



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL



CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

**ANÁLISIS SOBRE LA POTENCIAL APLICACIÓN
DEL ENFOQUE DE MANEJO BASADO EN EL
ECOSISTEMA A LA PESQUERÍA DE SARDINA
EN EL GOLFO DE CALIFORNIA**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN CIENCIAS

EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA:

FLOR JANETH HUERTA OROZCO

LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, JUNIO DE 2012



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 24 del mes de Mayo del 2012 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis titulada:

“ANÁLISIS SOBRE LA POTENCIAL APLICACIÓN DE ENFOQUE DE MANEJO BASADO EN EL ECOSISTEMA A LA PESQUERÍA DE SARDINA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA”

Presentada por el alumno:

HUERTA Apellido paterno	OROZCO materno	FLOR JANETH nombre(s)
Con registro:		
A	1	0 0 0 8 3

Aspirante de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Directores de Tesis

DR. GERMÁN PONCE DÍAZ
Directora de Tesis

DR. JOSÉ LUIS CASTRO ORTIZ
2º. Director de Tesis

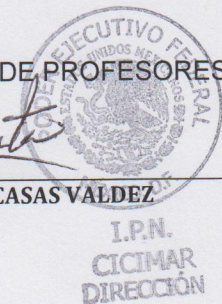
DR. DANIEL LLUCH BELDA

DR. PABLO DEL MONTE LUNA

DR. ROGELIO GONZÁLEZ ARMAS

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

DRA. MARÍA MARGARITA CASAS VALDEZ





**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 29 del mes Mayo del año 2012
el (la) que suscribe BIÓL. FLOR JANETH HUERTA OROZCO alumno(a) del
Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS
con número de registro A100083 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS
manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:
DR. GERMÁN PONCE DÍAZ y DR. JOSÉ LUIS CASTRO ORTIZ

y cede los derechos del trabajo titulado:

"ANÁLISIS SOBRE LA POTENCIAL APLICACIÓN DE ENFOQUES DE MANEJO BASADO
EN EL ECOSISTEMA A LA PESQUERÍA DE SARDINA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Éste, puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: florshuerta@gmail.com - gponced@ipn.mx - jcastro@ipn.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

BIÓL. FLOR JANETH HUERTA OROZCO

nombre y firma

A la memoria imborrable de mi madre.
A mi padre y hermanos por estar siempre conmigo
y hacerme sentir lo especial que es el cariño
que sienten por mí.

A ti...Mi pedacito del corazón

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN), por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado y por el apoyo económico a través de su Programa de Formación de Investigadores (PIFI). De igual manera agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo concedido a través de sus becas para llevar a cabo mis estudios de maestría. Así como a la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas del IPN (COFAA) por el apoyo otorgado para la asistencia a congresos.

Se agradece el apoyo de los siguientes proyectos:

“Identificación y caracterización de Unidades Representativas de Producción (URPs) de la flota deportiva-recreativa de Los Cabos, BCS.” Proyecto SIP Clave: 20110114

“Variabilidad climática y pesca deportivo-recreativa; nivel de vulnerabilidad del motor económico en la región sur de la Península de Baja California” CONACyT. Clave: 108270.

“Desempeño productivo de captura y económico-financiero de la pesca deportivo-recreativa de la zona de Los Cabos, B.C.S., México.(Etapa II Modelación de la Unidad Representativa de Producción)”. Proyecto SIP Clave: 20121034

Al comité revisor por sus aportes y críticas constructivas que ayudaron a mejorar y complementar este trabajo: Dr. Germán Ponce Díaz, Dr. José Luis Castro Ortiz, Dr. Daniel Lluch Belda, Dr. Pablo del Monte Luna, Dr. Rogelio Gonzales Armas y Dr. Francisco Arreguín Sánchez.

Por compartirme su gran conocimiento y permitirme ser parte de su equipo de trabajo, al Dr. Germán Ponce Díaz, José Luis Castro Ortiz; y por la confianza que depositó en mí el Dr. Daniel Lluch Belda.

A todos aquellos investigadores, académicos y compañeros que de manera directa o indirecta contribuyeron a mi formación dentro del postgrado CICIMAR.

A mis amigas/os, algunos alegres y expresivos, otros tímidos y callados, otros enojones e indiferentes, otros sinceros y bulliciosos. En fin, todos diferentes, todos especiales y muy valiosos, sin embargo nombrar cada uno me llevaría tiempo pero ellos saben quiénes son; gracias por compartir esos buenos momentos conmigo. Los quiero.

A Panki y Puchis, que aunque no están conmigo en este momento, han sido parte importante en mi vida.

Un agradecimiento especial al señor Armando Higuera y Daniel Higuera Sandoval por apoyarme de manera desinteresada en este proceso tan importante para mí y sobre todo por esa confianza depositada aun sin conocerme. De la misma manera a Francisco Domínguez por sus consejos atinados...MIL GRACIAS!!!

INDICE

RELACIÓN DE FIGURAS.....	III
RELACIÓN TