todas las zonas de pesca utilizadas por el sector pesquero de BLA.

4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS

Algunas de las características físicas y biológicas del área son determinantes para la actividad de pesca de buceo. Tal es el caso del clima, el cual es seco y cálido durante la mayor parte del año, con temperaturas altas (de 32 °C a 40 °C) en los meses de julio y agosto. La mínima mensual se presenta en enero, y oscila entre 11 y 14 °C (INEGI, 1995). Estas temperaturas facilitan que durante el verano la pesca de buceo se desarrolle mayormente de noche.

La actividad pesquera también se ve influenciada por el patrón de vientos presentes en esta región. Se presentan cuatro situaciones típicas de viento (Amador-Buenrostro *et al.*, 1991):

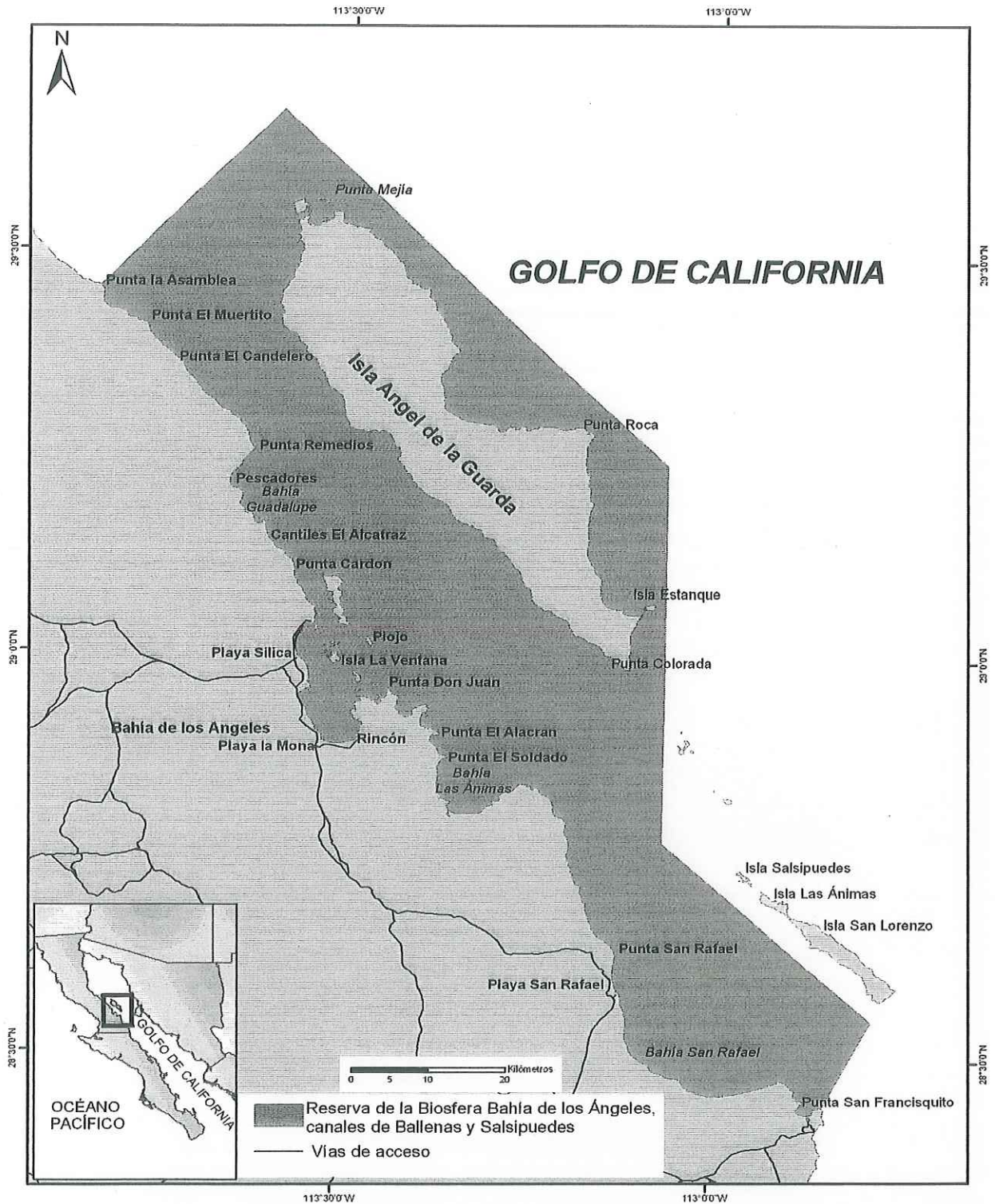


Figura 2. Área de estudio, en la región de Bahía de los Ángeles.

- Condición de invierno, caracterizada por vientos dominantes del N-NO (llamados "nortes"), con eventos frecuentes de cuatro a cinco días de duración y de magnitud típica de 10 m/s. Es la situación más prolongada, ya que prevalece desde noviembre hasta marzo.
- Condición de verano, con vientos dominantes del E-SE y presencia de eventos esporádicos de varios días, con magnitudes altas (10 m/s).
- Ocurrencia de eventos de dirección oeste con magnitudes mayores a 10 m/s. Se presentan en forma esporádica durante todo el año, aunque ocurren principalmente en primavera y en otoño. Estos vientos (llamados localmente "westes"), son los más intensos de la zona y representan un gran peligro para las embarcaciones pequeñas, ya que se pueden presentar con gran intensidad, y de manera imprevista.
- Ocurrencia de brisas durante períodos prolongados (semanas). Estas se presentan en las épocas de transición entre la situación de invierno y la de verano (mayo, junio), y viceversa (septiembre).

Este patrón de vientos es determinante para las pesquerías tanto de escama como de buceo en BLA, ya que cuando los "nortes" o "westes" son de gran intensidad, las salidas se cancelan, impidiendo la pesca en ocasiones durante más de una semana.

La batimetría de BLA es poco accidentada y muestra la presencia de dos canales: el de Ballenas, entre la costa de la península y la Isla Ángel de la Guarda, y el de Salsipuedes, entre la península y el archipiélago de San Lorenzo. Estos canales alcanzan profundidades mayores a 1,400 metros. La costa está bordeada por una pequeña trinchera de 1-2 km de profundidad. La mitad norte de la bahía tiene aguas someras con 50 m de profundidad máxima. La mitad sur entre Punta Arena y Punta Roja tiene una profundidad promedio

de 35 m (Lozano-Oaxaca, 1990), por lo que la mayor parte de las zonas de pesca de buceo son relativamente someras.

Las surgencias son uno de los mecanismos de fertilización en el Golfo de California. Son producidas en la costa este del Golfo por los vientos del noroeste (condición de invierno), y en la costa oeste por los vientos del sureste (condición de verano) (Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991). Las surgencias traen como consecuencia el florecimiento de las comunidades fitoplanctónicas, y son la principal causa de la alta productividad en la región de las grandes islas y en las zonas de los canales. Esta alta productividad favorece la presencia de una gran diversidad y biomasa de organismos en la región, y permite el desarrollo de pesquerías importantes de tiburones, guitarra, angelito, almeja voladora, cabrillas, alga roja, baqueta, jurel, lenguados, pulpo, cazón y pepino de mar (Valdez-Ornelas *et al.*, en prensa).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 DESCRIPCIÓN DEL RECURSO

5.1.1 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de *Isostichopus fuscus* de acuerdo con Deichmann (1958), Brusca y Brusca (1990) y Nuño Hermosillo (2003) es:

PHYLLUM	ECHINODERMATA De Brugière, 1791
SUBPHYLLUM	HELEUTHEROZOA
CLASE	HOLOTHUROIDEA De Blainville, 1834
SUBCLASE	ASPIDOCHIROTACEA Grube, 1840
ORDEN	ASPIDOCHIROTA Grube, 1840
Familia	Stichopodidae (Haeckel, 1896)
Género	<i>Isostichopus</i> Deichmann (1958)
Especie	<i>fuscus</i> Ludwig (1875)

5.1.2 Hábitat y distribución

El pepino de mar *I. fuscus* es la especie comercial más común en el Pacífico Oriental (Maluf, 1988). Es un invertebrado bentónico detritófago de hábitos nocturnos, que habita en arrecifes rocosos y coralinos, y ocasionalmente sustratos arenosos y fangosos, desde aguas someras hasta aproximadamente 60 m de profundidad (Kerstitch, 1989; Conand y Byrne, 1993). Su tamaño es relativamente grande (19-25 cm de longitud promedio; Fajardo-León *et al.*, 1995; Herrero-Pérezrul *et al.*, 1997) (figura 3).

Esta especie se distribuye desde el Golfo de California hasta Ecuador, incluyendo las islas Galápagos (Kerstitch, 1989). En México, *I. fuscus* se localiza en las costas de diez estados: Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca

(Fajardo-León y Vélez-Barajas, 1996). Alrededor de la península de Baja California se ha localizado en profundidades desde 0 - 40 m (Fajardo-León *et al.*, 1995; Herrero-Pérezrul *et al.*, 1998).

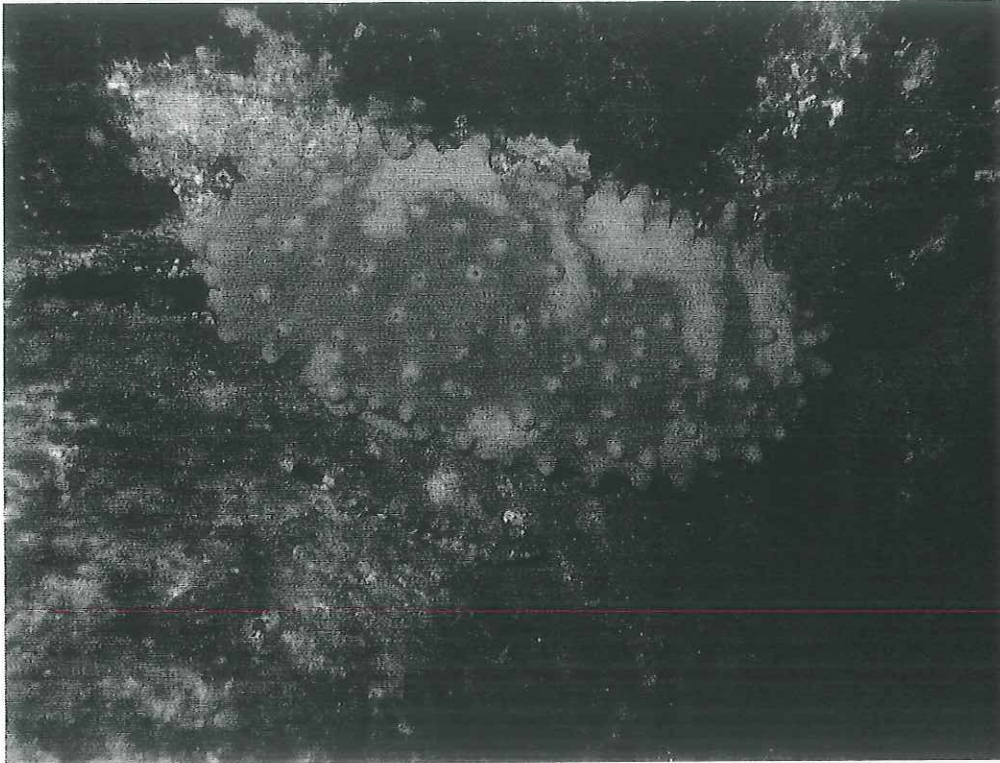


Figura 3. *Isostichopus fuscus*.

Los organismos pequeños (60 a 160 mm) se localizan en sitios poco accesibles, como oquedades, grietas entre las piedras y debajo de las mismas, mientras que los organismos de tallas grandes (> 170 mm) se encuentran principalmente sobre rocas (Fajardo-León *et al.*, 1995).

5.1.3 Importancia en el ecosistema

Los holotúridos han sido reconocidos como un elemento sobresaliente del megabentos, desde las lagunas costeras hasta las trincheras oceánicas (Tyler y Gage, 1983; Tyler *et al.*, 1994). Intervienen de manera importante en la movilidad y remoción orgánica del sedimento, ya que se alimentan de éste, y

con ello mantienen el fondo limpio de materia orgánica (Sloan y Bodungen, 1980). Como sistema defensivo utilizan hilos mucosos pegajosos que proyectan sobre posibles agresores para irritarlos o inhabilitarlos. Junto con filtradores y planctófagos, forman un importante eslabón en la cadena trófica (Pérez- Ruzafa y Marcos Diego, 1985; Pérez-Plascencia, 1995).

5.1.4 Crecimiento

En los holothuroideos es difícil determinar la longitud debido a la facilidad con que estos organismos se contraen o distienden como respuesta al estímulo externo (manipulación) o actividad fisiológica, por lo que su longitud varía constantemente (Conand, 1990). De igual manera, el peso total también puede variar por la pérdida de agua o de las vísceras (Fajardo-León *et al.*, 1995; Pérez-Plascencia, 1995). Sin embargo, pese a estas limitaciones, el análisis de la información obtenida de estas variables, sugiere que el crecimiento de *I. fuscus* es de tipo alométrico, el cual es un patrón descrito para la mayoría de los holotúridos (Fajardo-León *et al.*, 1995; Herrero-Pérezrul *et al.*, 1999).

La talla y el peso mínimos registrados para esta especie en el Golfo de California son 60 mm y 39 g, respectivamente, mientras que la talla y el peso máximos son 360 mm y 960 g (en la zona entre el muelle de Santa Rosalía y el Estero San Lucas, BCS; Fajardo León *et al.*, 1995; Ramírez-Soberón *et al.*, 2000).

En una población de la Bahía San Gabriel, en la Isla Espíritu Santo, BCS, se registraron individuos con una longitud y peso promedio de 23.25 cm y de 385.97 g, con modas de 24 cm y 350 g (Herrero-Pérezrul *et al.*, 1999). Considerando que los valores reportados para las poblaciones del centro del Golfo de California (de los 27° a los 29°N) van de 25.1 a 32 cm y 458 a 562 g, respectivamente, se evidencia un gradiente descendiente de tallas de centro a sur en el Golfo (Herrero-Pérezrul *et al.*, 1999). Estas longitudes son menores a

las registradas en las islas Revillagigedo, donde la mayor parte de los organismos de esta especie registrados durante una evaluación poblacional tuvieron longitudes de entre 15 y 30 cm (Hull *et al.*, 2006).

El análisis de la población de la Bahía San Gabriel (Herrero-Pérezrul, *et al.*, 1999), indicó que los organismos que miden menos de 6 cm y pesan menos de 40 g tienen un año de edad, mientras que los escasos especímenes mayores de 30 cm y 700 g superan los 15 años de edad. La clase de edad más abundante fue la de 6 años, seguida de la de 5 y 7 años, la cual indica que los individuos dominantes se encuentran en reproducción activa, o apenas empiezan a hacerlo.

En esta misma zona se encontró, en otra población explotada, una longitud y un peso promedio de 19.27 cm y 338.17 g, respectivamente. El 50% de la población que alcanza la talla de primera madurez (21.18 cm, equivalentes a 5 años de edad) es susceptible a explotación, y la mayoría de los individuos mayores de 23 cm (6 años) se incluyen en la pesquería (Reyes-Bonilla y Herrero-Pérezrul, 2003).

Las características de la historia de vida de *I. fuscus* corresponden a las de un organismo K-estratega: mortalidad y tasas de crecimiento bajas (les toma cuatro años incorporarse a la población adulta), madurez sexual tardía, y gran tamaño y longevidad (Conand, 1989). Pueden vivir hasta 17 años, y pesar un poco más de 1kg (Herrero-Pérezrul *et al.*, 1999; Valdez-Ornelas y Torreblanca-Ramírez, 2007). Esto los hace altamente vulnerables a las actividades de extracción, y sus poblaciones tardan mucho tiempo en recuperarse de la presión de pesca (SEMARNAT, 2005a).

La longitud máxima y tasas de crecimiento de *I. fuscus* son similares o incluso mayores a las de otros taxa muy importantes comercialmente (*Holothuria nobilis* y *H. fuscogilva*, por ejemplo), lo cual sugiere que, desde este punto de vista, es

una especie comercializable (Fajardo-León *et al.*, 1995; Herrero-Pérezrul *et al.*, 1999).

En las evaluaciones de densidad poblacional en la región de BLA y sus islas se encontró una talla máxima de 310 mm, y una mínima de 39 mm. El peso fresco máximo registrado es de 1288 g, y el mínimo es de 20 g (Tabla II).

Tabla II. Tallas y pesos registrados durante los censos poblacionales realizados en 2005 y 2007 (tomado de: Calderón-Aguilera y Moreno-Rivera, 2005; Moreno-Rivera, 2007; Valdez-Ornelas y Torreblanca-Ramírez, 2007).

Fecha del registro	No. de censos	No. de ejemplares	Talla mín. (mm)	Talla máx. (mm)	Peso fresco mín. (g)	Peso fresco máx. (g)
Noviembre 2005	24	578	70	310	80	640
Diciembre de 2005	14	304	70	310	160	720
Febrero de 2007	17	598	39	257	20	1288

5.1.5 Reproducción

El ciclo reproductor de *I. fuscus* en el Golfo de California (zona entre el muelle de Santa Rosalía y el estero San Lucas, y en la Isla Espíritu Santo, ambos sitios en BCS) es anual, con desove en verano (julio a septiembre), cuando la temperatura superficial es mayor a 27°C (Fajardo-León *et al.*, 1995; Herrero-Pérezrul *et al.*, 1997). En BLA los buzos comerciales identifican el inicio de la temporada de reproducción de *I. fuscus* en la región en el mes de junio, con término en el mes de agosto (observaciones visuales en cambios de tamaño y coloración de las gónadas), por lo que existe aparentemente un desfase de un mes con respecto a lo citado para BCS.

El pepino de mar alcanza su madurez gonadal máxima en junio, y registra un pico de desove en agosto (Isla Espíritu Santo, BCS). El desarrollo gonádico y el índice gonadosomático (IG) se relacionan con variaciones de la temperatura. La

máxima actividad reproductora y las cifras más altas del IG coinciden con la observación de gónadas maduras, las cuales se presentan en los meses de verano (junio a agosto, con temperatura del agua entre 24 y 26°C). Los valores más bajos corresponden al estadio de posdesove, indeterminado y de gametogénesis, los cuales se presentan el resto del año (Tabla III) (Fajardo-León *et al.*, 1995; Herrero-Pérezrul *et al.*, 1998 y 1999).

Tabla III. Cronograma anual de los estadios de reproducción de *I. fuscus* en la Isla Espíritu Santo, BCS (tomado de: Herrero-Pérezrul *et al.*, 1999).

Estadio/mes	Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Jun	Júl	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Gametogénesis	x	x	x	x	x	x						
Madurez						x	x	x				
Desove							x	x	x			
Posdesove										x	x	
Indeterminado	x									x	x	x

I. fuscus es una especie dioica, es decir, los sexos son separados. No presentan dimorfismo sexual externo, y la proporción de sexos es de 1:1 (Fajardo-León *et al.*, 1995; Herrero-Pérezrul *et al.*, 1999). La condición gonocórica es una característica común de los holotúridos, sin embargo, Herrero-Pérezrul *et al.* (1998) reportaron la ocurrencia de dos individuos de *I. fuscus* que presentaron hermafroditismo casual en el sur del Golfo de California (Bahía San Gabriel, Isla Espíritu Santo, BCS).

La edad de primera madurez (inicio del período reproductor) para esta especie es de cinco años (Herrero Pérezrul *et al.*, 1999), equivalente a un peso de 367 g y a una longitud de 20.9 cm (Reyes-Bonilla y Herrero-Pérezrul, 2003).

En una evaluación biométrica del recuso realizada por Valdez-Ornelas y Torreblanca-Ramírez (2007), encontraron que el máximo rendimiento por recluta se obtiene cuando el organismo alcanza la edad de 6.9 años aproximadamente (asegurando que la especie haya alcanzado dos ciclos reproductivos), equivalente a una longitud de 20.6 cm y a un peso promedio de 549.4 g. También registraron que la especie tiene una longevidad de 17.9 años, equivalente a una talla de 26.3 cm y a un peso promedio de 936.6 g).

5.1.6 Densidad poblacional

Herrero-Pérezrul (2005) evaluó en abril de 2005 la densidad poblacional de *I. fuscus* en la región de BLA. La densidad mínima en ese mes fue de **0.003 ind/m²** en la Isla Coronado, y la máxima fue de **0.067 ind/m²** en El Quemado, ambas a 5 metros de profundidad.

Posteriormente, en noviembre del 2005, se encontraron densidades de **0.03** hasta **0.93 ind/m²** en toda la región de BLA y sus islas. En diciembre de ese mismo año se encontraron densidades de **0.04 - 0.57 ind/m²**, con una media de **0.21**. La media total de los dos muestreos fue de **0.25 ind/m²**. Junto con la talla y pesos ponderados, se estimó que la abundancia media en ese periodo fue de **0.85 ton/ha** (Calderón-Aguilera y Moreno-Rivera, 2005). En un estudio ecológico realizado en julio y octubre de 2006, y enero de 2007, en esta misma región, se encontró una densidad promedio de **0.14 ind/m²** (Reyes-Bonilla y Herrero Pérezrul, 2006). Los datos de densidades en estos muestreos ecológicos son menores a las de los otros muestreos, debido a que los primeros fueron realizados en bancos pesqueros de pepino de mar, mientras que en los segundos las zonas fueron escogidas al azar. Las densidades de **0 ind/m²**, registradas como mínimas en la Tabla IV, corresponden a estos últimos muestreos.

En febrero de 2007 se realizaron censos nocturnos en la parte norte de la Isla Ángel de la Guarda. Los censos se realizaron entre 9 y 18 metros de profundidad. La densidad varió entre **0.035** hasta **0.365 ind/m²** (Moreno-Rivera, 2007).

Las densidades calculadas durante los censos del 2005 al 2007 son menores a las registradas en las UMAS de la Bahía de La Paz y de la Isla Espíritu Santo en BCS (densidades de 0.26 ind/m² en el periodo de 1996-1997, y de 0.723 ind/m² en el periodo de 2003-2004 en la Bahía San Gabriel, Isla Espíritu Santo; Herrero-Pérezrul, 2004). La densidad media de *I. fuscus* en el archipiélago de Revillagigedo es casi tres veces mayor que la registrada en el Golfo de California (Hull *et al.*, 2006).

Con los registros de densidades calculadas por los diferentes autores, se realizó un análisis de densidades en la región de BLA dividido en tres zonas: norte, centro y sur (Tabla IV). La zona norte se extiende desde la Bahía de Guadalupe hasta la punta norte de la isla Ángel de la Guarda, la zona centro comprende los islotes frente a la bahía y la parte media y sur del la Isla Ángel de la Guarda, y por último la zona sur comprende desde la punta de San Bernabé hasta la punta de San Francisquito (figura 4).

La diferencia entre las densidades promedio para cada zona es mínima (**0.053 ind/m²** a **0.071 ind/m²**). El valor máximo registrado se encontró en la zona centro, en el año 2005 (**0.570 ind/m²**). El valor mínimo para todas las zonas fue de **0 ind/m²** (Tabla IV).

Se observa que para las tres zonas el año de mayor densidad registrada fue el 2005 (**0.105 ind/m²**, **0.126 ind/m²**, y **0.110 ind/m²** para las zonas norte, centro y sur, respectivamente) (Tabla IV).

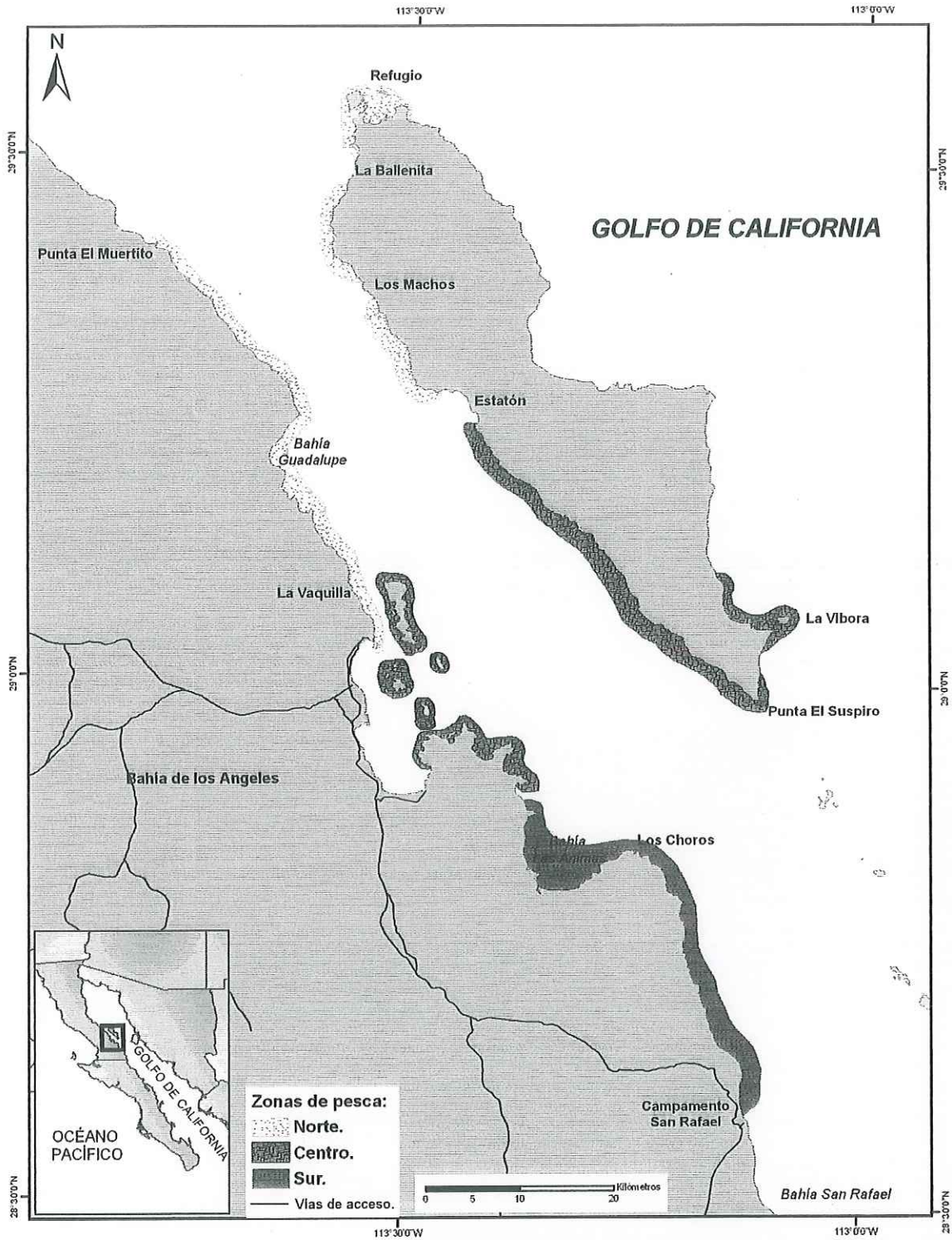


Figura 4. Zonas norte, centro y sur, señalando las áreas de pesca de *I. fuscus* en la región de BLA.

Tabla IV. Densidades (ind/m²) calculadas por zonas en la región de BLA y sus islas.

Zona	Año	Densidad máxima (ind/m ²)	Densidad mínima (ind/m ²)	Densidad promedio (ind/m ²)	Promedio por zona (ind/m ²)
Norte	2005	0.470	0.008	0.105	0.071
	2006	0.100	0	0.015	
	2007	0.365	0	0.093	
Centro	2005	0.570	0.003	0.126	0.053
	2006	0.180	0	0.023	
	2007	0.060	0	0.011	
Sur	2005	0.390	0	0.110	0.058
	2006	0.180	0	0.050	
	2007	0	0	0	

5.1.7 Estimación de biomasa

El cálculo de la biomasa de *I. fuscus* en la región de BLA puede realizarse por medio de dos métodos: a) método de barrido y b) análisis de población virtual (APV).

Método de barrido

En el método de barrido el peso promedio de los individuos registrados en una serie de transectos, se extrapola a la superficie estimada del hábitat de pepino de mar en la región.

El transecto de barrido es un método de muestreo ampliamente utilizado a nivel mundial para evaluar la densidad poblacional de los pepinos de mar (Richmond y Martínez, 1993). Desde 1999, dicho método ha sido empleado de manera estandarizada para realizar los monitoreos poblacionales pre y post-pesquería (véase la metodología de transectos de banda establecida durante la "Reunión

Regional para la conservación y aprovechamiento sustentable del pepino de mar (*I. fuscus*) en el Golfo de California”, Anexo IV) (Castrejón *et al.*, 2005).

La densidad poblacional con este método se calcula mediante la fórmula:

$$Densidad = \frac{Ni}{Ai}$$

Donde Ni es el número total de pepinos censados en el sitio de muestreo i y Ai es el área total muestreada en el sitio i (en m^2). La densidad es entonces expresada como número de individuos por m^2 .

La biomasa se calcula entonces como:

$$\text{Biomasa de pepino} = \text{Superficie (m}^2\text{)} \times \text{densidad promedio (ind/m}^2\text{)} \times \text{peso promedio (g)}$$

Para este cálculo se consideró como hábitat del pepino de mar la superficie de fondo marino rocoso que se extiende entre las isobatas de 0 a 30 m, para cada zona correspondiente a la división del área de estudio para el análisis de densidad poblacional (figura 4, Tabla V).

El peso promedio considerado es el reportado por Calderón-Aguilera y Moreno-Rivera (2005) (337.2 g). Se realizaron las conversiones correspondientes para obtener las unidades de ton, y ton/ha (Tabla V).

Con estas consideraciones, la biomasa total calculada mediante el método de barrido para la región de BLA es de **1611.04 ton**. Esta estimación es afectada por: a) el hecho de que los muestreos realizados para el cálculo de densidades poblacionales fueron realizados exclusivamente en las zonas de pesca de pepino de mar, pudiéndose generar una sobreestimación de densidad a toda la región de BLA; b) el cálculo de superficie del hábitat de pepino de mar contiene un índice de error debido a la dificultad de calcular con exactitud la superficie rocosa; y c) el considerar la isobata de los 30 m en todos los casos como referencia para el cálculo de la superficie.

Tabla V. Superficie del hábitat y biomasa de *I. fuscus* por zona en la región de BLA.

Zona	Superficie (m ²)	Biomasa total (ton)	ton/ha
Norte	96,317,307.5	230.5	0.0239
Centro	40,243,432.5	719.215	0.1787
Sur	36,690,008.5	661.33	0.1802
Total	173,250,748.5	1611.04	0.3828

Análisis de Población Virtual (APV)

El análisis de población virtual o APV fue realizado mediante el análisis de cohorte de Jones (1984) estructurado a tallas (Valdez-Ornelas y Torreblanca-Ramírez, 2007). Se basa en el análisis de las capturas comerciales (estadísticas pesqueras), combinado con información detallada sobre la contribución de cada cohorte a la captura total, la cual generalmente se obtiene por medio de programas de muestreo y lecturas de edad.

El objetivo del análisis es calcular la población que debía existir para producir esa captura.

Los desembarques totales de una cohorte a través de su vida dan una primera estimación sobre el número de reclutas de esa cohorte. Sin embargo, a través de este proceso se obtendría una subestimación, ya que algunos organismos tienen que haber muerto por causas naturales.

Disponiendo de una estimación de mortalidad natural se puede realizar un cálculo retrospectivo y determinar cuántos organismos de la cohorte sobrevivieron año tras año y, por último, cuántos reclutas había. Al mismo

tiempo, se pueden establecer los valores del coeficiente de mortalidad por pesca (F), porque se ha calculado el número de los organismos vivos (c1) y se sabe desde el principio cuántos de ellos fueron capturados en un determinado año.

El APV por tanto, considera a las poblaciones desde una perspectiva histórica. La ventaja de realizar un APV es que una vez que se conoce su historia, resulta más sencillo predecir las futuras capturas.

Para aplicar este método, Valdez-Ornelas y Torreblanca-Ramírez (2007) utilizaron los datos sobre capturas registrados en los avisos de arribo de BLA, correspondientes al periodo de 1992 a 1995. Los registros de los años posteriores a este periodo corresponden al cierre oficial de la pesquería para la especie *I. fuscus* (1995-2000), y al periodo de su pesca de fomento (2001-2005), en el cual es probable que los registros correspondan a una mezcla de las capturas de las dos especies.

Mediante este análisis, los mencionados autores estimaron una biomasa total de **1,386.8 ton** para toda la región de BLA, correspondientes a un número total de **6,891,023** organismos y a una densidad de **0.054 ind/m²**.

5.1.8 Cuota de aprovechamiento

De acuerdo con el análisis realizado durante la "Reunión Regional para el Aprovechamiento Sustentable de Pepino de Mar (*I. fuscus*)" (La Paz, BCS, marzo de 2005), las cuotas de aprovechamiento para *I. fuscus* deben establecerse como el 10% de la biomasa estimada en una región determinada. Considerando este porcentaje, la cuota para la región de BLA debería establecerse entre **161.1** y **138.7 ton** (estimaciones de biomasa por los métodos de barrido y de APV, respectivamente), equivalente a un promedio de

149.9 ton y a 272,843 organismos (si se capturan a partir de la edad de 6.9 años).

5.2 LA PESQUERÍA DEL PEPINO DE MAR EN BAHÍA DE LOS ÁNGELES

5.2.1 Antecedentes e historia

Producción y comercio internacional

Las pesquerías del pepino de mar u holotúridos, inciden sobre alrededor de 30 de las más de mil especies de holotúridos aspidochirotas descritas, y son históricas en países como China y Japón (Conand, 2004). Estas especies comerciales se encuentran dentro de los géneros *Actinopyga*, *Bohadschia*, *Holothuria* y *Microthele* (Holothuridae), e *Isostichopus*, *Parastichopus*, *Stichopus* y *Thelonota* (Stichopodidae) (Conand, 1997, 1998; Conand y Byrne, 1993). Las especies explotadas se capturan en profundidades de hasta 40 m (James, 1989).

En el comercio internacional, los pepinos de mar son comercializados frescos, congelados, secos y enlatados. Sin embargo, más del 90% de la producción se comercializa seca, lo cual la convierte en la presentación más importante de pepino de mar en el mercado (Ferdouse, 2004). En algunos países del Pacífico Tropical Oeste, el pepino seco recibe el nombre de *Bêche-de-mer*, mientras que en los países del Océano Índico se le denomina *Trepang*.

Los pepinos de mar son un alimento popular entre las razas mongoloides que mayormente residen en la parte este de Asia. Casi el 90% del pepino de mar colectado globalmente se consume en el sureste de Asia, por lo que el comercio internacional de estas especies es dominado por esta región. Sin embargo, con el aumento en la migración y con la reubicación de personas orientales fuera de Asia, parte de la producción de pepino de mar se destina a los mercados de América del Norte y al oeste de Europa (Ferdouse, 2004).

El pepino de mar se consume crudo, hervido o en conserva, y aunque la mayor parte del comercio internacional consiste en la parte del cuerpo seca del pepino (*Bêche-de-mer* o *Trepang*), existe el comercio de vísceras y músculos internos en Corea del Sur y Japón, ya sea crudos o en conserva (Jenkins y Mulliken, 1999).

Los diferentes tipos de pepino de mar varían ampliamente en su precio. La especie más cara en los mercados asiáticos orientales es el pepino de mar pinchado japonés *Stichopus japonicus*. El precio de venta al por mayor de esta especie en Taiwán en 1997 era de un promedio de \$260.00 dls/kg para especímenes secos. En algunos países como Hong Kong y Taiwán este valor era de alrededor de \$100.00 dólares más de lo que costaban los pepinos de mar que le seguían en precio. En Hong Kong, las formas pinchadas de pepino de mar como *I. fuscus*, pueden imponer precios mayoristas altos (Fong Ching-wai y Parry Jones, 1997; Jenkins y Mulliken, 1999).

La demanda en los principales países consumidores crece constantemente, y para satisfacerla, la pesquería se ha ido extendiendo hacia todos los continentes. El mercado de pepino de mar es mayormente controlado por comerciantes chinos. En Asia, los mercados principales para el pepino de mar son Hong Kong SAR (Región Administrativa Especial de la República Popular China), Taiwán, Singapur, República de Corea y Malasia (Conand, 2004). Estos mercados también funcionan como centro de re-exportación. En Malasia, el pepino de mar se utiliza con fines medicinales (Conand, 2004, Lovatelli *et al.*, 2004).

Aunque la República Popular China sigue siendo el mercado más grande y el mayor consumidor de pepino de mar, Hong Kong SAR es el principal centro de comercialización para la mayoría de los países productores (Ferdouse, 2004).

Las exportaciones de este recurso generaron ganancias de más de 60 millones de dólares a principios de los años 90. Sin embargo, entre 1995 y 1999 la

producción mundial se redujo de 120,000 ton a tan solo 70,000 ton anuales (Ferdouse, 1999; Conand, 2001). Como consecuencia, algunas de las especies más importantes han tenido que ser protegidas por los gobiernos y sus pesquerías han sido prohibidas (Herrero-Pérezrul, 2004).

La región Pacífico de Asia es la fuente principal de pepino de mar, siendo Indonesia, Filipinas, Singapur, Malasia, Papúa Nueva Guinea, las islas Salomón, Fiji y Australia los principales exportadores (Ferdouse, 2004). En el periodo de 1992 al 2001, Indonesia y Filipinas fueron los más grandes productores a nivel mundial, con una producción total de 3250 y 800 ton de *Bêche-de-mer* en el 2001, respectivamente (Conand, 2004). Entre los productores de las costas del Pacífico Oriental, se encuentran Ecuador (incluyendo a las Islas Galápagos) y México.

Los años de mayor producción a nivel mundial fueron 1996 y 2000, con 13,801 y 15, 019 ton de peso seco, respectivamente (figura 5).

En la mayoría de los países productores, el consumo doméstico de pepino de mar es casi nulo, con la excepción de República Popular China (RPC) y Hong Kong SAR (Ferdouse, 2004).

En países como la RPC, Estados Unidos, Canadá, Francia y Bélgica, el consumo usual está limitado a grupos de edad media y avanzada. (Ferdouse, 2004).

El pepino de mar es relativamente menos popular en Japón, República de Corea y en otros países del sureste de Asia. En Japón, el pepino de mar no es una especie preferida, por lo que la importación anual solamente es de 3 a 4 ton de productos secos y congelados, y la República de Corea importa de 15 a 20 ton de pepino de mar seco anualmente (Ferdouse, 2004).

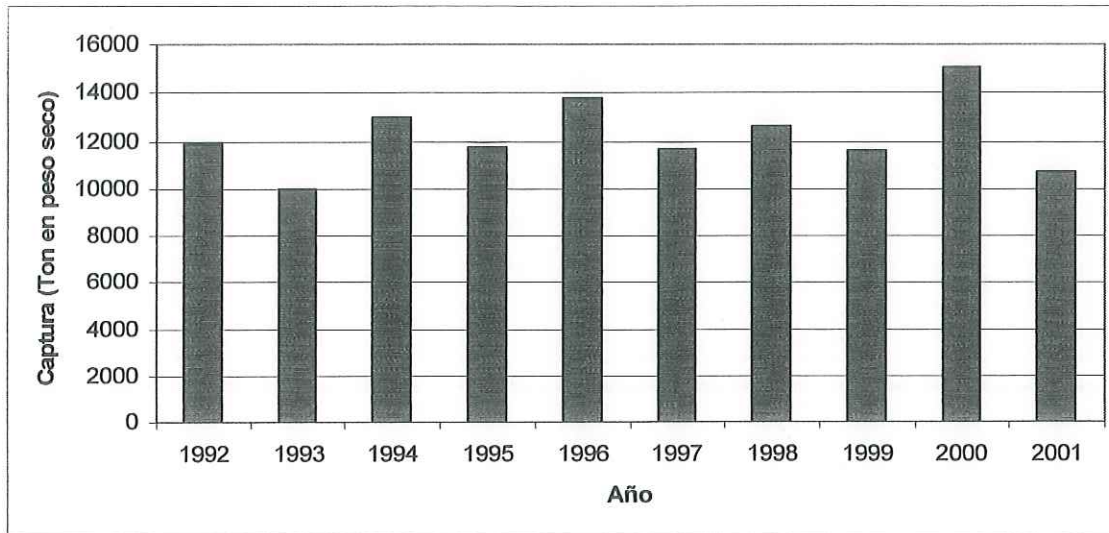


Figura 5. Producción mundial del pepino de mar en el periodo 1992-2001 (tomado de: Conand, 2004).

El análisis de varios índices cualitativos de esta pesquería evidencia sobreexplotación del recurso a una escala mundial, conforme la demanda de pepino de mar aumenta. Uno de estos índices es el que las tallas de las diferentes especies de pepino de mar han ido disminuyendo (Conand, 2004). A su vez, las pesquerías del pepino de mar a nivel mundial han presentado ciclos en los cuales la captura total disminuye y al mismo tiempo se presenta un aumento en el esfuerzo pesquero (Aguilar-Ibarra y Ramírez-Soberón, 2002). Esta tendencia de explotación se ha registrado en varios lugares, entre los que se incluyen México y Ecuador (Islas Galápagos) (De Miras *et al.*, 1996), lo que muestra una vez más que este grupo de organismos es fácil de colectar y susceptible a la sobreexplotación (Toral-Granda y Martínez, 2004).

La pesquería del pepino de mar en México

La captura comercial de pepino de mar se inició en México aproximadamente en 1988, en los estados de Sonora, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán,

Guerrero, Oaxaca y la Península de Baja California (Fajardo-León y Vélez-Barajas 1996).

En el 2000 se registraron 426 ton de pepino de mar en México, con un valor económico de \$8,881, 000, de las cuales 399 fueron registradas en el estado de Baja California (SAGARPA-CONAPESCA, 2000).

Los datos de la pesquería de la costa oeste de México indican que tuvo un pico en el 2001 de 442 ton (Aguilar-Ibarra y Ramírez-Soberón, 2002). En la costa atlántica mexicana la pesquería ha sido menos activa (39 ton en el 2001) (Conand, 2004).

En la Península de Baja California la explotación ha incidido sobre dos especies, *Isostichopus fuscus* en el litoral oriental, y *Parastichopus parvimensis* en el occidental (Salgado-Castro, 1994). De hecho, la costa oriental de la Península llegó a producir la mayor parte de la captura total del país, rebasando las 1000 t en 1991 (Guardado, com. pers.¹).

La pesquería del pepino de mar en Bahía de los Ángeles

El desarrollo de la pesca de pepino de mar en BLA se inició con la explotación del "pepino duro", *I. fuscus*. En la década de 1980, cuando las primeras comercializadoras identificaron a esta región como zona rica en este recurso, se ubicaron e instalaron campos pesqueros con buzos provenientes de Sonora y Sinaloa (Torreblanca, 2003).

La pesquería del pepino de mar se intensificó en BLA en los años 1987-88. Los primeros pescadores de *I. fuscus* recuerdan que la actividad pesquera era muy redituable en esos años; en un viaje con una duración aproximada de 1 a 1 ½ horas de buceo, a profundidades menores de los 10 metros, se extraían de 1 ½ a 2 toneladas de organismos en fresco por embarcación. La abundancia del

¹ Dirección del CRIP. Ensenada, B.C. 2005.

recurso permitía realizar dos viajes al día. En total se extraían de 12 a 14 toneladas diarias entre todas las embarcaciones. En esta época había un solo permisionario para el pepino de mar (Moreno, com. pers.²).

Al inicio de la explotación de esta especie en la región se desconocía el ciclo de vida de la misma, por lo que los buzos comerciales la extraían durante todo el año. Poco después los pescadores se percataron de que esta especie se reproduce en los meses de verano, por lo que empezaron a extraerla solo durante los meses de invierno. Debido a la falta de regulación de esta pesquería y a conflictos con pescadores foráneos, las vedas cayeron en desuso, sin respetar la temporada de reproducción.

En el periodo de 1970 a 2004, la flota ribereña de BLA tuvo una producción de 19,310 ton de recursos pesqueros, aportando el pepino de mar el 10.4% de esta producción. En el periodo de 1980 a 1994 las capturas de pepino de mar aportaron el 26.07% de la producción total de BLA, y de 1995 al 2004 decayeron para aportar solo el 7.34% (Valdez-Ornelas *et al.*, en prensa).

En los avisos de arribo de pepino de mar registrados para el periodo de 1990-2005 en la región de BLA, el año de mayor captura fue 1991, con un total de 295.5 ton de peso fresco. La menor captura se registró en el año 1990, con 60.88 ton. Los registros de captura para el periodo 1995-2000 corresponden probablemente a una mezcla de las dos especies mayormente capturadas en la región (*I. fuscus* y *Holothuria* sp.), ya que al estar cerrada la pesquería de *I. fuscus* los registros se realizaban bajo el nombre de la especie de "pepino aguado" (*Holothuria* sp.). Se observa que del año 1995 al 2000 se tiene una tendencia a la disminución de las capturas (figura 6).

² Permisionario de Bahía de los Ángeles, B.C. 2004.

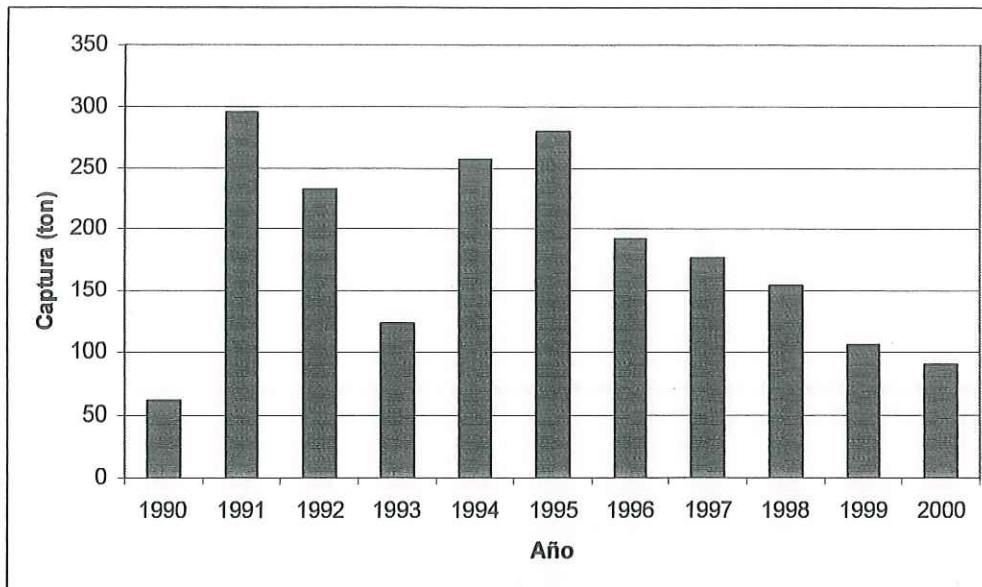


Figura 6. Producción histórica de pepino de mar en la región de BLA durante el periodo 1990-2000 (tomada de: Valdez-Ornelas y Torreblanca-Ramírez, 2007).

5.2.2 Artes y métodos de pesca utilizados en Bahía de los Ángeles

El pepino de mar se colecta utilizando equipo de buceo semiautónomo tipo "hooka", que consiste en un motor de gasolina, un compresor de aire con tanque, mangueras (regularmente dos), y regulador personal para el suministro de aire a presión.

El equipo personal consta de: traje isotérmico de neopreno, visor, aletas, snorkel, cinto de plomos, guantes, y bolsa para colectar el pepino ("bolsa pepinera"), con capacidad para alrededor de 60 kg.

Los buzos de BLA utilizan embarcaciones de fibra de vidrio de entre 22 y 30 pies de eslora, con motores de 70 a 120 HP. En la época de invierno las salidas de buceo son en las mañanas, alrededor de las 7:00 a.m., y el regreso es entre las 12:00-13:00 hrs. En los meses de verano las salidas son entre las 5:30 y 6:00 a.m., o incluso más temprano, y el regreso es entre las 9:00 y 11:00 hrs.

Para la extracción de *I. fuscus* se bucea generalmente entre 3 y 4 horas, y el resto del tiempo se invierte en el recorrido a las zonas de captura y en prepararse para el buceo. Cuando se bucea de noche, por lo general en los meses de verano, las salidas son alrededor de las 8:00 p.m., y el regreso es alrededor de las 0:00 hrs (Paredes, com. pers.³).

La tripulación consta de dos o más buzos y el motorista, que por lo general es también responsable de asistir al buzo ("cabo de vida"). El cabo de vida generalmente es la persona de menor experiencia en buceo, y es quien debe mantener la embarcación a una distancia prudente del buzo para que la manguera siempre tenga alcance suficiente.

El buzo de más experiencia o dueño del equipo elige la hora y el sitio para llevar a cabo el buceo. Sólo dos buzos utilizan el sistema de aire o hooka, realizando normalmente dos buceos con una duración aproximada de 1:30 a 2:00 horas cada uno. Con frecuencia uno o dos buzos más colectan el pepino de mar a pulmón (sin compresor) a una profundidad de hasta 8 metros. En todos los casos, la recolección es manual.

En los meses de verano los buzos locales realizan la pesca de *I. fuscus* a profundidades menores de 8 metros (según el 56% de los entrevistados). Las profundidades de captura son mayores durante los meses de invierno, cuando se bucea entre los 16 y 25 metros (30%). En escasas ocasiones se bucea a una profundidad mayor a 27 metros (14%).

Una vez realizada la colecta, los pepinos se colocan en baldes grandes con agua de mar limpia y fresca. El agua se cambia constantemente durante el regreso, para evitar variaciones térmicas y expulsión de las vísceras, sobre todo si la zona de buceo es lejana. Los organismos se desvisceran en tierra (Paredes, com. pers.³).

³ Buzo comercial de Bahía de los Ángeles, B.C. 2004.

5.2.3 Sector pesquero

En la comunidad de BLA existen 20 embarcaciones con equipo de buceo, y alrededor de 50 pescadores que se dedican a esta actividad. Generalmente la tripulación de pesca de buceo la forman miembros de una misma familia. Se agrupan normalmente de dos a tres hermanos, o bien padre e hijos, para las salidas de buceo en una sola embarcación. Por esta razón en BLA las ganancias entre los trabajadores se reparten equitativamente, normalmente entre el número de buzos, cabo de vida y el dueño del equipo de buceo (normalmente el dueño del equipo es uno de los mismos buzos). Esto es diferente a otras regiones, en las que las ganancias se reparten de acuerdo a la función de cada trabajador y otorgándole un mayor porcentaje al dueño del equipo (panga y motor), que por lo regular no es uno de los mismos trabajadores sino un permisionario o comprador. Además de los buzos locales, en BLA también trabajan buzos que vienen de otros estados, como por ejemplo Bahía Kino y Puerto Libertad, en Sonora, y a veces de Santa Rosalía, BCS, que suelen acampar en las islas de la región, especialmente en la Isla Ángel de la Guarda y el Archipiélago de San Lorenzo.

5.2.4 Infraestructura en la comunidad

El poblado de Bahía de los Ángeles cuenta con cuatro rampas de botado de embarcaciones, tres de ellas particulares y una pública, la cual da servicio a la mayoría de los pescadores de la comunidad. La comunidad cuenta con los servicios de electricidad, gas, agua, vías terrestres y casetas telefónicas. El servicio de electricidad es de las 6:30 a las 23:00 horas, y se incrementa el horario en los meses de verano (julio a octubre), de las 6:00 a las 0:00 horas. El gas es proporcionado en tanques de diverso volumen. El agua se suministra dos días a la semana, en horarios determinados. Se cuenta con vías terrestres de transportación en buen estado hacia la ciudad de Ensenada (550 km), y al

poblado de Guerrero Negro (200 km). Existen siete establecimientos de telefonía y tres que ofrecen servicio de Internet.

El poblado no cuenta con plantas procesadoras de productos pesqueros ni con cuartos de almacenamiento, congelación o refrigeración. Tampoco existe una fábrica de hielo industrial, solo se produce hielo para uso doméstico. En BLA no hay comercializadores de equipo de buceo.

5.2.5 Zonas de pesca

Los sitios de pesca más frecuentados son la parte norte de la Isla Ángel de la Guarda (22% de los entrevistados) e isla Coronado (22%). Le siguen en importancia Punta Remedio (8%), La Ventana (8%) y Punta El Suspiro (8%) (figura 7).

Los buzos locales acampan cerca de las áreas de pesca alrededor de 20 a 30 veces al año (80%). Los campamentos tienen por lo general una duración de 3 a 4 días (72%), sin embargo, cuando se llevan camiones grandes a estas zonas para el almacenamiento del producto los campamentos suelen tener una duración de 10 a 15 días (14%). La duración de los campamentos depende del equipo con que se cuenta, la disponibilidad de gasolina, el número de embarcaciones operando y los víveres disponibles.

Las zonas en donde se hacen los campamentos son Las Ánimas, Estatón, El Muertito, y El Refugio, entre las más frecuentadas (figura 8).

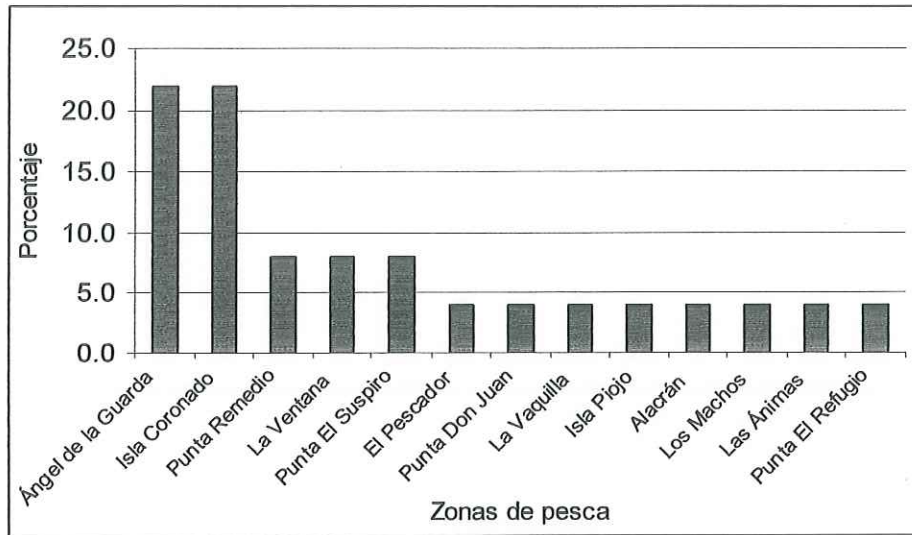


Figura 7. Zonas de pesca más frecuentadas para la pesca de *I. fuscus* durante los meses de verano del 2004 a primavera del 2005. Los porcentajes corresponden a las entrevistas aplicadas al sector pesquero de BLA.

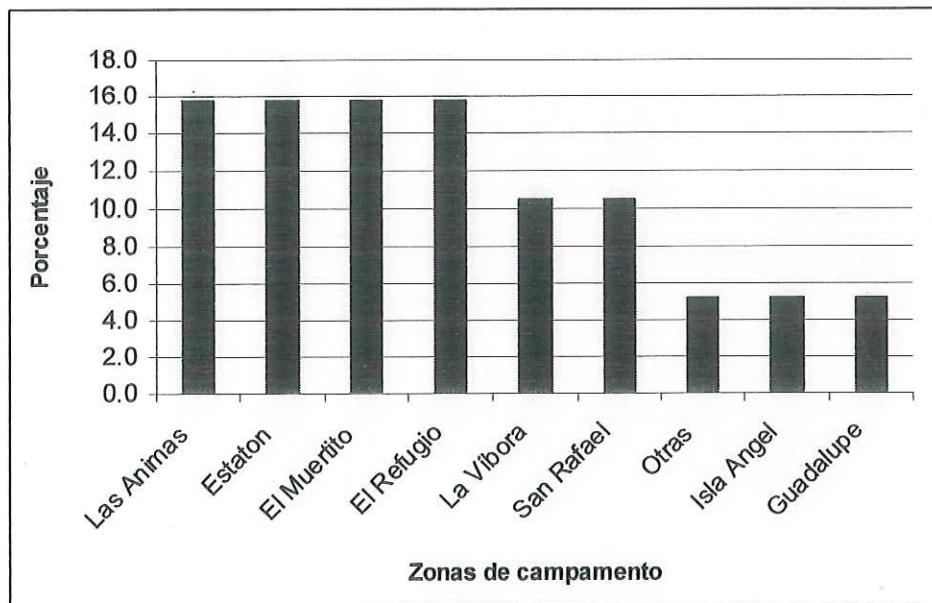


Figura 8. Zonas de campamentos para la pesca de *I. fuscus*. Los porcentajes corresponden a las entrevistas aplicadas al sector pesquero de BLA.

5.2.6 Temporadas de pesca

I. fuscus se captura durante todo el año en la región, a pesar de los fuertes vientos que se presentan por temporadas en BLA. Sin embargo, la temporada de pesca en que se registran las mayores capturas es en los meses de invierno (diciembre a marzo, 62% de los entrevistados). En estos meses se colectan organismos de talla mayor, que se capturan a profundidades mayores, mientras que en los meses de verano el pepino de mar se acerca más a la orilla, y su extracción se realiza a menor profundidad. En los meses de otoño las capturas disminuyen.

Los meses de mal tiempo (vientos fuertes) para la pesca de buceo son noviembre, diciembre y enero (69%). En los meses de octubre y febrero también se puede presentar mal tiempo, pero es menos frecuente que en meses anteriores. Cuando hay mal tiempo la pesca de buceo se lleva a cabo solamente alrededor de dos veces por semana.

5.2.7 Comercialización

I. fuscus es comercializado por los pescadores entero fresco (figura 9) o precocido en salmuera (figura 10), según lo solicite el comprador.

Si la presentación es entero fresco, el producto se entrega vivo inmediatamente después de su captura. Cuando el pepino es precocido, el primer paso es el "matado", que consiste en limpiar el pepino abriéndolo con un cuchillo o navaja, ya sea haciendo un corte en la parte media o en alguno de los extremos (figura 11). Posteriormente se extraen las vísceras, y finalmente se procede al cocimiento (figura 12).

El cocimiento se realiza en barriles metálicos de 200 litros, utilizando quemadores de gas natural provisto en tanques de 45 kg (figura 13), generalmente en el domicilio del pescador. El cocimiento se lleva a cabo a

fuego lento, durante 30 a 45 minutos después del hervor. Posteriormente el producto se mantiene en salmuera durante dos o tres días (figura 10). Cuando se trabaja desde campamentos el pepino se entrega siempre precocido en salmuera. El peso del pepino precocido corresponde a un 10% del peso en fresco. Esta es la presentación preferida, debido a su mayor rendimiento y precio.



Figura 9. Presentación de *I. fuscus* en fresco.

Por lo general se encuentran dos compradores de pepino de mar en la localidad, pudiendo variar de uno a tres durante el año.

En los años 2004 y 2005, el precio en playa de pepino de mar fresco se ubicó en un intervalo de \$16 a \$18 /kg, y de \$160 a \$170 /kg en su presentación precocido. El promedio de las ganancias registradas por pescador fue de \$1,496.70 /día de pesca.



Figura 10. Presentación de *I. fuscus* precocido en salmuera.

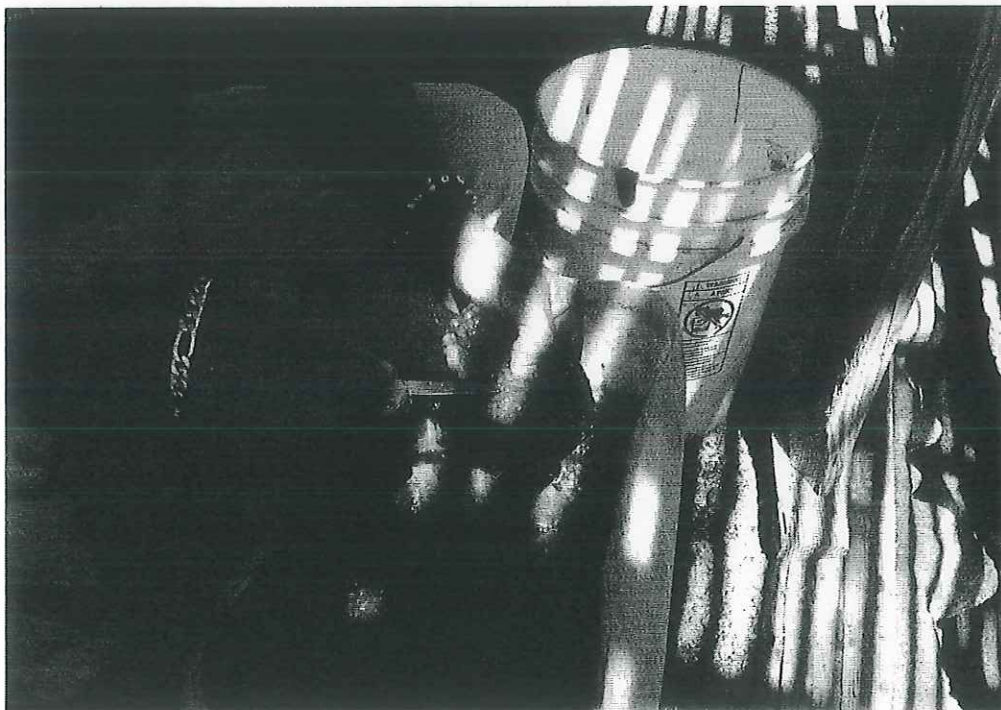


Figura 11. Proceso de evisceración ("matado").

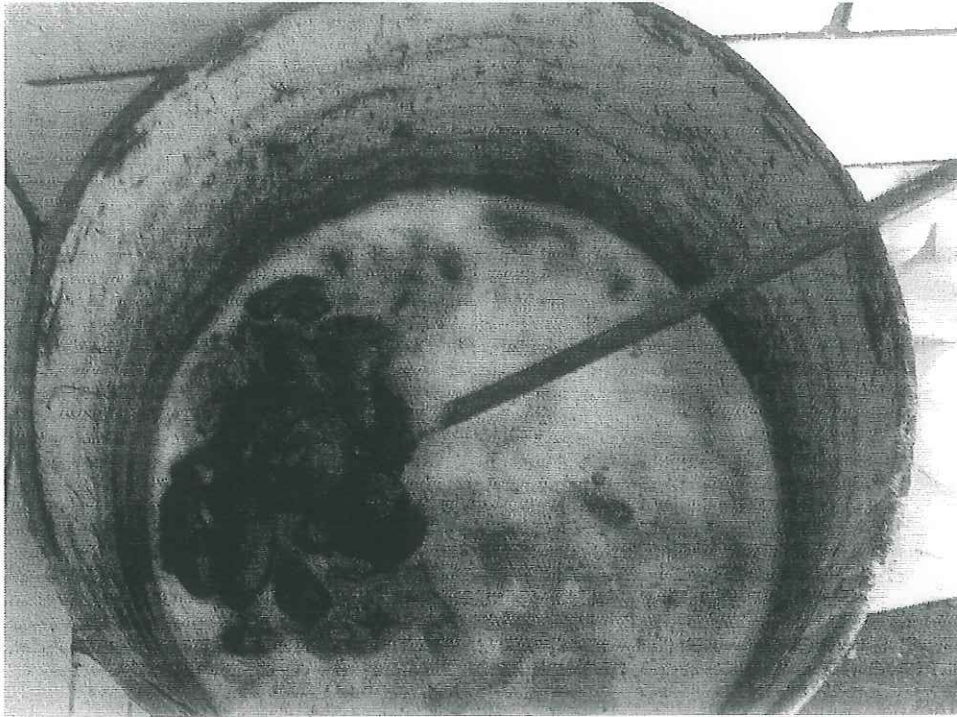


Figura 12. Proceso de cocimiento de *I. fuscus*.

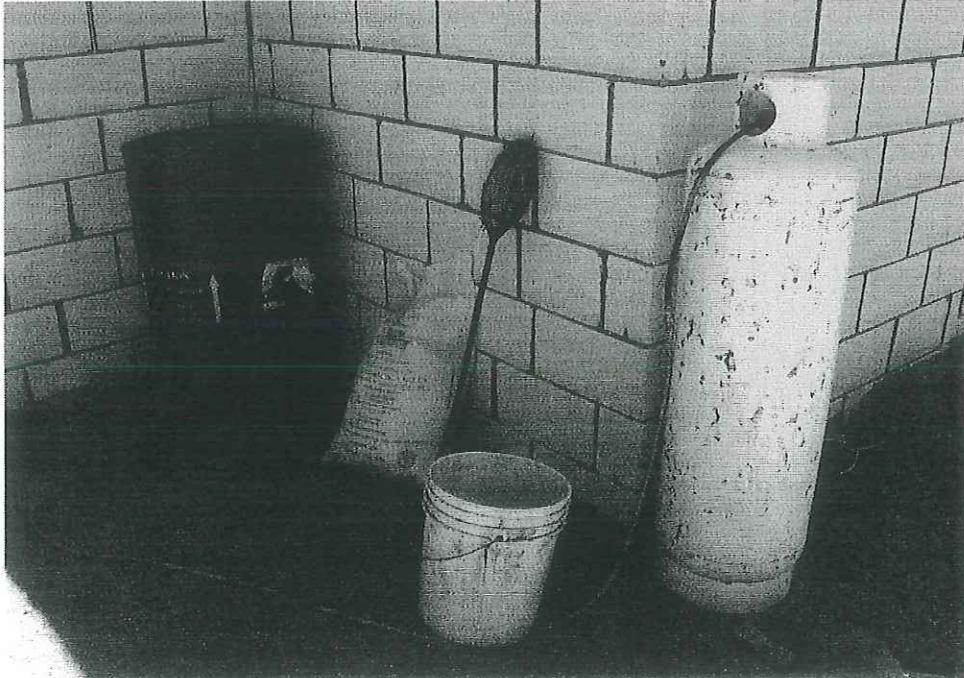


Figura 13. Equipo para cocimiento de *I. fuscus*.

5.2.8 Esfuerzo pesquero

La CPUE se registró en ton/embarcación/mes, siendo la unidad más precisa de acuerdo a los datos de las bitácoras de pesca. Sin embargo, para hacer las comparaciones con los datos de CPUE registrados en BCS, se convirtieron los datos a ton/embarcación/año (Tabla VI).

Debido a que de *I. fuscus* se encuentra clasificado como especie bajo protección especial, solo se tienen datos del periodo de verano del 2004 a primavera del 2005. Los datos de enero son los más confiables debido a un mayor número de registros de bitácoras de pesca.

La mayor producción se registró en los meses de agosto y enero (figura 14). La CPUE fue de 10.0 ton/embarcación/mes en agosto de 2004, y de 7.14 ton/embarcación/mes en enero de 2005, los cuales son los valores de CPUE más altos registrados en el periodo de agosto de 2004 a marzo de 2005.

Estos valores, que corresponden a 75.6 y 44.12 ton/embarcación/año, para 2004 y 2005, respectivamente, son superiores a la CPUE promedio reportada para la zona entre los 27° y 29 °N del Golfo de California, que incluye a la región de BLA, en el periodo de 1990 a 1994 (35 ± 17.46 ton/embarcación/año; Herrero-Pérezrul, 2004).

Tabla VI. Registros de CPUE anuales para Baja California Sur (tomado de: Singh-Cabanillas y Vélez-Barajas, 1996).

Año	CPUE (ton/embarcación/año)
1989	7.1
1990	8.6
1991	12.6
1992	7.4
1993	5.3

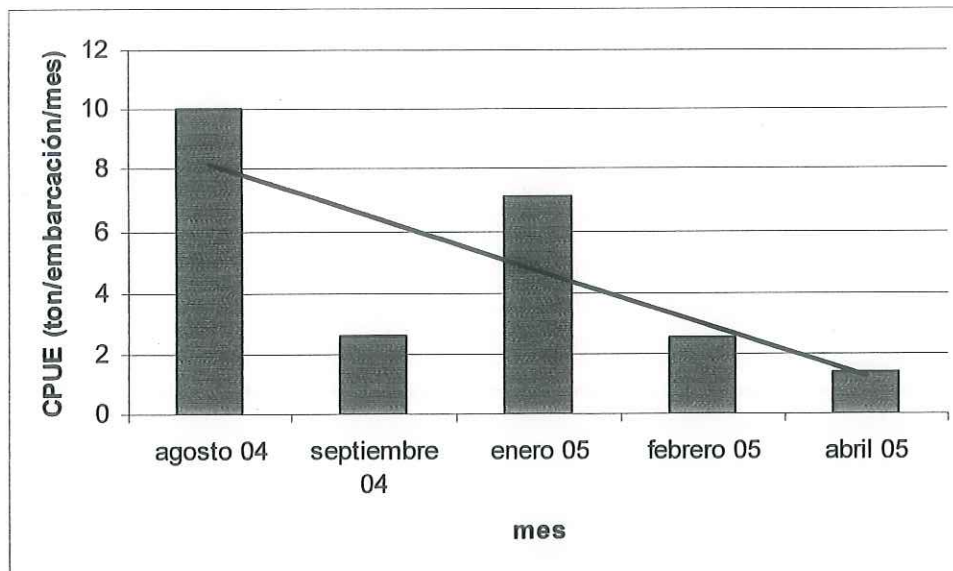


Figura 14. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de *I. fuscus* en BLA (agosto 2004 a abril 2005).

5.2.9 Actores involucrados en la pesquería de pepino de mar en Bahía de los Ángeles

a) Sector pesquero:

- Pescadores ribereños locales (libres): Pescadores de la comunidad que por lo general no cuentan con un permiso de pesca. El producto lo venden a permisionarios o a compradores locales directamente en la playa.
- Pescadores ribereños foráneos: Pescadores que no radican en la comunidad, pueden ser legales o ilegales. Generalmente provienen del estado de Sonora, y sus condiciones de trabajo son similares a las de los pescadores ribereños locales.
- Pescadores ilegales: Pescadores que no cuentan con permiso de pesca. Pueden ser ribereños locales o foráneos.

- Permisarios de pesca: Personas físicas o morales que cuentan con la autorización de un Polígono de Aprovechamiento Sustentable. Actualmente en la comunidad de BLA nadie cuenta con la autorización para la comercialización de pepino de mar; sin embargo, actualmente existe la solicitud a SEMARNAT de Polígonos de Aprovechamiento Sustentable para esta región.
- Compradores sin permiso (guateros): Comercializadores que no cuentan con un Polígono de Aprovechamiento. En la región de BLA existe un mínimo de tres compradores sin permiso para la pesquería del pepino de mar. Generalmente tienen forma de almacenar el producto y compran la captura de los pescadores ribereños locales y foráneos.

b) Sector gobierno:

- Dirección General de Vida Silvestre (DGVS): Dirección de la SEMARNAT encargada de la administración de las especies protegidas bajo la NOM-059-2001, incluyendo a *I. fuscus*.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA - Subdelegación de Pesca): Emite opiniones técnicas sobre la administración del recurso.
- Secretaría de Fomento Agropecuario (SEFOA - Dirección de Pesca del Estado): Emite opiniones técnicas sobre la administración del recurso.
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA): Dependencia federal que se encarga de llevar a cabo la inspección y vigilancia de la pesquería de *I. fuscus*.
- Instituto Nacional de la Pesca (INP): Este Instituto se encarga de la investigación pesquera y de emitir dictámenes técnicos de los recursos pesqueros que se encuentran bajo la administración de la SAGARPA. El

INP cuenta con los Centros Regionales de Investigación Pesquera (CRIP) en el país.

c) *Sector académico:*

- Instituto de Investigaciones Oceanológicas – Universidad Autónoma de Baja California (IIO - UABC): El IIO-UABC es participante en la Mesa Técnica en Baja California. Emite opiniones técnicas sobre la administración del recurso.
- Centro de Investigaciones Científicas y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE): Institución encargada de realizar la evaluación poblacional del pepino de mar en BLA.
- Universidad Autónoma de Baja California Sur y Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (UABCS – CICIMAR): Actualmente tienen proyectos de evaluación de poblaciones de invertebrados en el área, incluyendo a *I. fuscus*.

5.3 MARCO LEGAL Y ADMINISTRACIÓN

5.3.1 Leyes y Reglamentos

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Esta ley menciona en su Capítulo 1, Artículo primero, que es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la *preservación y restauración del equilibrio ecológico*, así como a la *protección al ambiente* en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

También menciona que sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el *desarrollo sustentable* y establecer las bases, entre otras cosas para:

- La *preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente*;
- La *preservación y protección de la biodiversidad*;
- El *aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales*, de manera que sean compatibles la obtención de *beneficios económicos* y las actividades de la sociedad con la *preservación de los ecosistemas* (SEMARNAT, 2003; SEMARNAT, 2005b).

En este capítulo se hace énfasis en que los beneficios económicos derivados de la explotación de los recursos naturales deben ser compatibles con la conservación del recurso, siendo éste el objetivo que se debe buscar para el caso de la pesquería del pepino de mar en BLA.

También señala en su Artículo 95, que la Secretaría deberá solicitar a los interesados, en los términos señalados en esta Ley, *la realización de estudios de impacto ambiental previo al otorgamiento de concesiones, permisos y en general, autorizaciones para la realización de actividades pesqueras, cuando el aprovechamiento de las especies ponga en peligro su preservación o pueda causar desequilibrio ecológico.*

A pesar de lo señalado en este Artículo, no se contempla como requisito para la autorización de cuotas de aprovechamiento para el pepino de mar *I. fuscus* la previa autorización de un manifiesto de impacto ambiental (véase sección 5.3.4 del presente capítulo “Requisitos para la autorización de cuotas de aprovechamiento para el pepino de mar”).

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental

Este reglamento menciona que se requiere previa autorización de la Secretaría, para la realización de actividades pesqueras de altamar, ribereñas o estuarinas, con fines comerciales e industriales que utilicen artes de pesca fijas o que impliquen la captura, extracción o colecta de especies amenazadas o sujetas a protección especial, de conformidad con lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables (SEMARNAT, 2003; SEMARNAT, 2005b).

Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

Menciona que:

- Es de competencia federal reglamentar el aprovechamiento de todas aquellas especies en riesgo.
- Es necesario informar periódicamente sobre la dinámica poblacional, y tendencias o factores que afectan o amenazan a las especies y

poblaciones en riesgo (en peligro de extinción, sujetas a protección especial, amenazada o probablemente extinta en el medio silvestre).

Entre sus múltiples disposiciones,

- Faculta a la SEMARNAT a instalar áreas de refugio para proteger especies acuáticas en aguas de jurisdicción federal, zona federal marítimo-terrestre, y terrenos inundables con el objeto de conservar, a través de medidas de manejo apropiadas, las especies presentes en la zona designada.
- Regula también el aprovechamiento extractivo y el aprovechamiento para fines de subsistencia (SEMARNAP, 2000; SEMARNAT, 2005b).

En su Artículo 85, esta Ley señala que solamente se podrá autorizar el aprovechamiento de ejemplares de especies en riesgo cuando se dé prioridad a la colecta y captura para actividades de restauración, repoblamiento y reintroducción de especies. Cualquier otro aprovechamiento, en el caso de poblaciones en peligro de extinción, estará sujeto a que se demuestre que se ha cumplido satisfactoriamente cualquiera de estas tres actividades.

Por su parte, el Artículo 87 establece que la autorización para llevar a cabo el aprovechamiento se podrá otorgar a los propietarios o legítimos poseedores de los predios donde se distribuya la vida silvestre con base en el plan de manejo aprobado, en función de los resultados de los estudios de poblaciones o muestreos; en el caso de ejemplares en vida libre o de los inventarios presentados cuando se trate de ejemplares en confinamiento, tomando en consideración además otras informaciones de que disponga la Secretaría, incluida la relativa a los ciclos biológicos.

Asimismo, para el aprovechamiento de ejemplares de especies silvestres en riesgo se deberá contar con:

a) Criterios, medidas y acciones para la reproducción controlada y el desarrollo de dicha población en su hábitat natural incluidos en el plan de manejo, adicionalmente a lo dispuesto en el artículo 40 de esta Ley.

b) Medidas y acciones específicas para contrarrestar los factores que han llevado a disminuir sus poblaciones o deteriorar su hábitat.

c) Un estudio de la población que contenga estimaciones rigurosas de las tasas de natalidad y mortalidad y un muestreo.

Con base en estas disposiciones, esta Ley es la que regula la extracción de las especies en riesgo, facultando a la DGVS para el establecimiento de acciones y medidas (programa de manejo) para la pesquería de *I. fuscus*.

Ley de Pesca (LP) y su Reglamento

Esta Ley señala que la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) elaborará, publicará y mantendrá actualizada la Carta Nacional Pesquera, la cual opera:

- Para una correcta administración de las pesquerías, bajo el principio de la conservación, la preservación y el aprovechamiento racional de los recursos pesqueros.
- Para establecer las bases para su adecuado fomento y administración.
- De manera útil para particulares; les permite conocer la ubicación y abundancia de los recursos pesqueros (SAGARPA, 1992; SEMARNAT, 2005b).

Aunque la Ley de Pesca es el reglamento que faculta a SAGARPA para la regulación de las pesquerías del país, no incluye a las especies marinas amenazadas o en riesgo, como en el caso de *I. fuscus*.

5.3.2 Normas Oficiales Mexicanas

NOM-059-ECOL-1994

El 16 de mayo de 1994, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies, subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial; además establece especificaciones para su protección. Esta Norma:

- Catalogó a la especie de pepino de mar *Isostichopus fuscus* como especie en peligro de extinción.
- Estableció que los ejemplares, partes, productos, subproductos o derivados de las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, podrán ser extraídas del medio natural, exclusivamente con fines de colecta científica (SEMARNAP, 1994).

Mediante publicación en el Diario Oficial de la Federación el 22 de marzo de 2000, se modificó la referida Norma Oficial Mexicana, de forma que el pepino de mar (*I. fuscus*), considerado inicialmente en la categoría de "en peligro de extinción", se reclasificó como especie "sujeta a protección especial", permaneciendo en esta categoría hasta la actualidad (SEMARNAT, 2002). Al mismo tiempo se determinó la necesidad de propiciar la recuperación y conservación del pepino de mar y la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

NOM-059-ECOL-2001

- Establece como *especie sujeta a protección especial*:

Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad.

Señala también que el aprovechamiento y manejo de las especies y poblaciones en riesgo se debe llevar a cabo de acuerdo a lo establecido en el artículo 87 de la LGEEPA, y en los artículos 85 y 87 y demás aplicables de la LGVS.

5.3.3 Descripción de instrumentos para la administración pesquera

A continuación se describen las características de los instrumentos para la administración pesquera (Danemann, 2002; Altamirano *et al.*, 2004). La ejecución de estos instrumentos corresponderá, según sea el caso, al gobierno (en el caso de la pesquería de pepino de mar, le corresponde a la SEMARNAT), a los usuarios, o a estructuras mixtas (en las que pueden intervenir gobierno, usuarios e instituciones académicas).

En la LGEEPA, la LGVS, y los Reglamentos que se derivan de estas leyes, no se contemplan instrumentos que puedan ser utilizados para regular el aprovechamiento de especies marinas (éstas están reguladas por la Ley de Pesca). Esto representa un vacío legal, ya que los recursos marinos incluidos en la NOM-059-ECOL-2001 deben ser administrados bajo un marco legal que no contempla disposiciones al respecto. Pese a esto, a continuación se presenta un análisis técnico de los instrumentos potencialmente útiles para el manejo de la pesquería del pepino de mar.

I. Instrumentos de intervención directa (comando y control)

I.1 Regulación directa sobre el volumen de las capturas

a) *Captura Total Permissible (CTP)*. Se refiere a la biomasa que se permite extraer de la población o *stock* en un año o temporada determinada. Las CTP

se establecen en un nivel seguro (10% de la abundancia estimada para una región). La CTP se refiere a la captura más alta posible de pepino de mar que puede extraerse de una determinada zona con el mínimo efecto en la capacidad del *stock* para recuperarse por sí solo.

I. II Regulación directa sobre la composición de la captura

a) *Vedas estacionales*. Las vedas permiten cerrar una pesquería durante el periodo de reproducción de la especie en cuestión.

b) *Cierre de zonas de reproducción*. Involucra la prohibición para pescar en zonas importantes dentro del ciclo reproductivo de una especie.

c) *Reservas marinas (zonas de no pesca)*. Las zonas de no pesca se establecen con base en los resultados de los estudios de densidad poblacional y del monitoreo constante de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE). Estas zonas tienen el propósito de promover la recuperación y conservación de la especie.

d) *Talla mínima*. Se refiere a establecer una talla mínima de captura por temporada, la cual generalmente asegura que los organismos hayan superado la talla de primera madurez.

I. III Regulación directa sobre el esfuerzo pesquero

a) *Temporadas de pesca*. Los estudios de densidad poblacional y de CPUE determinan si es factible abrir la pesquería, que se establece en meses que no sean los descritos como época de reproducción de la especie. Generalmente se determina una densidad poblacional mínima y una talla mínima para cada zona de pesca como requisito para abrir la pesquería. Si los valores de CPUE disminuyen año con año en una determinada zona, esa zona se debe cerrar por completo durante la siguiente temporada.

b) *CPUE*. Es una medida de abundancia relativa que se calcula a partir de las capturas por temporada (anual, mensual). La *unidad de esfuerzo pesquero* se define como la unidad normalizada de pesca que opera durante la unidad de tiempo considerada; el *esfuerzo pesquero* se define como la cantidad de unidades (embarcaciones, tiempo de buceo) que se dedican a la captura de un recurso en un área o tiempo dado; la *captura por unidad de esfuerzo*, se refiere al volumen de captura referido a la unidad de esfuerzo o a alguno de sus componentes.

I.IV Restricciones tecnológicas sobre las artes de pesca

a) *Profundidad de buceo*. Se refiere al establecimiento de una profundidad máxima para la captura de la especie.

II. Restricciones de acceso

a) *Derechos territoriales (TURF's)*. Se otorga a una comunidad pesquera específica la exclusividad para implementar un proyecto de manejo y explotación relacionado a uno o más recursos en un área geográfica determinada durante un tiempo definido.

b) *Derechos de pesca sobre porciones de captura, no transferibles (CTP por buzo registrado)*. La CTP se divide entre el número de usuarios registrados.

c) *Licencias y permisos*. Los permisos de pesca se refieren a la autorización para realizar la explotación de un recurso en particular. Las licencias se emplean para tener un control de los usuarios de la pesquería.

d) *Zonificación costera*. Se establece una rotación de zonas de pesca por cada temporada.

e) *UMAS (Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre)*. Son utilizadas como una especie de

concesión en un predio particular, con el objetivo de realizar un aprovechamiento sustentable de especies protegidas.

III. Instrumentos jurídicos

a) *Asociaciones civiles*. Están formadas por grupos de individuos que buscan un fin común que no sea de carácter lucrativo, pudiendo tener como objetivo la representación de sus asociados para promover una actividad, negociar acuerdos con otros sectores, o defender intereses sectoriales.

b) *Sociedades mercantiles*. En estas sociedades, un grupo de personas combinan sus recursos y esfuerzos para la realización de un fin común de carácter lucrativo. Entre los tipos de sociedades mercantiles utilizados para la producción pesquera se encuentran la Unión de Ejidos y Comunidades, la Sociedad de Producción Rural, la Asociación Rural de Interés Colectivo, la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera, la Sociedad Anónima y la Sociedad de Responsabilidad Limitada.

IV. Instrumentos formativos e informativos

a) *Persuasión moral*. Plantea la utilización de herramientas publicitarias para apelar a los valores morales y sentido cívico de las personas, a los efectos de que voluntariamente se abstengan de realizar una actividad (Danemann, 2002).

b) *Educación ambiental*. Mecanismo que permite promover un código de conducta consistente con el uso racional y sustentable de los recursos pesqueros y con el avanzado nivel de deterioro que estos presentan (Poder ejecutivo Federal, 1996).

V. Monitoreo

a) *Monitoreo continuo de las actividades pesqueras*. Involucra el registro de tallas, capturas y permisos de pesca, entre otras actividades para tener un

control de la pesquería. También se lleva a cabo un control del número de pescadores que tienen acceso a la pesquería y de sus embarcaciones.

b) Reportes de pesca (bitácoras). En las bitácoras de pesca generalmente se registran las capturas, sitios de pesca, información biológica y los permisos de pesca.

c) Registro pesquero. Se realiza un registro de datos para generar estadísticas pesqueras.

VI. Planeación

a) Calendario de pesca. Establece las fechas en las que se llevarán a cabo las diferentes actividades que conlleva la pesquería, tales como la temporada de pesca, veda estacional, reuniones del comité de vigilancia, entrega de solicitudes de autorizaciones, etc.

VII. Investigación

a) Biología básica. Se realiza la investigación de algunos aspectos biológicos importantes para el manejo de la pesquería, tales como la taxonomía de la especie, caracterización del hábitat, edad de primera madurez, época de reproducción, fecundidad, crecimiento y distribución vertical, entre otros aspectos.

b) Evaluación del stock. Se realiza el monitoreo continuo de densidad poblacional en todos los bancos de la especie. Cada año, antes y después de cada temporada de pesca, se tiene que realizar un estudio participativo de densidad poblacional con los productores del recurso.

c) Parámetros pesqueros. Se lleva a cabo el monitoreo de algunos parámetros pesqueros tales como la cuota de aprovechamiento, la talla mínima y la CPUE.

d) *Indicadores socioeconómicos.* Algunos indicadores socioeconómicos de la pesquería que es necesario determinar son el Ingreso per cápita, precio, el valor en el mercado del producto y gastos de captura y procesamiento, entre otros indicadores.

e) *Modelaje de captura máxima sostenible.* Aun no se ha trabajado en la realización de modelos matemáticos para la evaluación de la pesquería de pepino de mar. Sin embargo, con la información recopilada de estudios poblacionales, sistemas de monitoreo pesquero y estudios de biología básica, se pueden construir modelos matemáticos que predigan algunos parámetros que ayuden a tener un mejor control de la pesquería. Mediante este tipo de modelos se puede obtener la CTP recomendada para cada temporada. En las Islas Galápagos se está trabajando en la implementación de este tipo de modelos para la pesquería del pepino de mar (Altamirano *et al.*, 2004).

5.3.4 Administración del pepino de mar en México

Antecedentes

La dependencia que actualmente se encarga de la administración del pepino de mar *I. fuscus* es la SEMARNAT, específicamente su Dirección General de Vida Silvestre (DGVS), debido a que ésta es una especie que se encuentra catalogada en la NOM-059-2001 como “especie sujeta a protección especial” (SEMARNAT, 2002).

Antes de 1994 la Península de Baja California no contaba con una regulación oficial para el pepino de mar en cuanto a tallas mínimas de captura o veda biológica. Sin embargo, el Instituto Nacional de la Pesca (INP) recomendó como principales medidas de administración para este recurso las cuotas de captura y la limitación del esfuerzo pesquero. Los niveles de las capturas y el esfuerzo aplicado, superó los niveles sugeridos, lo que provocó la sobreexplotación de

las poblaciones silvestres en la península (Fajardo-León y Vélez-Barajas, 1996; Singh-Cabanillas y Vélez Barajas, 1996).

La pesquería de *I. fuscus* entró en veda permanente desde 1994 debido a que la especie se clasificó en la NOM-059-ECOL-1994 en la categoría de especie "en peligro de extinción". Posteriormente, en el año 2000, con la modificación de esta Norma en cuanto a la categoría de la especie ("sujeta a protección especial"), se abrió la posibilidad de empezar la realización de estudios de pesca de fomento para esta especie.

Es por esta razón que en el año 2000 se implementó en Baja California el "Programa Nacional de Fomento para la pesquería del pepino de mar (*I. fuscus*)". El objetivo de este programa fue analizar la viabilidad de una apertura comercial de esta pesquería. En ese año se otorgaron 15 permisos de fomento para esta especie, siendo el primero el otorgado el 2 de mayo del 2000 en Bahía de Calamajué, B.C. En el mes de noviembre de ese mismo año se otorgaron los otros 14 permisos de pesca de fomento, cuya vigencia fue de un año, los cuales concluyeron en mayo y noviembre del 2001 respectivamente. (Guardado, com. pers.⁴).

En el año 2001, el INP analizó los resultados de los estudios de estos permisos de fomento, y concluyó que no era viable la apertura comercial de esta especie. En este mismo año la SEMARNAP delegó sus funciones en materia pesquera a la SAGARPA, quedando bajo la administración de SEMARNAT solamente las especies que se encuentran listadas en la NOM-059-2001.

El pepino de mar aguado (*Holothuria* sp.), es la otra especie que se captura en la pesquería de pepino de mar en BLA, y no se encuentra registrada en la Carta Nacional Pesquera. Por esta razón, su captura se contempla como pesca de fomento, y recientemente se otorgaban estos permisos a diferentes

⁴ Dirección del CRIP. Ensenada, B.C. 2005.

permisionarios, los cuales contemplaban la evaluación del recurso en términos técnicos. De esta manera, estos permisos eran utilizados para enmascarar la pesquería del pepino duro *I. fuscus*.

En febrero de 2005, la "Mesa Técnica de Almeja Pismo y Pepino de Mar" en Baja California, otorgó las primeras cuotas de aprovechamiento para el pepino de mar *I. fuscus*.

Requisitos para la autorización de Cuotas de Aprovechamiento para el pepino de mar

Para la obtención de una autorización para realizar actividades de conservación, manejo y aprovechamiento de pepino de mar (*Isostichopus fuscus*), la Dirección General de Vida Silvestre requiere (SEMARNAT, 2006c):

1. Solicitud para realizar actividades de conservación, manejo y aprovechamiento para la operación en Predio de Propiedad Federal.
2. Coordenadas UTM de cada uno de los vértices que conforman el(los) polígono(s) del Predio de Propiedad Federal.
3. Solicitud de Permiso Especial de colecta para realizar los muestreos poblacionales de la especie.
4. Presentación de los resultados de los estudios o muestreos poblacionales de la especie como base para determinar la tasa de aprovechamiento.
5. Apegarse a lo establecido en el "Plan de Manejo Regional de Pepino de Mar" (*I. fuscus*) en la Península de Baja California.
6. Solicitar por escrito autorización para el aprovechamiento de la especie, anexando el pago de derechos correspondiente, según la Ley Federal de Derechos.

7. Una vez dado cumplimiento a lo anterior, la información remitida será evaluada por la Mesa Técnica de Pepino de Mar (*I. fuscus*) en cada estado de la República en coordinación con Delegación Federal de la SEMARNAT correspondiente, para que finalmente la Dirección General de Vida Silvestre emita el resolutivo.

Mesa Técnica de Almeja Pismo y Pepino de Mar en Baja California

En el año 2004, las oficinas estatales de la SEMARNAT y su Dirección General de Vida Silvestre crearon la "Mesa Técnica de Almeja Pismo y Pepino de Mar", mediante un convenio con las instituciones de gobierno y académicas involucradas en el estudio y administración de recursos pesqueros. Las instituciones que forman parte de la Mesa Técnica actualmente, además de SEMARNAT, son SAGARPA, CONAPESCA, SEFOA, PROFEPA, CRIP, UABC y CICESE, como lo marca la LGVS, en sus artículos 7, 11 y 16 (SEMARNAT, 2000). El objetivo de esta Mesa Técnica es emitir opiniones o recomendaciones para la aplicación de medidas que sean necesarias para la conservación y aprovechamiento sustentable de las especies de su atención.

En este contexto, esta Mesa Técnica es el organismo que actualmente se encarga de analizar la problemática relacionada al aprovechamiento de este recurso y definir medidas para su regulación, incluyendo el número de permisionarios de pesca y sus zonas de aprovechamiento, así como establecer las cuotas de aprovechamiento.

En un inicio, la Mesa Técnica prestó mayor atención a la emisión de opiniones técnicas acerca del aprovechamiento de la almeja pismo, recurso importante en la región. Una vez concluidas las actividades que concernían a este recurso, se organizaron sesiones de trabajo para identificar criterios para el aprovechamiento sustentable de la pesquería del pepino de mar en BC. Los principales acuerdos a los que se llegaron a este respecto son: 1) dar

preferencia a los usuarios directos de los recursos en el otorgamiento de permisos de pesca (buzos comerciales), 2) solicitar una evaluación poblacional del recurso para poder emitir una opinión técnica, y 3) dividir la costa oriental de Baja California en tres regiones para las evaluaciones de densidad poblacional: norte, centro y sur. Las instituciones que se harían cargo de dicha evaluación son el CRIP Ensenada y CICESE.

La UABC dejó de participar en la Mesa Técnica en el año 2005, debido a que consideró que no se estaba teniendo en cuenta la información técnica aportada para la administración de la almeja pismo. Una vez iniciadas las sesiones para tratar el tema de la pesquería del pepino de mar, la UABC se reincorporó a las sesiones de trabajo de la Mesa Técnica.

Otorgamiento de polígonos de aprovechamiento

En el año 2005 se otorgaron tres polígonos de aprovechamiento para la pesca de pepino de mar en la región de San Felipe, B.C. Esto sucedió debido a que estas solicitudes no presentaban ningún conflicto entre pobladores del área. Sin embargo, en la región de BLA el principal impedimento para emitir las opiniones técnicas han sido la falta de información técnica-científica, además de los conflictos generados en las solicitudes de los permisos, ya que se traslapan los polígonos de aprovechamiento (SEMARNAT, 2006a; SEMARNAT, 2006b; Martínez, com. pers.⁵).

En la "Reunión Regional para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable del Pepino de Mar *I. fuscus* en la Península de Baja California", llevada a cabo en la ciudad de La Paz, BCS., en marzo de 2005, se acordó la metodología para la evaluación de densidad poblacional y las medidas de manejo en ambos estados de la Península. También se acordó que desde la fecha que tuvo lugar la reunión en adelante, el aprovechamiento del pepino de mar se autorizaría

⁵ Dirección de Pesca, SEFOA. Ensenada, B.C. 2007.

bajo el concepto de "Polígonos de Aprovechamiento Sustentable", para evitar la controversia que se suscitaba al solicitar la autorización como una UMA (discutida en la siguiente sección), ya que la LGVS solicita como requisito para la autorización de UMAS los "títulos que acrediten la propiedad o legítima posesión del promovente" (SEMARNAP, 2000), requisito imposible de cumplir en el área marina.

Las evaluaciones se empezaron a realizar en la región de BLA en noviembre de 2005, a cargo de investigadores del CICESE y con la colaboración de la SPRRL "Buzos de Bahía", sociedad que anteriormente había solicitado autorizaciones de polígonos de aprovechamiento. Estas evaluaciones se han realizado continuamente (hasta febrero de 2007).

Hasta la fecha de preparación de esta tesis (julio de 2007) no ha habido otorgamiento de permisos en la región de BLA. Actualmente la Mesa Técnica sigue sesionando para discutir los resultados recientes de las evaluaciones poblacionales en el Golfo de California y definir las zonas, permisionarios y medidas de regulación.

Administración del pepino de mar en BCS (UMAS)

En el año 2002, comenzó a aplicarse en BCS el establecimiento de UMAS (Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre) para la administración y aprovechamiento del pepino de mar. El sistema de UMAS se encuentra descrito en la Ley General de Vida Silvestre, y tiene como objetivo el "contribuir a compatibilizar y a reforzar mutuamente la conservación de la biodiversidad con las necesidades de producción y desarrollo socioeconómico [en el sector rural] de México" (Poder Ejecutivo Federal, 1997:135).

Aunque este sistema fue diseñado para ser aplicado principalmente en ambientes terrestres, en el año 2003 se otorgaron seis permisos para establecer y operar UMAS de pepino de mar; cuatro de ellos se localizaron en el municipio de Loreto, incluyendo dos dentro del Parque Nacional "Bahía de Loreto". Las cuotas de aprovechamiento en estas UMAS se otorgaron con una vigencia de tres meses (marzo a mayo), las cuales eran del 10% de la biomasa registrada en la zona, equivalente a un promedio de 100 mil organismos por UMA (López, com. pers.⁶). Cada UMA contó con un plan de manejo autorizado y registrado por la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT.

Como instrumento administrativo, las UMAS permiten un mejor control de las actividades pesqueras, tales como el registro de capturas y una mayor eficiencia en los mecanismos de vigilancia. Los usuarios no pueden capturar fuera del perímetro autorizado; sin embargo, pueden establecer áreas de "no captura" con fines de repoblamiento, y en general, se comprometen a conservar el recurso (Herrero-Pérezrul, 2004). En las UMAS, la inspección y vigilancia se coordinan entre las autoridades y productores (Herrero, com. pers.⁷).

Para autorizar el establecimiento de las UMAS para pepino de mar en BCS, en 2003 se desarrolló un proceso de negociación con los actores involucrados en esta pesquería.

En el inicio de este proceso (2002) los solicitantes de autorizaciones de pesca de pepino de mar en BCS firmaron convenios con las instituciones de investigación, para aportar información sobre el estado poblacional del recurso, con la cual se dispuso de soporte técnico-científico para la toma de decisiones. Posteriormente, se integró un grupo de trabajo ("Mesa Técnica") con la participación de autoridades del gobierno municipal, estatal y federal, productores, ONG's, investigadores científicos y demás interesados. Este grupo

⁶ Parque Nacional "Bahía de Loreto", BCS. 2005.

⁷ CICIMAR, La Paz, BCS. 2007.

contó con el respaldo directo del gobernador del estado, quien junto con otras autoridades de Gobierno del Estado apoyó para que se diera apertura a la pesquería. A partir del trabajo de la Mesa Técnica, se otorgaron las primeras autorizaciones para el aprovechamiento de pepino de mar en el 2003, estableciendo como principal acuerdo la condición de que no se generara un conflicto social entre grupos de solicitantes (Herrero, com. pers.⁸).

Como parte de los acuerdos alcanzados, se estableció una veda estacional del 1^{er}o de junio al 30 de septiembre, cubriendo la temporada de reproducción de la especie, así como una temporada de pesca del 1^{er}o de octubre al 31 de mayo. Durante la veda estacional se realizan los estudios de densidad poblacional para realizar el cálculo de la cuota anual de captura para la siguiente temporada. Esta información se envía a las oficinas de la DGVS para su aprobación (Herrero, com. pers.⁸).

El éxito en el desempeño de la Mesa Técnica en BCS radica en la participación de los productores en la toma de decisiones, que a pesar de los conflictos que se suscitaron en torno al otorgamiento de permisos, dio lugar a un acuerdo entre todos los actores involucrados. El Gobernador del Estado de BCS participó activamente promoviendo el otorgamiento de los permisos (Herrero, com. pers.⁸; Martínez, com. pers.⁹).

⁸ CICIMAR, La Paz, BCS. 2007.

⁹ Dirección de Pesca, SEFOA. Ensenada, 2007.

5.4 PROBLEMÁTICA DE LA PESQUERÍA DEL PEPINO DE MAR

5.4.1 Red de síntomas de la problemática de la pesquería de *I. fuscus* en Bahía de los Ángeles

A partir de las percepciones de los actores involucrados se describen y enlistan los síntomas de la problemática de la pesquería de pepino de mar (*I. fuscus*) en BLA. Estos síntomas están ordenados en función de seis categorías causales generales (Danemann, 2002): 1) síntomas derivados de la indefinición en los derechos de propiedad y el libre acceso a los recursos pesqueros, 2) síntomas derivados de la ineficiencia de las instituciones y estructuras administrativas, 3) síntomas derivados de fallas en el sistema de comercialización, 4) síntomas derivados del entorno económico recesivo, 5) síntomas derivados de la falta de organización del sector pesquero a nivel local, y 6) síntomas derivados de la desvinculación del sector pesquero con el sector académico.

1. Síntomas derivados de la indefinición en los derechos de propiedad y el libre acceso a los recursos pesqueros.

La indefinición en los derechos de propiedad y el acceso abierto a los recursos pesqueros en BLA han traído como consecuencia que no se fomente la creación de un sentido de pertenencia para cuidar los recursos pesqueros entre los permisionarios y pescadores libres de la comunidad. Este impacto se acentúa con la distancia que existe con la ciudad de Ensenada, ya que es más difícil que el gobierno implemente mecanismos de vigilancia y administración en la región. Al no contar con restricciones que se puedan hacer cumplir mediante mecanismos de vigilancia, se tiene un aumento en el esfuerzo pesquero, una mayor incidencia de pescadores foráneos, además del efecto del inmediatez entre los pescadores de la región.

El libre acceso a su vez, trae como consecuencia que no se manejen adecuadamente las autorizaciones de polígonos de aprovechamiento, ya que los productores buscan zonas alternas a las establecidas en sus autorizaciones.

Estos síntomas, en conjunto con el inmediatismo y el alto valor económico de la especie (comparado con algunas especies de escama), han traído como consecuencia la sobreexplotación del recurso, ocasionando una alteración en el ecosistema y una disminución en las poblaciones de pepino de mar. Esto provoca que los buzos locales tengan que bucear cada vez en lugares más lejanos y/o a mayores profundidades, para obtener una buena captura (Tabla VII).

Tabla VII. Síntomas derivados de la indefinición en los derechos de propiedad y el libre acceso a los recursos pesqueros.

1. Permisos de pesca mal utilizados (no se respetan las zonas de pesca).
2. Pescadores foráneos (principalmente originarios del estado de Sonora).
3. Inmediatismo (búsqueda de ganancias a corto plazo sin preocuparse por la sustentabilidad de la pesquería).
4. Aumento en el esfuerzo pesquero (por el aumento de pescadores foráneos).
5. Sobreexplotación del recurso.
6. Las poblaciones de pepino de mar son afectadas en su ciclo reproductivo.
7. Poblaciones de pepino de mar decrecientes.
8. Alteración en los ecosistemas marinos.
9. Los buzos comerciales de la comunidad cada vez tienen que bucear en zonas más lejanas y profundas.

2. Síntomas derivados de la ineficiencia de las instituciones y estructuras administrativas.

La falta de un plan para ordenar el sector pesquero en el área es un síntoma importante derivado de la ineficiencia por parte de las instituciones de gobierno involucradas en el manejo de esta pesquería. Por otro lado, existen algunas fallas en las relaciones de las instituciones administrativas con la comunidad, debido en ocasiones a la falta de un sistema eficiente de comunicación entre ambos sectores.

El centralismo es otro problema, ya que genera disposiciones que muchas veces no son aplicables a nivel local y que no concuerdan con las condiciones y necesidades actuales. También está relacionado con la falta de presupuesto y de personal encargado de la vigilancia en esta zona, debido a la lejanía de BLA con la ciudad de Ensenada (550 km), donde se encuentran las oficinas administrativas que regulan esta pesquería. Se ha detectado que las acciones de vigilancia tienen un mayor peso hacia los buzos locales y no hacia los buzos foráneos, creando inconformidades en la comunidad.

Antes de que *I. fuscus* se catalogara como "sujeta a protección especial" en la NOM-059-2001, las autoridades detectaron irregularidades en los registros pesqueros, tales como el que no se registrara el total de las capturas en los avisos de arribo.

Actualmente, existe un traslape de zonas de pesca en las solicitudes de polígonos de aprovechamiento para la pesca del pepino de mar (Tabla VIII). Al respecto, la Mesa Técnica no cuenta con ningún soporte legal para dar una opinión técnica sobre la distribución de las zonas de los polígonos de aprovechamiento, y para formular los criterios para el derecho de acceso a la pesquería. Esto se deriva de una falta de marco legal adecuado, ya que la LGVS no cuenta con disposiciones en materia pesquera e instrumentos de

administración de recursos pesqueros, en este caso catalogados en la NOM-059-2001.

Tabla VIII. Síntomas derivados de la ineficiencia de las instituciones y estructuras administrativas.

10. Lejanía de la autoridad (la administración se concentra en la ciudad de Ensenada).
11. Centralismo en la administración del recurso.
12. No existe un plan para ordenar las pesquerías en el caso específico de BLA.
13. Falta de un sistema de comunicación eficiente entre autoridades y pescadores locales.
14. Traslape de zonas en las autorizaciones de pesca.
15. Autorizaciones de pesca a usuarios foráneos.
16. Falta de presupuesto por parte de las autoridades y personal para la vigilancia.
17. Ineficiente sistema de registro de capturas.
18. Acciones de vigilancia en la comunidad de BLA, y no en zonas y campamentos pesqueros de la región (se revisa en su mayor parte a los buzos de la comunidad, y no a los foráneos).

3. Síntomas derivados de fallas en el sistema de comercialización.

Las fallas en el sistema de comercialización traen como consecuencia la distribución inequitativa de los beneficios económicos de la captura de pepino de mar, ya que las mayores ganancias se perciben en la venta a los exportadores directos del producto, y las ventas de los pescadores locales son solamente a un intermediario.

Actualmente existe un aumento de la demanda en el mercado mundial del producto, lo que ocasiona que haya una mayor demanda de pepino de mar por

intermediarios o comercializadores de la región, y se propicia que los pescadores realicen la pesca ilegal.

Algunos investigadores consideran que existen monopolios en la comercialización de este recurso, lo que trae como consecuencia el que no se permita la introducción de nuevos comercializadores de BLA en los diferentes niveles de la cadena de comercialización.

Tradicionalmente los buzos de la comunidad se han encontrado en el eslabón inicial de la cadena de comercialización, a pesar de ser quienes realizan la extracción del producto y quienes invierten los mayores costos de producción a comparación de los intermediarios (gasolina, mantenimiento del equipo, riesgo de buceo, etc.). Sus ganancias en este nivel de comercialización son menores que las de los intermediarios, ya que el producto se paga a un precio muy bajo en comparación con los precios internacionales. Esto también ocasiona que se tienen que extraer grandes volúmenes del producto para obtener ganancias razonables (Tabla IX).

Tabla IX. Síntomas derivados de fallas en el sistema de comercialización.

19. Los productores se encuentran y no pueden pasar del eslabón inicial de la cadena comercial.
20. Existen intermediarios para la comercialización del producto.
21. Comercialización del producto durante todo el año sin respetar la temporada de reproducción de la especie.
22. Se paga a muy bajo precio a los productores locales, en comparación con lo que se paga a los vendedores del producto en el último eslabón de la cadena

4. Síntomas derivados del entorno económico recesivo.

Existe una migración de población hacia las costas del estado de Baja California, siendo BLA uno de esos sitios, lo que trae como consecuencia nuevos residentes que se dedican a la pesca, regularmente pescadores

ilegales. Esto ocurre debido a que por lo general en sus estados de origen los recursos son escasos (Tabla X). Estas migraciones propician una mayor competencia por la extracción de los recursos y en ocasiones un menor ingreso de los buzos locales. De este entorno se derivan que no hay un aumento de nivel de vida en los buzos de la comunidad.

Tabla X. Síntomas derivados del entorno económico recesivo.

23. Ingresos bajos
24. No hay un aumento en la calidad de vida en los buzos de la comunidad
25. Altos costos de producción.
26. No se utilizan las artes de pesca adecuadas (inseguridad en el buceo).
27. Pesca ilegal (tanto buzos locales como foráneos).

5. Síntomas derivados de la falta de organización del sector pesquero a nivel local.

Algunos síntomas derivados de la falta de organización de los buzos de la comunidad son la falta de solicitudes de permisos de pesca, la falta de regularización de embarcaciones, la falta de un mecanismo para denunciar la pesca ilegal en la región, y la falta de una representación formal del sector pesquero ante las autoridades.

La consecuencia de la falta de autorizaciones en la región es que la comunidad no genera el sentido de pertenencia para cuidar y manejar el recurso, por lo que tampoco se apoyan las acciones de vigilancia que en ocasiones realizan las autoridades. (Tabla XI).

La falta de organización también ocasiona que no se generen recursos para la aplicación de programas de capacitación que permitan que el sector obtenga y opere otro tipo de infraestructura para el procesamiento del producto, así como

capacitación para reducir la inseguridad en el mar y el desarrollo de programas productivos (Tabla XI).

Tabla XI. Síntomas derivados de la falta de organización del sector pesquero a nivel local.

28. Falta de solicitud de permisos de pesca por el sector pesquero local.
29. Falta de regularización de las embarcaciones.
30. Falta de mecanismos y capacitación para hacer denuncias de pesca ilegal en la región.
31. Falta de infraestructura para el procesamiento del producto.
32. Falta de una representación formal ante autoridades.
33. Falta de cultura y educación con respecto al cuidado del ambiente.
34. Falta de capacitación a los buzos de la comunidad.

6. Síntomas derivados de la desvinculación del sector pesquero con el sector académico.

La falta de investigación biológico-pesquera por parte de diferentes instituciones académicas ha traído como consecuencia una falta de conocimiento científico, fundamental para la toma de decisiones en el manejo de la pesquería.

El sector académico tampoco ha realizado un análisis de los escenarios en caso de aplicar diferentes estrategias e instrumentos para la administración de la pesquería. Este análisis sería de gran utilidad en el momento de decidir el tipo de instrumentos que serían más viables en el caso de esta pesquería (Tabla XII).

Tabla XII. Síntomas derivados de la desvinculación del sector pesquero con el sector académico.

35. Falta de información biológico-pesquera de la especie en la región.
36. Falta de análisis de viabilidad de instrumentos aplicables en el caso de esta pesquería en particular.

5.5 ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA DEL PEPINO DE MAR EN BAHÍA DE LOS ÁNGELES

5.5.1 Acciones propuestas por los sectores involucrados para el manejo de la pesquería de *I. fuscus*

A continuación se enlista una serie de acciones propuestas por las personas entrevistadas, pertenecientes a diferentes sectores, como soluciones a los problemas enlistados anteriormente en la red de síntomas (Tabla XIII, dividida en cinco secciones).

De la organización de los productores derivan diversas acciones en materia de vigilancia. Entre estas acciones están el formar un padrón de usuarios y permisionarios de la región para limitar el acceso abierto, la regularización de sus embarcaciones, denunciar la pesca ilegal, e implementar un sistema de vigilancia en conjunto con las autoridades (Tablas XIII-1 y XIII-2).

Entre las acciones que se proponen a realizar por parte de las instituciones administrativas, está el diseño de un plan para ordenar la actividad pesquera mediante la participación de las instituciones involucradas y productores. Estas acciones están relacionadas con la necesidad de implementar programas de apoyo para los productores, entre los que se encuentran cursos de capacitación, programas de educación ambiental, programas para darle valor agregado al producto mediante la instalación de plantas procesadoras, y programas de seguridad en el buceo, contemplando la instalación de una cámara hiperbárica para atender accidentes de buceo (Tablas XIII-2 y XIII-3).

En cuanto a investigación sobre el pepino de mar (*I. fuscus*), es necesario hacer estudios de densidad poblacional antes y después de cada temporada de pesca. Entre otros estudios biológicos es necesario el estudio de dispersión de larvas, para hacer la identificación de zonas donde habitan los organismos

juveniles. También se proponen estudios para evaluar el potencial que tienen otras especies de ser explotadas mediante la pesca de buceo, para alternar estas pesquerías con la de pepino de mar (por ejemplo, diferentes especies de almeja y de pulpo) (Tabla XIII-4).

Otra propuesta es el otorgar cuotas de captura para cada temporada de pesca, las cuales deberán ser establecidas con estudios de densidad poblacional realizados durante la temporada de veda de la especie (Tabla XIII-5).

Se plantea también el que los permisos de pesca sean por polígonos o zonas de aprovechamiento; en un esquema similar al utilizado actualmente en Baja California Sur (Tabla XIII-5).

Las vedas estacionales deben cubrir la temporada de reproducción de la especie (junio a septiembre). Se propone que durante las vedas se realice la explotación de recursos alternos, tales como el pulpo o la almeja generosa. Las temporadas de pesca se proponen para la época de invierno (octubre a marzo) (Tabla XIII-5).

La talla mínima de captura está definida como uno de los acuerdos en el "Plan de Manejo Regional para la pesquería de *I. fuscus* en la Península de Baja California", aunque se menciona que en cada región en particular del Golfo de California se puede establecer un nuevo límite, de acuerdo a las características de las poblaciones de esa región. En el caso particular de BLA se puede establecer un límite distinto de acuerdo a los estudios recientes de las poblaciones de toda la zona (Tabla XIII-5).

Debe existir una vinculación entre los sectores académico y pesquero con el fin de que el primero sea el que se encargue de los análisis de los estudios de densidad poblacional (Tabla XIII-5).

Tabla XIII. Acciones propuestas por los sectores involucrados para el manejo de la pesquería del pepino de mar.

1. Acciones de ordenamiento pesquero

1. Diseñar un plan para ordenar la pesquería del pepino de mar, que contemple la capacitación del personal para llevar a cabo dicho plan.
2. Integrar un padrón de buzos y permisionarios de la región.
3. Revocar permisos mal otorgados.
4. Otorgar permisos sólo a grupos de pescadores locales.
5. Regularizar las embarcaciones de los buzos de la comunidad.
6. Organizar a los buzos locales en grupos productivos.
7. Establecer programas de capacitación en seguridad para los buzos de la región, incluyendo la instalación de una cámara hiperbárica para el tratamiento de accidentes de buceo.
8. Buscar actividades alternas compatibles con la pesca.
9. Implementar programas de cultura y educación ambiental en la comunidad.

2. Acciones de administración y vigilancia

10. Otorgar concesiones para el aprovechamiento de pepino de mar.
11. Controlar el esfuerzo pesquero.
12. Conformar un comité de productores para establecer un precio para el producto en toda la región de BLA.
13. Establecer como modelo de concesión las UMAS de BCS.
14. Implementar políticas de desarrollo estatal que incluyan el establecimiento de un Área Natural Protegida como instrumento para el manejo de la pesquería.
15. Implementar un programa de manejo que incluya la participación de los diferentes actores, principalmente de los productores (comanejo).
16. Llevar a cabo denuncias de actos de pesca ilegal.
17. Mayor constancia en las visitas realizadas por parte de los inspectores de pesca.

18. Implementar un sistema de vigilancia que integre autoridades y pescadores locales.
19. Establecer una oficina de pesca en la comunidad.
20. Transferir funciones del gobierno federal a personas de la comunidad en materia de vigilancia.
21. Capacitar personal nuevo en materia de vigilancia y eliminar la corrupción.

3. Acciones de comercialización

22. Buscar otros mercados para el producto.
23. Establecer programas de apoyo para darle valor agregado al producto, que contemplen la instalación de una planta para el mantenimiento y procesamiento del producto.

4. Acciones de investigación

24. Promover la realización de estudios del potencial de acuicultura de pepino de mar en la región.
25. Efectuar una evaluación poblacional antes y después de cada temporada de pesca.
26. Promover la realización de estudios de indicadores ambientales.
27. Promover la realización de estudios de dispersión de larvas.
28. Promover la realización de estudios del potencial pesquero de otras especies mediante la pesca de buceo.
29. Promover la realización de estudios del ecosistema marino de la región de BLA.
30. Identificar zonas de reproducción.

5. Acciones de manejo para la pesquería

31. Establecer cuotas de captura para cada temporada de pesca.
32. Diseñar un calendario anual de la explotación de diversos recursos mediante la pesca de buceo.
33. Establecer un sistema de rotación de zonas.
34. Establecer una talla mínima de captura.
35. Realizar la captura de *I. fuscus* solamente durante el día.

5.6 INSTRUMENTOS APLICADOS PARA EL MANEJO PESQUERO Y PROPUESTAS DE LOS DISTINTOS SECTORES INVOLUCRADOS

Con el objetivo de valorar los instrumentos utilizados para la pesquería de *I. fuscus* en Baja California Sur y las islas Galápagos, junto con las propuestas y alternativas de manejo que realizaron los sectores involucrados en esta pesquería, se comparó cada instrumento de manejo entre estos sitios (Tabla XIV). El total en la Tabla XIV se refiere a la frecuencia de aplicación de cada instrumento.

En esta misma Tabla se observa que los instrumentos que se han aplicado en diferentes lugares y que además fueron propuestos por alguno de los sectores involucrados, son: 1) vedas estacionales, 2) licencias y permisos de pesca, 3) monitoreo continuo de las actividades pesqueras, y 4) reportes de pesca (bitácoras). Además de que estos instrumentos han sido implementados en otras regiones, fueron propuestos por algún sector involucrado, y por lo tanto tienen el potencial de tener un mayor éxito al implementarlos en el manejo de la pesquería de *I. fuscus*.

Con este análisis se detectaron los instrumentos que pueden ser viables en el caso de la pesquería de *I. fuscus*. Los instrumentos que no se han utilizado en ningún sitio de los comparados o que no fueron propuestos se descartaron del análisis de aptitud y viabilidad.

Tabla XIV. Instrumentos utilizados en el manejo de las pesquerías de Galápagos y Baja California Sur, además de los propuestos por los sectores involucrados en la pesquería de *I. fuscus* en BLA.

Instrumento	Galápagos	BCS	Sectores	Total
1. Intervención directa (comando y control)				
1.1 Regulación directa sobre el volumen de las capturas				
• Captura total permisible	x	x	x	3
1.2 Regulación directa sobre la composición de las capturas				
• Vedas estacionales	x	x	x	3
• Cierre de zonas de reproducción	x	x	x	3
• Reservas marinas	x		x	2
• Talla mínima	x	x	x	3
1.3 Regulación directa sobre el esfuerzo pesquero				
• Temporadas de pesca	x	x	x	3
1.4 Restricciones tecnológicas sobre las artes de pesca				
• Profundidad de buceo				0
2. Áreas Naturales Protegidas				
• Reserva de la Biosfera o Parque Nacional	x	x	x	3
3. Restricciones de acceso				
• Derechos territoriales y concesiones de pesca no transferibles (TURFs)			x	1
• Derechos de pesca sobre porciones de captura, no transferibles (CTP por buzo registrado)	x			1
• Licencias y permisos	x	x	x	3
• Zonificación costera (rotación de zonas)	x		x	2
• Caletas de pesca				0
• UMAS		x	x	2
4. Jurídicos				
• Asociaciones civiles			x	1
• Sociedades mercantiles	x	x	x	3
5. Formativos e informativos				
• Persuasión moral				0
• Educación ambiental			x	1
6. Monitoreo				
• Monitoreo continuo de las actividades pesqueras	x	x	x	3
• Reportes de pesca (bitácoras)	x	x	x	3
• Registro pesquero	x	x	x	3
7. Planeación				
• Calendario de pesca	x			1
8. Investigación				
• Biología básica	x	x	x	3
• Evaluación del stock	x	x	x	3
• Parámetros pesqueros	x	x		2
• Indicadores socioeconómicos	x		x	2
• Modelaje de captura máxima sostenible	x			1

5.6.1 Análisis de aptitud y viabilidad de los instrumentos de manejo pesquero seleccionados

Para analizar la aptitud para forzar los cambios deseados, aceptabilidad y viabilidad de aplicación de cada instrumento, se utilizaron 13 criterios de evaluación (Danemann, 2002): 1) sustentabilidad, 2) eficiencia económica, 3) efectividad, 4) equidad, 5) tiempo para generar cambios, 6) aplicabilidad local, 7) aceptación local, 8) aceptación política, 9) viabilidad organizacional, 10) viabilidad técnica, 11) viabilidad administrativa, 12) viabilidad financiera y 13) viabilidad legal. Estos criterios se describen a continuación.

Criterios para la evaluación de aptitud y viabilidad de los instrumentos (Danemann, 2002).

- 1. Sustentabilidad.** Evalúa en qué medida la aplicación de un instrumento determinado puede inducir, producir o forzar cambios sistémicos que resulten en pesquerías sustentables.
- 2. Eficiencia económica.** Evalúa qué tan eficiente (en función de los costos de implementación y los beneficios esperados) sería la aplicación de un instrumento determinado.
- 3. Efectividad.** Evalúa el impacto que pudiera tener la aplicación de un instrumento determinado, como función directa del número de objetivos del cambio sobre los que potencialmente podría incidir.
- 4. Equidad.** Evalúa en qué medida la implementación de un instrumento determinado promovería una distribución más equitativa de los beneficios generados por la explotación de la pesquería de *I. fuscus* en BLA entre quienes participan en esta pesquería.

5. **Tiempo para generar resultados.** Evalúa que tanto tiempo a partir de su aplicación requeriría un instrumento determinado para producir, inducir o forzar el o los cambios sistémicos deseados.
6. **Aplicabilidad local.** Evalúa en qué medida un instrumento determinado puede implementarse a partir de estructuras locales de administración.
7. **Aceptabilidad social.** Evalúa qué tan aceptable o conflictiva sería la aplicación de un instrumento determinado por parte de los que serían afectados por dicha medida.
8. **Aceptabilidad política.** Evalúa qué tan aceptable sería la aplicación de un instrumento determinado por parte de las autoridades gubernamentales.
9. **Viabilidad organizacional (nivel local).** Evalúa si existe o si sería factible generar en la localidad la organización necesaria para la aplicación de un instrumento determinado.
10. **Viabilidad técnica.** Evalúa si existe o si sería factible formar o contratar los recursos humanos necesarios para la aplicación de un instrumento determinado.
11. **Viabilidad administrativa.** Evalúa si existe la estructura administrativa necesaria para aplicar un instrumento determinado.
12. **Viabilidad financiera.** Evalúa si existen los recursos necesarios para aplicar un instrumento determinado.
13. **Viabilidad legal.** Evalúa si la aplicación de un instrumento determinado es legal en función del marco jurídico vigente.

Para evaluar los instrumentos se utilizó una \checkmark o una x , de acuerdo a si cumple o no con los criterios de evaluación que se muestran en la Tabla XV.

Tabla XV. Evaluación para los criterios de selección de instrumentos para la administración pesquera.

Criterio	Evaluación
Sustentabilidad	√ Su aplicación resulta en mayor sustentabilidad de la pesquería x Su aplicación no resulta en mayor sustentabilidad de la pesquería
Eficiencia económica	√ Beneficios mayores a los costos económicos de aplicación x Beneficios menores a los costos económicos de aplicación
Efectividad	√ Potencial para incidir sobre tres o mas objetivos del cambio x Potencial para incidir sobre menos de tres objetivos del cambio
Equidad	√ Aplicación genera una distribución más equitativa de los beneficios de la pesca x Aplicación no genera una distribución más equitativa de los beneficios de la pesca
Tiempo para generar res.	√ El tiempo que tarda en generar resultados es a corto plazo x El tiempo que tarda en generar resultados es a largo plazo
Aplicabilidad local	√ Se puede implementar a partir de estructuras locales de administración x No se puede implementar a partir de estructuras locales de administración
Aceptabilidad social	√ Su aplicación sería aceptada por la comunidad x Su aplicación no sería aceptada por la comunidad
Aceptabilidad política	√ Su aplicación sería aceptada por las instituciones administrativas x Su aplicación no sería aceptada por las autoridades administrativas
Viabilidad organizacional	√ Existe la organización necesaria para su aplicación x No existe la organización necesaria para su aplicación
Viabilidad técnica	√ Existen los recursos humanos necesarios para su aplicación x No existen los recursos humanos necesarios para su aplicación
Viabilidad administrativa	√ Existe la estructura administrativa necesaria para su aplicación x No existe la estructura administrativa necesaria para su aplicación
Viabilidad financiera	√ Existen los recursos económicos necesarios para su aplicación x No existen los recursos económicos necesarios para su aplicación
Viabilidad legal	√ Su aplicación es legal en el marco jurídico vigente x Su aplicación no existe en el marco jurídico vigente

En la Tabla XVI se realiza una evaluación multicriterio de los instrumentos de manejo pesquero seleccionados, utilizando los criterios de evaluación descritos en esta sección.

Tabla XVI. Evaluación multicriterio de los instrumentos para el manejo de la pesquería del pepino de mar.

Peso relativo por criterio (Danemann, 2002)	Aptitud y aceptabilidad									Viabilidad					
	22.2	8.3	19.4	13.9	5.6	13.9	13.9	2.8	Calif.	26.7	13.3	6.7	20.0	33.3	Calif.
Instrumento	Sustentab.	Efic. económ.	Efectividad	Equidad	Tiempo	Aplic. local	Acep. social	Acep. pol.		V. organiz.	V. técnica	V. adminis.	V. financiera	V. legal	
1. Intervención directa (comando y control)															
1.1 Regulación directa sobre el volumen de las capturas															
• Captura total permisible	√	√	√	√	√	√	√	√	100	√	√	√	√	√	100
1.2 Regulación directa sobre la composición de las capturas															
• Vedas estacionales	√	√	√	x	√	√	√	√	86.1	√	√	√	√	√	100
• Cierre de zonas de reproducción	√	√	√	x	√	√	√	√	86.1	√	√	x	√	√	93.3
• Reservas marinas	√	√	√	x	x	√	√	√	80.5	√	√	x	√	√	93.3
• Talla mínima	√	√	√	x	√	√	√	√	86.1	√	√	√	√	√	100
1.3 Regulación directa sobre el esfuerzo pesquero															
• Temporadas de pesca	√	√	√	x	√	√	√	√	86.1	√	√	√	√	√	100
2. Áreas Naturales Protegidas															
• Reservas de la Biosfera o Parques Nacionales	√	√	√	√	x	√	√	√	86.1	√	√	√	x	√	80
3. Restricciones de acceso															
• Derechos territoriales y concesiones de pesca no transferibles (TURFs)	√	√	√	√	x	√	x	x	77.7	√	√	x	x	x	40
• Derechos de pesca sobre porciones de captura, no transferibles (CTP por buzo registrado)	√	√	x	√	√	x	x	x	50	x	x	x	x	x	0
• Zonificación costera (rotación de zonas)	√	√	√	x	√	√	√	√	86.1	√	√	x	x	x	40
• UMAS (Polígonos de Aprovechamiento)	√	√	√	x	√	√	√	√	86.1	√	√	√	√	√	100
4. Jurídicos															
• Asociaciones civiles	x	√	x	x	x	√	√	√	38.9	√	√	√	√	√	100

Continuación	Aptitud y aceptabilidad									Viabilidad					
	22.2	8.3	19.4	13.9	5.6	13.9	13.9	2.8	Calif.	26.7	13.3	6.7	20.0	33.3	Calif.
Peso relativo por criterio (Danemann, 2002)	Sustentab.	Efic. económ.	Efectividad	Equidad	Tiempo	Aplic. local	Acep. social	Acep. pol.		V. organiz.	V. técnica	V. adminis.	V. financiera	V. legal	
• Sociedades mercantiles	x	√	√	√	√	√	√	√	77.8	√	√	√	√	√	100
5. Formativos e Informativos															
• Educación ambiental	√	x	x	x	x	√	√	√	52.8	√	√	√	√	√	100
6. Monitoreo															
• Monitoreo continuo de las actividades pesqueras	√	√	√	x	√	√	√	√	86.1	√	√	x	√	x	60
• Reportes de pesca (bitácoras)	√	√	√	x	√	√	√	√	86.1	√	√	x	√	x	60
• Registro pesquero	√	√	√	x	√	√	√	√	86.1	√	√	x	x	x	40
7. Planeación															
• Calendario de pesca	√	√	√	x	√	√	√	√	86.1	√	√	x	x	x	40
8. Investigación															
• Biología básica	√	√	√	x	x	√	√	√	80.5	√	√	x	x	x	40
• Evaluación del stock	√	√	√	x	√	√	√	√	86.1	√	√	x	x	x	40
• Parámetros pesqueros	√	√	√	x	√	√	√	√	86.1	√	√	x	x	x	40
• Indicadores socioeconómicos	x	x	x	x	x	√	√	√	30.6	√	√	x	x	x	40
• Modelaje de captura máxima sostenible	√	x	x	x	x	√	√	√	52.8	√	√	x	x	x	40

En función de los resultados obtenidos a través de la evaluación multicriterio, los instrumentos fueron clasificados en cuatro grupos: I. Instrumentos con Aptitud alta (>80) y Viabilidad alta (>60), II. Instrumentos con Aptitud alta (>80) y Viabilidad baja (<60), III. Instrumentos con Aptitud baja (<80) y Viabilidad alta (>60), y IV. Instrumentos con Aptitud baja (<80) y Viabilidad baja (<60) (Tabla XVII). Mientras que la aptitud puede considerarse como una medida del potencial de cada instrumento para producir los resultados esperados, la viabilidad indica si los instrumentos son aplicables en la situación actual, o si pudieran aplicarse solo en condiciones modificadas (escenario idealizado). Esta clasificación indica qué instrumentos pueden aplicarse en la situación actual, y cuales requieren modificaciones institucionales y/o estructurales para su implementación (Danemann, 2002).

Los instrumentos que tienen aptitud y viabilidad alta son los que tienen un mayor potencial para producir los resultados esperados y que son aplicables en la situación actual (Tabla XVII). El hecho de que un instrumento esté catalogado como que no es viable desde el punto de vista legal, no quiere decir que su implementación no está permitida, sino que su aplicación aún no está contemplada en el marco legal mexicano para la administración de especies protegidas, como en el caso de *I. fuscus*. Este es el caso de la mayoría de los instrumentos listados a continuación.

Tabla XVII. Clasificación de los instrumentos de acuerdo a su aptitud y viabilidad.

Escenario actual	Escenario idealizado
Aptitud alta (>80) - Viabilidad alta (>60)	Aptitud alta(>80) - Viabilidad baja (<60)
Captura Total Permisible UMAS (Polígonos de Aprovechamiento) Temporadas de pesca Vedas estacionales Talla mínima Cierre de zonas de reproducción Reservas marinas Áreas Naturales Protegidas Monitoreo de actividades pesqueras Bitácoras	Rotación de zonas Registro pesquero Calendario de pesca Evaluación del stock Estudios de biología básica Evaluación de parámetros pesqueros
Aptitud baja(<80) - Viabilidad alta(>60)	Aptitud baja(<60) - Viabilidad baja(<60)
Asociaciones civiles Sociedades mercantiles Educación ambiental	CTP por buzo Modelaje de Captura Máxima Sostenible TURFS

La Captura Total Permisible (CTP) es el equivalente a las cuotas de aprovechamiento sustentable que se contemplan en el establecimiento de UMAS en la LGVS, y por lo tanto su aplicación tiene una alta viabilidad. Estas

cuotas serían aceptadas socialmente debido a que los mismos sectores involucrados las propusieron como un instrumento de manejo.

Las UMAS han sido utilizadas exitosamente en BCS, y han demostrado ser eficientes en el control y manejo de la pesquería de pepino de mar, a pesar de que el marco legal no las contempla para ser utilizadas en el manejo de recursos pesqueros. Por disposición de la DGVS, las UMAS a partir del 2005 serán nombradas como Polígonos de Aprovechamiento Sustentable (equivalentes a los permisos de pesca). Estos Polígonos son viables y tienen la aptitud para generar los cambios deseados, además son un instrumento aceptado política y socialmente. Es un instrumento que es necesario para tener un control de los usuarios de la pesquería, y para limitar el acceso abierto.

Las temporadas de pesca son un instrumento necesario para lograr una mayor sustentabilidad de la pesquería. Junto con las vedas estacionales las temporadas de pesca deben formar parte del programa de manejo de la pesquería de *I. fuscus*, ya que es necesario proteger a la especie de la captura anual.

Las vedas estacionales están contempladas como instrumento en la LGVS para el sistema de UMAS, y por lo tanto son un instrumento viable desde el punto de vista legal, y con un alto potencial de éxito debido a que cumplen con la mayoría de los criterios de evaluación y han sido un instrumento comúnmente aplicado para el manejo de esta pesquería en otros lugares. Además, cumplen con el criterio de sustentabilidad debido a que cubren la temporada de reproducción de la especie.

La talla mínima es un instrumento que cumple con la mayoría de los criterios de evaluación. Socialmente es una medida de manejo propuesta, además de que su aplicación está como uno de los acuerdos a los que se llegó en la "Reunión Regional para el Aprovechamiento Sustentable del Pepino de Mar *I. fuscus*".

El cierre de zonas de reproducción es viable, aunque en un inicio se tiene que empezar por hacer las evaluaciones de las poblaciones de *I. fuscus* para identificar las zonas donde se encuentran los sitios de reproducción de la especie y donde habitan los primeros estadios de vida de la misma.

Las reservas marinas también tienen una alta aptitud y viabilidad. El tiempo que tardarían en generar cambios no sería a corto plazo debido a que se necesita un monitoreo y vigilancia constante para determinar si existen dichos cambios. Es necesario empezar a plantear reservas marinas en diferentes sitios de la región.

Aunque las ANPs necesitan una estructura administrativa muy compleja, su viabilidad es alta. La región de BLA ha sido decretada como Reserva de la Biosfera (Poder Ejecutivo Federal, 2007), la cual es aceptada socialmente en la comunidad.

El monitoreo continuo de las actividades pesqueras es necesario debido a que es el principal componente de las actividades de vigilancia y sin el cual la mayor parte de los problemas de la pesca continuarían sin resolver.

Las bitácoras de pesca son altamente viables y son un instrumento importante que forma parte del monitoreo y vigilancia.

Los instrumentos que tienen aptitud alta y viabilidad baja, tienen un alto potencial para producir los resultados esperados pero no son aplicables en la situación actual, sino que se tienen que modificar algunas condiciones para su implementación (Tabla XVII). A pesar de esto su aplicación es importante y en todos los casos se pueden modificar las condiciones para su aplicación. La mayor parte de estos instrumentos no cumple con la viabilidad legal, pero como se mencionó anteriormente, aunque la legislación mexicana (en este caso, la ley general de vida silvestre) no contempla su aplicación, tampoco la prohíbe.

La zonificación costera o rotación de zonas es un instrumento viable y es aceptado social y políticamente. Su aplicación generaría una mayor sustentabilidad para la pesquería, debido a que este instrumento permite descansar zonas de pesca para su repoblamiento.

El registro pesquero tiene que ir a la par con las actividades de monitoreo y bitácoras de pesca. El tiempo que tardaría en generar resultados es incierto, ya que en un principio se necesitaría implementar un sistema más efectivo para llevar a cabo los registros y eliminar información dudosa e incierta. Su viabilidad en la actualidad es baja debido a que no existe la administración ni el financiamiento requeridos.

El calendario de pesca es viable y su aplicación sería de gran utilidad, detallando las actividades de manejo que se realizarán cada temporada en un determinado periodo de tiempo.

En cuanto a investigación, el rubro mas importante es la evaluación del *stock*, ya que se necesita realizar antes y después de cada temporada, junto con los parámetros pesqueros, que también necesitan estar dentro de las actividades de monitoreo para mantener los niveles de esfuerzo bajo control.

Los instrumentos que tienen una aptitud baja y una viabilidad alta tienen un bajo potencial para producir los resultados esperados, pero su aplicación se puede implementar en las condiciones actuales (Tabla XVII). Aunque el potencial que tienen para producir los resultados esperados es bajo, su aplicación es necesaria debido a que son instrumentos auxiliares importantes para poder llevar a cabo la implementación de otros.

Las asociaciones civiles cuentan con aceptabilidad política y social, además de que su implementación es viable. Sin embargo, junto con su carácter no lucrativo, este instrumento no es apto para cumplir directamente con los demás criterios.

Las sociedades mercantiles son viables y de hecho son un instrumento que se necesita implementar en el sector pesquero, ya que son la base de su organización. Sin embargo, no cumplen directamente con el criterio de sustentabilidad, y el tiempo en que se empezaría a ver resultados es incierto, depende de la sociedad en sí.

La educación ambiental tampoco cumple directamente con los criterios de aptitud, pero tiene una alta viabilidad. Aunque no cumpla directamente con alguno de los criterios, es importante que se empiece a implementar en toda la comunidad.

Los instrumentos que tienen una aptitud y viabilidad bajas tienen un bajo potencial para producir los resultados esperados y se tendrían que modificar algunas condiciones actuales para su implementación (Tabla XVII).

La CTP por buzo registrado tendría éxito en un escenario en el que las actividades de monitoreo y vigilancia fueran muy eficientes, aunado a la aceptación social, generando equidad en los beneficios de la pesca. Sin embargo, en este caso sería difícil de implementar debido a que en un inicio no contaría con la aceptabilidad social y política en la región, por lo que su aplicación no sería viable y sus antecedentes no han logrado buenos resultados como en el caso de esta pesquería en las Galápagos.

Los TURFS cumplen con el criterio de sustentabilidad, pero su aceptación social y política sería baja. Aunque su aptitud y viabilidad son bajas para el caso de la pesquería de *I. fuscus* en la región de BLA, se han utilizado en otros lugares del mundo con buenos resultados.

El modelaje de Captura Máxima Sostenible no es viable en la actualidad; sin embargo, podría ser implementado una vez que se hayan llevado a cabo los estudios de densidad poblacional, parámetros pesqueros y la biología básica del recurso.

6. CONCLUSIONES

6.1 PROPUESTA DE PROGRAMA DE MANEJO PARA LA RECUPERACIÓN, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DEL PEPINO DE MAR DURO (*Isostichopus fuscus*) EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA "BAHÍA DE LOS ÁNGELES Y CANALES DE BALLENAS Y SALSIPUEDES", B.C.

En los capítulos precedentes se presenta la información y sustento que valida la presente propuesta de manejo para la pesquería de *I. fuscus*.

A continuación se presenta la información, resumida, en forma de ficha ejecutiva, en un formato expedito y útil para la toma de decisiones, similar al utilizado en la Carta Nacional Pesquera.

PROGRAMA DE MANEJO PESQUERO
PEPINO DE MAR “DURO” (*Isostichopus fuscus*)
EN BAHÍA DE LOS ÁNGELES, B.C.

APLICACIÓN DE ESTE PROGRAMA	
Región pesquera	Costa oriental del estado de Baja California, entre Punta San Francisquito – Punta La Asamblea (Golfo de California).
Oficina de pesca	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bahía de los Ángeles
Comunidades y/o campos pesqueros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bahía de los Ángeles ▪ Las Animas ▪ San Francisquito ▪ El Barril
Vigencia	1° de enero al 31 de diciembre de 2008

GENERALIDADES Y ESTADO ACTUAL	
Objetivo del programa	Propiciar la recuperación, conservación y aprovechamiento sustentable de las poblaciones de pepino de mar “duro” (<i>Isostichopus fuscus</i>) en Bahía de los Ángeles (BLA), Baja California.
Aspectos biológicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Invertebrado bentónico que habita en sustratos rocosos, desde aguas someras hasta 40 m de profundidad. ▪ Crecimiento alométrico (crece más a lo largo que a lo ancho). ▪ Talla y peso mínimos en BLA: 3.9 cm y 20 g. ▪ Talla y peso máximos en BLA: 31.0 cm y 1288 g. ▪ Ciclo reproductor anual, con desove de junio a septiembre (verano). ▪ Edad de primera madurez: cinco años, equivalente a un peso de 367 g y a una longitud de 20.9 cm. ▪ Edad de máximo rendimiento (asegurando dos ciclos reproductivos): 6.9 años. ▪ Biomasa en la Reserva de la Biosfera “Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes” (RBBLA):

	1498.9 ton (promedio métodos de barrido y de APV).
Pesquería	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Método de pesca: recolección manual utilizando equipo de buceo semi autónomo tipo "hooka". ▪ Áreas de pesca: zonas rocosas de la franja costera peninsular e insular, localizadas entre Punta La Asamblea al norte y Punta San Francisquito al sur, abarcando los canales de Ballenas y Salsipuedes, y la Isla Ángel de la Guarda. ▪ Temporada de pesca: todo el año, con un mayor rendimiento de diciembre a marzo (invierno). ▪ Comercialización: fresco o precocido en salmuera. ▪ Precio en playa: \$16-\$18 /kg fresco; \$160-\$170/kg precocido. ▪ Mercado: exportación a los países asiáticos. ▪ CPUE: 59.86 ton/embarcación/año (promedio del 2004 y 2005).
Administración	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Marco legal: especie sujeta a protección especial en la NOM-059-ECOL-2001. Aprovechamiento regulado por Ley General de Vida Silvestre. ▪ Administración por medio de "Polígonos de Aprovechamiento Sustentable", expedidos por la Dirección General de Vida Silvestre, siguiendo recomendaciones de la "Mesa Técnica de Almeja Pismo y Pepino de Mar" (coordinada por la Delegación Estatal de SEMARNAT en Baja California). ▪ Cada polígono cuenta con una "cuota de aprovechamiento" asignada a partir de evaluaciones <i>in situ</i>.
Problemática	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pesca ilegal (pescadores locales y foráneos). ▪ Inmediatismo en el uso del recurso. ▪ Extracción del producto durante todo el año sin respetar la temporada de reproducción de la especie. ▪ Poblaciones mermadas por la sobreexplotación. ▪ Sistema de registro de capturas ineficiente. ▪ Falta de presupuesto (autoridades) y personal para vigilancia.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de mecanismos y capacitación para hacer denuncias de pesca ilegal. ▪ Administración centralizada y lejanía de las autoridades (oficinas administrativas en la ciudad de Ensenada). ▪ Intermediarios en la comercialización del producto. ▪ Falta de infraestructura para el procesamiento del producto. ▪ Falta de un sistema eficiente de comunicación entre pescadores y gobierno. ▪ Falta de regularización de las embarcaciones de los pescadores locales. ▪ Vacíos en el marco legal. ▪ Falta de información biológico-pesquera de la especie en la región.
--	---

CRITERIOS BÁSICOS DE APROVECHAMIENTO	
Cuota de aprovechamiento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 10% de la biomasa estimada. ▪ 149.9 ton, equivalentes a 272,843 organismos a partir de la edad de 6.9 años.
Tallas mínima y máxima de captura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mínima: 20.6 cm, equivalente a un peso promedio de 549.4 g, y a una edad de 6.9 años. ▪ Máxima: 26.3 cm, equivalente a un peso promedio de 936.6 g, y a una edad de 17.9 años, con el propósito de realizar estudios de reproducción y longevidad con estos organismos.
Temporada de pesca	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1º de octubre al 31 de mayo.
Veda	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1º de junio al 30 de septiembre.
Artes y métodos permitidos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colecta manual utilizando equipo de buceo semiautónomo tipo "hookah". ▪ Capturas exclusivamente diurnas.
Investigación y registro	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muestreos pesqueros (conteo de organismos) para la estimación de densidad poblacional cada tres meses durante la temporada de pesca (incluyendo el inicio y el

	<p>final de la misma).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Muestreo biométrico (longitud y peso) al inicio de cada temporada. ▪ Llenado obligatorio de bitácoras de pesca diarias.
Otras consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Las cuotas de aprovechamiento se emitirán en número de individuos. ▪ Se deben respetar las disposiciones de los programas de manejo de la RBBLA y del Parque Nacional "Zona Marina del Archipiélago de San Lorenzo". ▪ Se deben elaborar tasas de conversión de peso en las diferentes etapas del procesamiento del producto.
Indicadores para evaluación del programa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimación anual de biomasa (métodos de barrido y APV). ▪ Análisis de tallas. ▪ Distribución y abundancia de organismos. ▪ Valoración total de captura anual.

PLAN DE TRABAJO PARA EL MANEJO DE LA PESQUERÍA

Administración	<p>Objetivo 1. Mejorar la comunicación entre autoridades, permisionarios y demás interesados en la pesquería.</p> <p>Actividad 1.1. Promover la integración y reglamentar la operación de un comité con productores, autoridades, investigadores, y demás interesados en la pesquería del pepino de mar en BLA. Los objetivos primordiales de este comité son: a) mejorar comunicación, b) participar en el proceso de toma de decisiones, c) fomentar la legalidad de los pescadores locales. Responsable: Delegación SEMARNAT en BC. Corto plazo.</p> <p>Objetivo 2. Reglamentar el acceso a la pesquería.</p> <p>Actividad 2.1. Elaborar un padrón de productores. Responsable: Delegación SEMARNAT en BC. Corto plazo.</p> <p>Actividad 2.2. Rotulación de pangas autorizadas para la pesquería. Responsable: Productores. Corto plazo.</p> <p>Actividad 2.3. Credencialización de productores con polígono de aprovechamiento autorizado. Responsable: Delegación de SEMARNAT en BC. Corto plazo.</p> <p>Actividad 2.4 Solicitar dentro de las condicionantes para recibir un polígono de aprovechamiento un registro del número de equipos y buzos que participarán en la actividad. Responsable: Delegación de SEMARNAT en BC. Corto plazo.</p> <p>Objetivo 3. Eliminar la ilegalidad en la pesquería del pepino duro.</p> <p>Actividad 3.1 Publicar una descripción de los requisitos y</p>
-----------------------	--

	<p>procedimientos para la solicitud de polígonos de aprovechamiento, a los efectos de eliminar la discrecionalidad y asegurar la transparencia en el otorgamiento de estos polígonos. Responsable: Delegación de SEMARNAT en BC. Corto plazo.</p> <p>Actividad 3.2 Publicar una lista de las personas que cuentan con autorización de un polígono de aprovechamiento, así como el estado actualizado (por temporada de pesca) de solicitantes. Responsable: Delegación de SEMARNAT en BC. Corto plazo.</p> <p>Objetivo 4. Incrementar la representatividad de los pescadores locales ante las autoridades, y su participación en la toma de decisiones para el manejo de la pesquería.</p> <p>Actividad 4.1 Promover la organización de los pescadores locales en sociedades productivas. Responsable: Delegación de SEMARNAT en BC, Productores. Corto plazo.</p> <p>Actividad 4.2 Promover que los pescadores locales obtengan autorizaciones de polígonos de aprovechamiento. Responsable: Delegación de SEMARNAT en BC, productores. Corto plazo.</p> <p>Objetivo 5. Crear un fondo para realizar investigación sobre el pepino.</p> <p>Actividad 5.1 Aportar el 5% de la facturación de la producción para actividades de investigación. Responsable: Productores, Comité de administración. Corto plazo.</p> <p>Actividad 5.2 Realizar convenios con centros de investigación y universidades para realizar los estudios necesarios para la toma de decisiones. Responsable: Comité de administración. Corto plazo.</p>
Vigilancia	<p>Objetivo 6. Combatir la pesca ilegal del pepino duro (<i>Isostichopus fuscus</i>) en la región de BLA.</p> <p>Actividad 6.1. Integrar y reglamentar un comité de vigilancia donde participen productores, CONAPESCA, PROFEPA, SEMAR, el Ejército Mexicano, CONANP y los gobiernos estatal y municipal. Responsable: Delegación de SEMARNAT en BC. Corto plazo.</p> <p>Actividad 6.2 Realizar patrullajes en las zonas de pesca durante toda la temporada de pesca, así como durante todo el periodo de la veda estacional (una vez a la semana). Responsable: Comité de vigilancia. Corto plazo.</p> <p>Actividad 6.3 Capacitar a los productores sobre mecanismos para denunciar los casos de corrupción, abusos de autoridad y actos ilícitos. Responsable: Comité de vigilancia. Corto plazo.</p> <p>Actividad 6.4 Equipar a las embarcaciones autorizadas en los polígonos de aprovechamiento con equipos de comunicación. Responsable: Productores. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 6.5 Solicitar al gobierno estatal y federal financiamiento para embarcaciones que se destinen exclusivamente a actividades de vigilancia en la región. Responsable: Comité de vigilancia. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 6.6 Capacitar a todo el personal que realizará las actividades de vigilancia (inspectores, oficiales de retenes y</p>

	<p>productores). Responsable: Comité de vigilancia. Corto plazo.</p> <p>Actividad 6.7 Solicitar apoyo institucional para tener un oficial de PROFEPA permanente en el poblado. Responsable: Comité de vigilancia. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 6.8 Participar activamente en los comités de vigilancia de la RBBLA y del Parque Nacional "Zona Marina del Archipiélago de San Lorenzo". Responsable: Productores. Corto plazo.</p> <p>Objetivo 7. Asegurar el cumplimiento de los criterios básicos de aprovechamiento de la pesquería.</p> <p>Actividad 7.1 Establecer puntos de control en todas las etapas de la pesquería. Responsable: Comité de vigilancia. Corto plazo.</p> <p>Actividad 7.2 Definir los sitios autorizados para el establecimiento de campos pesqueros en la región. Responsable: Comité de vigilancia. Corto plazo.</p> <p>Actividad 7.3 Definir los sitios autorizados para el desembarco del recurso. Responsable: Comité de vigilancia. Corto plazo.</p> <p>Actividad 7.4 Definir los sitios autorizados para el cocimiento del producto. Responsable: Comité de vigilancia. Corto plazo.</p> <p>Actividad 7.5 Establecer una oficina de SEMARNAT en BLA donde se registren las capturas de pepino duro. Responsable: Delegación de SEMARNAT en BC. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 7.6 Discriminar las especies de pepino de mar en la región -pepino duro (<i>Isostichopus fuscus</i>) y pepino aguado (<i>Holothuria</i> sp.)- en el llenado de bitácoras de pesca. Responsable: Productores. Corto plazo.</p>
<p>Capacitación</p>	<p>Objetivo 8. Reducir los riesgos para la vida humana en la operación de esta pesquería.</p> <p>Actividad 8.1 Realizar un taller de capacitación en medidas de seguridad y emergencias para buceo comercial. Responsable: Productores. Corto plazo.</p> <p>Actividad 8.2 Realizar un taller de capacitación para el mantenimiento de equipo de buceo. Responsable: Productores. Corto plazo.</p> <p>Actividad 8.3 Realizar un taller de capacitación de conocimientos técnicos para la realización de la actividad de buceo comercial. Responsable: Productores. Corto plazo.</p> <p>Actividad 8.4 Realizar un taller de capacitación para la utilización de computadoras personales de buceo y tanques de oxígeno portátiles. Responsable: Productores. Corto plazo.</p> <p>Actividad 8.5 Diseñar un plan de emergencia y evacuación en caso de un accidente de buceo. Responsable: Productores. Corto plazo.</p> <p>Actividad 8.6 Establecer un convenio de colaboración entre la Delegación Municipal de Ensenada en BLA y el grupo de productores para utilizar la ambulancia en caso de un accidente de buceo. Responsable: Comité de administración. Corto plazo.</p> <p>Actividad 8.7 Adquirir un equipo de oxígeno de emergencia para poder trasladar fuera de BLA a una persona en caso de</p>

	<p>accidente de buceo. Responsable: Productores. Corto plazo.</p> <p>Objetivo 9. Eficientizar el manejo y la administración de las sociedades productivas.</p> <p>Actividad 9.1 Realizar un taller para instruir a los productores sobre las atribuciones de las dependencias gubernamentales y sus programas de apoyo al sector pesquero. Responsable: Comité de administración. Corto plazo.</p> <p>Actividad 9.2 Realizar un taller de capacitación en cuestiones administrativas de las sociedades productivas. Responsable: Comité de administración. Corto plazo.</p> <p>Actividad 9.3 Realizar un taller de capacitación par aproductores sobre los trámites necesarios para la regularización de embarcaciones. Responsable: Comité de administración. Corto plazo.</p>
<p>Comercialización</p>	<p>Objetivo 10. Desarrollar redes de comercialización y distribución de los productos pesqueros que generen valor agregado y que faciliten el acceso a otros mercados.</p> <p>Actividad 10.1 Identificar alternativas para comercializar y agregar valor al producto. Responsable: Productores. Corto plazo.</p> <p>Actividad 10.2 Perfeccionar, bajo la asesoría de los expertos, el manejo y procesamiento del producto (uso de una planta), para disminuir la merma y aumentar la calidad del mismo. Responsable: Productores. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 10.3 Instalar la infraestructura necesaria para el mantenimiento y procesamiento del producto. Responsable: Productores. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 10.4 Buscar el apoyo de instituciones (BANCOMEXT, Secretaría de Economía (SE) y dependencias gubernamentales) para la optimización del proceso de comercialización del producto.</p> <p>Actividad 10.5 Tramitar una marca registrada de productos de la región. Responsable: Productores. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 10.6 Promover la exportación directa de productos de BLA. Responsable: Productores. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 10.7. Solicitar la formación de un Sistema-Producto para la pesquería del pepino duro. Responsable: Productores. Mediano plazo.</p> <p>Objetivo 11. Disminuir el número de intermediarios, a través de la participación de los productores en la comercialización directa del producto, aumentando los beneficios económicos para los mismos.</p> <p>Actividad 11.1 Establecer precios a nivel región para el producto. Responsable: Comité de administración. Corto plazo.</p> <p>Actividad 11.2 Formar una empresa integradora entre las diferentes sociedades productivas con autorizaciones de polígonos de aprovechamiento. Responsable: Comité de administración, productores. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 11.3 Integrar una cámara de comercio. Responsable: Comité de administración. Mediano plazo.</p>

	<p>Objetivo 12. Promover que la captura de pepino de mar se realice en función de las características del recurso, y no de la demanda del mercado.</p> <p>Actividad 12.1 Realizar un programa integral de producción y comercialización que contemple las temporadas de pesca de los distintos recursos existentes en la región, así como los volúmenes posibles de extracción. Responsable: Productores. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 12.2 Implementar un programa de acuicultura y repoblamiento de pepino que permita mantener las poblaciones y facilite la planeación de la producción y comercialización. Responsable: Productores. Mediano plazo.</p>
<p>Investigación</p>	<p>Objetivo 13. Generar la información científica necesaria para calcular los parámetros biológico-pesqueros anualmente, así como la demás información necesaria para la toma de decisiones.</p> <p>Actividad 13.1 Realizar muestreos pesqueros (conteo de organismos por el método de transectos de banda) al menos cada tres meses durante la temporada de pesca, para la estimación de densidad poblacional y biomasa. Responsable: Investigadores y técnicos, con apoyo de productores. Corto plazo.</p> <p>Actividad 13.2 Realizar los muestreos biométricos (longitud y peso) al inicio de cada temporada de pesca para calcular las ecuaciones de crecimiento, relación peso-longitud e índices de mortalidad para las poblaciones de pepino duro en la región. Responsable: Investigadores y técnicos, con apoyo de productores. Corto plazo.</p> <p>Actividad 13.3 Estimar la cuota de aprovechamiento para cada temporada de pesca. Responsable: Investigadores y técnicos. Corto plazo.</p> <p>Actividad 13.4 Diseñar un formato de bitácoras de pesca para registrar las capturas. Responsable: Investigadores y técnicos. Corto plazo.</p> <p>Actividad 13.5 Impartir cursos de capacitación a los responsables técnicos de las asociaciones de pescadores para que realicen las evaluaciones de los parámetros biológico-pesqueros. Responsable: Mesa Técnica. Corto plazo.</p> <p>Actividad 13.6 Determinar los factores de corrección para el caso del peso en cuanto a rendimiento y número de individuos. Responsable: Investigadores y técnicos. Corto plazo.</p> <p>Actividad 13.7 Determinar la talla mínima y máxima de captura para cada temporada. Responsable: Investigadores y técnicos. Corto plazo.</p> <p>Actividad 13.8 Desarrollar un SIG para georreferenciar la localización de bancos, determinar el área total de aprovechamiento y para inventariar las zonas con sustrato apropiado para el pepino. Responsable: Investigadores y técnicos. Corto plazo.</p> <p>Actividad 13.9 Realizar estudios de fecundidad y viabilidad de la especie en la región de BLA. Responsable: Investigadores y</p>

	<p>técnicos. Mediano plazo.</p> <p>Objetivo 14. Acrecentar el conocimiento del pepino de mar y de su entorno en la región de BLA.</p> <p>Actividad 14.1 Realizar talleres de intercambio de conocimiento empírico (pescadores) y científico (académico). Responsable: Investigadores y Productores. Corto plazo.</p> <p>Actividad 14.2 Realizar estudios de indicadores ambientales. Responsable: Investigadores y técnicos. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 14.3 Analizar la variación de tallas de primera madurez en el rango de distribución. Responsable: Investigadores y técnicos. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 14.4 Identificar los bancos fuente (emigración) y sumidero (inmigración) de la metapoblación del pepino duro en BLA. Responsable: Investigadores y técnicos. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 14.5 Realizar un estudio de los recursos potenciales alternos para la pesca de buceo. Responsable: Investigadores y técnicos. Corto plazo.</p> <p>Actividad 14.6 Realizar un estudio de factibilidad y potencial de acuicultura de <i>I. fuscus</i> en la región. Responsable: Investigadores y técnicos. Mediano plazo.</p> <p>Actividad 14.7 Identificar todas las especies de pepino de mar que habitan en la región. Responsable: Investigadores y técnicos. Mediano plazo.</p>
<p>Manejo</p>	<p>Objetivo 15. Asegurar que las capturas de pepino de mar no excedan los límites que permitan recuperar y conservar sus poblaciones.</p> <p>Actividad 15.1 Identificar las zonas de reproducción de la especie en la región. Responsable: Investigadores y técnicos. Corto plazo.</p> <p>Actividad 15.2 Establecer zonas de no pesca (reservas marinas) en las zonas identificadas como zonas de reproducción. Responsable: Mesa técnica y productores. Corto plazo.</p> <p>Actividad 15.3 Realizar un calendario de la pesquería donde se identifiquen los bancos que se van a explotar cada temporada de pesca, por polígono de aprovechamiento (rotación de zonas). Responsable: Mesa técnica y productores. Corto plazo.</p> <p>Actividad 15.4 Establecer una cuota de captura por cada polígono de aprovechamiento. Responsable: Mesa técnica. Corto plazo.</p> <p>Actividad 15.5 Determinar la capacidad de carga de la población. Responsable: Investigadores y técnicos. Corto plazo.</p> <p>Actividad 15.6 Promover la actividad acuícola como opción para la captura y repoblamiento de la especie. Responsable: Comité de administración. Corto plazo.</p> <p>Objetivo 16. Establecer el manejo adaptativo como principio para el aprovechamiento del pepino duro.</p> <p>Actividad 16.1 Definir un calendario para la explotación de diferentes especies durante el año. Responsable: Productores.</p>

	<p>Corto plazo.</p> <p>Actividad 16.2 Revisar cada año los estudios biológico-pesqueros del pepino duro en la región para actualizar en cada temporada de pesca los lineamientos de manejo. Responsable: Mesa técnica. Corto plazo.</p>
--	--

6.2 COMENTARIOS FINALES

En el programa de manejo propuesto en este capítulo se utilizaron como criterios básicos de aprovechamiento todos los instrumentos que resultaron con aptitud y viabilidad altas en el apartado de análisis de instrumentos del presente trabajo. De la misma manera, se incluyeron dentro del programa los instrumentos clasificados con aptitud alta y viabilidad baja, como medidas que son necesarias para la recuperación de las poblaciones de *I. fuscus* en la región. La baja viabilidad correspondiente a estos instrumentos se debe, entre otras cuestiones descritas en dicho apartado, a la falta de aparición de los mismos dentro del marco legal vigente que regula la administración de las especies en riesgo.

En este mismo programa de manejo se hace énfasis en la necesidad de implementar el principio de manejo adaptativo de la pesquería, con la actualización continua de información biológico-pesquera para la toma de decisiones, aplicando siempre el principio precautorio en el establecimiento de tallas mínimas y cuotas de aprovechamiento, como estrategia para la apertura de la pesquería en la región de BLA.

De igual manera es fundamental el hecho de que el programa de manejo sea participativo, con el objetivo principal de eliminar la ilegalidad en el cumplimiento de los criterios básicos de aprovechamiento.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Ibarra A., y G. Ramírez-Soberón. 2002. Economic reasons, ecological actions and social consequences in the Mexican sea cucumber fishery. *Beche de Mer Information Bulletin*. 17: 33-63.
- Aguirre-Baztán, A. 1995. *Metodología cualitativa en la investigación sociocultural*. Ed. Boixareu Universitaria. Barcelona. 73 pp.
- Aguirre-Muñoz, A. 1998. *Desarrollo sustentable y mundo de la vida*. Tesis de doctorado en Ciencias Sociales, Área de Estudios Regionales. El Colegio de la Frontera Norte. San Antonio del Mar, Baja California. 297 pp.
- Altamirano, M., M.V. Toral-Granda, y E. Cruz. 2004. The application of the adaptive principle to the management and conservation of *Isostichopus fuscus* in the Galápagos Marine Reserve. In: A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.-F. Hamel and A. Mercier, (Eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO. Rome. 463.
- Álvarez-Borrego, S. y R. Lara-Lara. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. Pp. 555-567 En: Dauphin, J. y B. Simoneit (eds.). *The Gulf and Peninsular Province of the Californias*. *Amer. Assoc. of Petrol. Geol. Memoir* 47.
- Amador-Buenrostro, A., S. Serrano-Guzmán y M. Argote-Espinoza. 1991. Modelo de la circulación inducida por el viento en Bahía de Los Ángeles, B.C., México. *Ciencias Marinas* 17(3):39-57.
- Babbie, E. 1998. *The practice of social research*. Wadsworth Publishing Company. E.U.A. 465 pp.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca. 1990. *Invertebrates*. Cap. 22: Phylum Echinodermata. Sinauer Asoc. Inc. Publ. Mass. 801-839.

- Burrows, B. 2001. MPA perspective: why and how MPA planners should obtain fishermen's knowledge. *MPA News* 3(5):3.
- Calderón-Aguilera, L., y V. Moreno R. 2005. Primera etapa de la evaluación de la densidad poblacional del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en la costa este de Baja California. Informe Final. CICESE.
- Castrejón M., A. Hearn, R. Elao, y V. Gravez. 2005. Evaluación poblacional del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en la Reserva Marina de Galápagos, pre-pesquería 2005. Fundación Charles Darwin, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador 45 pp.
- Conand, C. 1989. Holothurian exploitation in the tropical Indo-Pacific region: an assesment of their spatial and temporal variability. *Research and Small Scale fisheries International Symposium ORSTOM-IFREMER, Montpellier, France*. 2: 609-620.
- Conand, C. 1990. The fisheries resources of Pacific islands countries. Part 2. Holothurians. *FAO Fish. Res. Tech. Paper* 272.2 143 p.
- Conand, C. 1997. Are holothurian fisheries for export sustainable? *Proceedings of the eight International Coral Reef Symposium*. 2:2021-2026.
- Conand, C. 1998. Overexploitation in the present world sea cucumber fisheries and perspectives in mariculture. *Echinoderms: San Francisco*. Mooi and Telford (eds). Balkema, Rotterdam, Netherlands. Pp. 449-454.
- Conand, C. 2001. Sea cucumber retail market in Singapore. *SPC Beche de Mer Information Bulletin*. 14 : 12-13.
- Conand, C. 2004. Present status of world sea cucumber resources and utilisation: an internacional overview. In: A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.-F. Hamel and A. Mercier, (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO. Rome. 463.

- Conand, C., and M. Byrne. 1993. A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries. *Marine Fisheries Review*. 55:1-13.
- Danemann, G. 2002. *Participación local en la administración pesquera. Un análisis de políticas públicas y sistemas de actividades humanas enfocado al caso de Bahía de Los Ángeles, Baja California*. Disertación doctoral. Facultad de Ciencias Marinas e Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, 240 pp.
- De Miras, C., M. Andrade y C. Carranza. 1996. Evaluación socioeconómica de la pesca experimental de pepino de mar en Galápagos. Informe final (Quito: Fundación Charles Darwin para las islas Galápagos/ORSTOM. Colaboración del SPNG y la subsecretaría de recursos pesqueros.
- Deichmann, E. 1958. The Holothuroidea collected by the Velero III and IV during the years 1932 y 1954. Part II: Aspidochirota. *Allan Hancock Pacific Expeditions*. The University of Southern California Press. Los Angeles, California. 11(2): 249-331 pp.
- Enríquez-Andrade, R., y G. Danemann. 1998. *Identificación y establecimiento de prioridades para las acciones de conservación y oportunidades de uso sustentable de los recursos marinos de la Península de Baja California*. Reporte técnico de proyecto. Pronatura Península de Baja California (Riveroll 724, Ensenada, Baja California, 22830 México). 77 pp + un disquette.
- Fajardo-León, M.C., E. Michel G., J. Singh C., J.A. Vélez B., y J.A. Massó R. 1995. Estructura poblacional y ciclo reproductor del pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en Santa Rosalía, B.C.S., México. *INP-SEMARNAP. Ciencia Pesquera* No. 11, 45-53 pp.

- Fajardo-León, M.C. y A. Vélez B. 1996. Pesquería de pepino de mar. En: M.C. Casas-Valdéz y G. Ponce-Díaz (eds.). *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur*. Vol. 1. SEMARNAP/CICIMAR. 151-165 pp.
- FAO, 2003. FAO yearbook. *Fishery statistics: capture production 2001*. Vol. 92/1. Rome. 627 pp.
- Fenny, D., F. Barkes, B.J. McCay y J.M. Acheson. 1990. The tragedy of commons: twenty-two years later. *Human Ecology*. 18(1): 19-25.
- Ferdouse, F. 1999. Beche de Mer markets and utilization. *SPC Beche de Mer Information Bulletin*. 11: 3-9.
- Ferdouse, F. 2004. World markets and trade flows of sea cucumber/beche de mer. In: A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.-F. Hamel and A. Mercier, (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO. Rome. 463.
- Fong Ching-wai, T., and Parry-Jones. 1997. Brief report on trade in beche-de-mer through Hong Kong. *TRAFFIC East Asia, Hong Kong*. Unpublished report to TRAFFIC International.
- Hardin, G. 1968. The tragedy of commons. *Science* 162:1243-1248.
- Hernández, A. y W. Kempton. 2003. Changes in fisheries management in Mexico: Effects of increasing scientific input and public participation. *Ocean and Coastal Management*. 46:507-526.
- Herrero-Pérezrul, M.D. 2004. *Análisis de la pesquería de pepino de mar en la península de Baja California, México*. Disertación doctoral. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, Baja California Sur. 143 pp. + anexos.

- Herrero-Pérezrul, M.D. 2005. Reporte de datos de conteo de pepino de mar (*I. fuscus*) en 9 de las zonas de pesca mas visitadas por los buzos de Bahía de los Ángeles, B.C. CICIMAR. La Paz, BCS. Inédito.
- Herrero-Pérezrul, M.D., H. Reyes-Bonilla, F. García-Domínguez and C. E. Cintra-Buenrostro. 1997. Reproduction and growth of *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) in the southern gulf of California. *Mar. Biol.* Submitted.
- Herrero-Pérezrul, M.D., H. Reyes-Bonilla y F. García-Domínguez. 1998. Casual hermaphroditism in gonochoric *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) of the southern Gulf of California, Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 63(3): 611-615 pp.
- Herrero-Pérezrul, M.D., H. Reyes-Bonilla, F. García-Domínguez y C.E. Cintra-Buenrostro. 1999. Reproduction and growth of *Isostichopus fuscus* (Echinodermata: Holothuroidea) in the southern Gulf of California, Mexico. *Marine Biology* 135: 521-532 pp.
- Hobbs, J. 1996. Speaking with people in Egypt's St. Katherine National Park. *The Geographical Review* 86(1) 1-21.
- Hull, P., O. Aburto-Oropeza, Y. Bedolla, F. Tomas-Nash, and K. Cramer. 2006. An ecological and economic baseline for the Revillagigedo Archipelago Biosphere Reserve, Mexico. REVI expedition report. 45 pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1995. *Estudio hidrológico del estado de Baja California. México*. 180 pp.
- INP (Instituto Nacional de la Pesca). 2000. *Sustentabilidad y pesca responsable en México; evaluación y manejo*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D.F.

- James, D.B. 1989. Beche-de-mer - its resources, fishery and industry. *Marine Fisheries Information Service, Technical and Extension series 92*. Indian Council of Agricultural Research.
- Jenkins, M., y T. A. Mulliken.1999. La Evolución de la Explotación en las Islas Galápagos: El comercio del pepino de mar de Ecuador. *TRAFFIC Bulletin*. 17(3).
- Jentoft, S. 2000. The community: a missing link of fisheries management. *Marine Policy* 24:53-59.
- Johannes, B. 2001. On the need for the study of indigenous fisher's knowledge. *MPA News* 3(5):5.
- Jones, R. 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap.*, 256: 1-118.
- Kerstitch, A. 1989. *Sea of Cortez Marine Invertebrates*. A guide for the Pacific coast Mexico to Ecuador. Sea Challenger, Monterey, CA. 109 pp.
- Lovatelli, A., C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J-F. Hamel and A. Mercier. 2004. Advances in sea cucumber aquaculture and management. *Fisheries Technical Paper*. FAO, Rome.
- Lozano-Oaxaca, A. R. 1990. *Variación estacional de la estratificación en el Canal de Ballenas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, México. 46 pp.
- Maluf, L.Y. 1988. Composition and distribution of the central eastern Pacific echinoderms. *Nat. His. Mus. Los Angeles Co. Technol. Rep.* 2, 1-242.

- Moreno-Rivera, V. 2007. Reporte de datos de la salida de campo del Proyecto: "Evaluación de la densidad poblacional del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en la costa este de Baja California". CICESE. Ensenada, B.C.
- Nuño-Hermosillo, A. 2003. *Ecología Poblacional, ciclo reproductivo e historia de la pesquería del pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) (Ludwig, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) en Bahía Chamela, Jalisco, México*. Tesis de Maestría. CUCBA, UDG. 105 pp.
- Pérez-Plascencia, G., 1995. *Crecimiento y reproducción del pepino de mar *Parastichopus parvimensis* en la Bahía de Todos Santos, Baja California, México*. Universidad Autónoma de Baja California. FCM-IIO. Tesis de Maestría. 67 pp.
- Pérez-Ruzafa, A. y C. Marcos-Diego. 1985. Técnicas de recolección y estudio en la clase Holothuroidea. I. Generalidades, sistemática, ecología, biología y comportamiento. *Anales de biología 3 (biología animal 1)* 13-35.
- Pinkerton, E. 1989. Attaining better fisheries management through co-management –prospects, problems and propositions. Pp. 3-33 En: Pinkerton, E. (ed.) *Co-operative management of local fisheries: new directions for improving management and community development*. University of British Columbia Press. Vancouver, British Columbia, Canadá.
- Poder Ejecutivo Federal. 1996. *Programa del Medio Ambiente 1995-2000*. SEMARNAP. México, D.F. 171 pp.
- Poder Ejecutivo Federal. 1997. *Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000*. SEMARNAP, Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 207 pp.

- Poder Ejecutivo Federal. 2000. Anexo del acuerdo por el que se aprueba la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación* (17 de agosto de 2000).
- Poder Ejecutivo Federal. 2007. Decreto de la Reserva de la Biosfera "Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes". *Diario Oficial de la Federación* (5 de junio de 2007).
- Pomeroy, R. y F. Berkes, 1997. Two for tango: the role of government in fisheries comanagement. *Marine Policy* 21: 465-480.
- Ramírez- Soberón, G., M. Del C. Fajardo-León, J. A. Massó-Rojas, A. Aguilar-Ibarra, y A. Gutiérrez-García. 2000. Pepino de mar. En: INP (2000) *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo: 1999-2000*. Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA, México.
- Reyes-Bonilla, H. y M.D. Herrero-Pérezrul. 2003. Population parameters of an exploited population of *Isostichopus fuscus* (Holothuroidea) in the southern Gulf of California, Mexico. *Fisheries Research*. 59:423-430.
- Reyes-Bonilla, H. y M.D. Herrero-Pérezrul. 2006. Reporte de datos de conteo de pepino de mar (*I. fuscus*) en las zonas de pesca mas visitadas por los buzos de Bahía de los Ángeles, B.C. Reporte no publicado. Presentado a UABCS-CICIMAR.
- Richmond, R., y P.C. Martínez. 1993. Sea cucumber fisheries in the Galápagos islands: Biological aspects, impacts and concerns. Submitted to the International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Informe Técnico.
- Robson, C. 1993. *Real world research: a resource for social scientists and practitioner-researchers*. Blackwell, Oxford.

- SAGARPA. 1992. Ley de Pesca. *Diario Oficial de la Federación* (23 de junio de 1992).
- SAGARPA-CONAPESCA. 2000. Anuario estadístico de Pesca. México, D.F. 265 pp.
- Salgado-Castro, L. 1994. Propuesta de las opciones de manejo de las pesquerías de pepinos de mar en las costas oriental y occidental de Baja California, México. Informe Técnico no publicado. CRIP Ensenada. Instituto Nacional de la Pesca. Ensenada, B.C.
- SEMARNAP. 1994. NOM-059-ECOL-1994. Especies, subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción y especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación* (16 de mayo de 1994).
- SEMARNAP. 2000. Ley General de Vida Silvestre. *Diario Oficial de la Federación* (28 de junio de 2000).
- SEMARNAT. 2000. Programa de Manejo Reserva de la Biósfera El Vizcaíno. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 242 pp.
- SEMARNAT. 2002. NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental -Especies Nativas de México de flora y fauna silvestres -Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio -Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación* (6 de marzo de 2002).
- SEMARNAT. 2003. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. *Diario Oficial de la Federación* (21 de febrero de 2003).
- SEMARNAT. 2005a. Lineamientos para el plan de manejo regional de pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en la Península de Baja California. Dirección General de Vida Silvestre. México, D.F. 48 pp.

- SEMARNAT. 2005b. Marco jurídico aplicable para el aprovechamiento del pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en México. *Memorias de la Reunión Regional para el Aprovechamiento Sustentable de I. fuscus en la península de Baja California*. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Vida Silvestre. La Paz, BCS. 12 pp.
- Singh-Cabanillas, J. y A. Vélez B. 1996. La pesquería de pepino de mar *Isostichopus fuscus* en la costa oriental de Baja California Sur y propuestas de regulación. INP-SEMARNAP. *Ciencia Pesquera* No. 12, 13-18 pp.
- Sloan, N.A. and B.V. Bodungen. 1980. Distribution and feeding on the sea cucumber *Isostichopus badionotus* in relation to shelter and sediment criteria of the Bermuda platform. *Marine Ecology- Prog. Ser.* 2: 257-264.
- Toral-Granda, M.V., y P.C. Martínez. 2004. Population density and fishery impacts on the sea cucumber (*Stichopus fuscus*) in the Galápagos Marine Reserve. In: A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.-F. Hamel and A. Mercier, (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO. Rome. 463.
- Torreblanca R., E. 2003. Diagnóstico de las principales pesquerías comerciales de la región de Bahía de los Ángeles en el año 2003. Pregunta problema. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. 123 pp.
- Tyler, P.A. y J. T. Gage. 1983. The reproductive biology of *Ypsilothuria talismani* (Holothuroidea: Dendrochirota) from the N.E. Atlantic. *J. Sea. Biol. Ass. U. K.* 63: 609-616.
- Tyler, P.A., K. Eckelbarger and D.S.M. Billett. 1994. Reproduction in *Bathyplores natans* (Holothuroidea: Synallactidae) from bathyal depth in the North East and Western Atlantic. *J. Sea. Biol. Ass. U. K.* 74: 383-402.

- Valdez-Ornelas, V.M. y E. Torreblanca-Ramírez. 2005. *Un breve análisis de las pesquerías y del comportamiento de las principales variables pesqueras del estado de Baja California con énfasis en la región de Bahía de los Ángeles*. Reporte técnico no publicado. Pronatura Noroeste, A.C. 20 pp.
- Valdez-Ornelas, V.M., O. Aburto O., E. Torreblanca R., G. Danemann y R. Vidal T. En prensa. Recursos pesqueros de Bahía de los Ángeles. En: *Bahía de los Ángeles: Recursos naturales y comunidad*. Pronatura, SDNKM, INE. México, D.F.
- Valdez-Ornelas, V.M., y E. Torreblanca-Ramírez. 2007. Evaluación del pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en Bahía de los Ángeles. Reporte técnico no publicado. Pronatura Noroeste, A.C. Ensenada, B.C. 18 pp.

Solicitudes de información al Instituto de Transparencia y Acceso a la Información Pública


SEMARNAT. 2006a. Respuesta a solicitud de información. Solicitud del nombre de las personas que tengan permiso o autorización para la captura, pesca o explotación de la especie de pepino de mar *I. fuscus* en los estados de BC y BCS. Oficio No. 0001600000506. *Instituto de Transparencia y Acceso a la Información Pública*.

SEMARNAT. 2006b. Respuesta a solicitud de información. Solicitud del nombre y las fechas de las personas físicas o morales, organizaciones o sociedades que han ingresado solicitudes durante el periodo 2002 a 2005 para la captura, pesca y explotación de pepino de mar *I. fuscus* en los estados de BC y BCS. Oficio No. 0001600037906. *Instituto de Transparencia y Acceso a la Información Pública*.

SEMARNAT. 2006c. Respuesta a solicitud de información. Requisitos para la autorización de permisos de pesca para el pepino de mar *I. fuscus*. Oficio No. 0001600038106. *Instituto de Transparencia y Acceso a la Información Pública*.

ANEXOS

Anexo I. Entrevista aplicada a los sectores involucrados en la pesquería de *I. fuscus* en Bahía de los Ángeles

	<p>Buenos días/tardes, mi nombre es Lizeth Avendaño, estoy realizando un estudio sobre la pesquería del pepino de mar en Bahía de los Ángeles por parte de la UABC-IIO, como tema de mi tesis de maestría. Los datos que se proporcionen son totalmente confidenciales y solo se utilizarán para obtener datos estadísticos. Tu participación en esta encuesta es totalmente voluntaria, todas tus opiniones son importantes. Agradeceré mucho tu colaboración. GRACIAS.....</p>
---	--

Encuesta no. _____ Fecha _____ Encuestador _____

Datos personales

- 1.- Nombre
- 2.- Ocupación
- 3.- Cargo actual
- 4.- Experiencia

1. Problemática

1. Menciona los principales problemas que existen para la pesca en BLA (3)
2. ¿Qué crees que está ocasionando estos problemas?
3. ¿Desde cuándo existen estos problemas?
4. ¿Cuál es la consecuencia de estos problemas?
5. ¿Cuáles son las soluciones?

En caso de que no se mencionen como problemas,

6. ¿Qué solución propones para el problema de la vigilancia?
7. ¿Qué solución propones para el problema de la falta de permisos?
8. ¿Qué harías para resolver los problemas de la pesca?
9. ¿Qué propones para darle un buen manejo al pepino?
10. ¿Conoces las leyes que existen para el pepino de mar?

2. Pesquerías (solo para buzos comerciales)

11. ¿Cuándo está ahuevado el pepino duro y aguado?
12. ¿En qué temporadas es más abundante el pepino aguado y duro?

13. ¿Cuáles son sus depredadores?
14. ¿Cuál es el hábitat del pepino aguado y duro? Tipo de sustrato, profundidad, características especiales
15. ¿A qué profundidad bucean normalmente el pepino?
16. ¿En donde bucean?
17. ¿Que tan seguido salen a acampar?
18. ¿Cuántos días se quedan normalmente?
19. ¿A dónde van a acampar?
20. ¿Cuáles son los meses de mal tiempo?
21. ¿Qué harías si no pudieras bucear ni pescar?
22. Cuéntame como es un día de pesca (pescador)

3. Comercialización (solo para buzos comerciales)

23. ¿A quién le vendes el producto?
24. ¿A cuántos les puedes vender?
25. Precio en playa de pepino

Anexo II. Lista de personas entrevistadas

Número	Nombre	Experiencia	Sector
1	Francisco Javier Urías	15 años de buceo	buzos
2	Erick Paredes Arroyo	8 años de buceo	buzos
3	Héctor Avilés Urías	15 años de buceo	buzos
4	Marco Urías Avilés	1 año 2 meses de buceo(10 años en redes)	buzos
5	Ricardo Arce Navarro	15 años de buceo	buzos
6	Eduardo Villavicencio	13 años de buceo	buzos
7	Yoshio Susuki	1 año de cabo de vida	buzos
8	José Maria González	7 años de buceo	buzos
9	Julio Moreno	14 años de permisionario en BLA	comunidad
10	Carolina	Encargada del museo en BLA	comunidad
11	Delegado municipal	2 años 1 mes en la Delegación	autoridades
12	Juan Jorge Covarrubias	6 meses como Subdelegado de pesca	autoridades
13	José Luis Aguilar	8 meses unidad de Recursos Naturales SEMARNAT	autoridades
14	Leopoldo Álvarez	13 años en el departamento de acuacultura	autoridades
15	Jesús Esquivel García	4 años de jefe de departamento de Estadística Pesquera	autoridades
16	Julián Guardado	Director del CRIP Ensenada	autoridades
17	Gabriela Montaña	2 años de investigadora IIO	académico
18	José Luis Ferman	22 años de investigador UABC	académico
19	Roberto Enríquez	Investigador UABC	académico
20	Ricardo Vidal	20 años de investigador UABC	académico
21	Claudia Leyva	Investigadora UABC	académico

Anexo III. Bitácoras de pesca de buceo

Bitácora de pesca de buceo		
Fecha:	_____	
Nombre:	_____	
Panga:	_____	
Area o caladero de pesca:	_____	
Marea de 1 día:	_____	
Hora de salida:	_____	Hora de llegada: _____
No. de buzos:	_____	
tiempo aproximado de buceo:	_____	
Marea acampando:	_____	
No. de días:	_____	
No. de buzos:	_____	
tiempo aproximado de buceo:	_____	
Captura		
Especie	Peso aprox.	Precio
Pepino duro		
Pepino aguado		
Pulpo verde		
Pulpo café		
Fauna de acompañamiento		
Especie	Peso aprox.	Precio
Observaciones:		

Anexo IV. Metodología de evaluación de poblaciones de *I. fuscus* mediante transectos de banda (SEMARNAT, 2005a).

La metodología utilizada para evaluar las poblaciones debe considerar los siguientes aspectos:

- Los estudios deben encaminarse a determinar la densidad de individuos, que es el mejor estimador del número total de individuos en una localidad, y la unidad básica de análisis para detectar cambios poblacionales.
- Aunque el método de transecto por tiempo quizá represente la mejor medida de esfuerzo del buzo, puede conllevar una sobreestimación poblacional que puede provocar que se sobreexplota el recurso. En el método de transecto de banda los resultados son aplicables para estudios científicos y de manejo, además de que el procedimiento es fácil de aplicar y requiere poca inversión, por lo que se considera óptimo para realizar las evaluaciones poblacionales. Se recomienda que la banda sea de 50 x 2 m, abarcando toda el área de aprovechamiento (dentro y fuera de bancos pepineros), bajo un esquema de muestreo aleatorio estratificado. El mínimo de transectos es de nueve dentro del banco y nueve fuera del banco. Se deben realizar tres transectos paralelos a la costa por nivel de profundidad (0 a 6, 6 a 12 y 12 a 18 m de profundidad). El número de transectos puede modificarse según el tamaño del banco. Las especificaciones para esta metodología se incluirán en un protocolo para la realización de estas evaluaciones.
- Los muestreos deben reportar como mínimo densidad de individuos por metro cuadrado, número de individuos en total por transecto, número de transectos y su localización y profundidad dentro del polígono. Se registraran también los datos de temperatura por transecto.

- Todos los muestreos deben realizarse a la misma hora del día en que se haya decidido realizar las capturas.
- Se deben involucrar a investigadores de universidades, instituciones de investigación y al Instituto Nacional de la Pesca en evaluaciones poblacionales complementarias, independientes de las realizadas por los representantes técnicos de cada polígono de aprovechamiento.
- La medida de organismos con cintas flexibles arroja los mejores resultados, es rápida, barata y eficiente. La medición debe hacerse dentro del agua.
- El peso debe determinarse con los organismos frescos (peso húmedo).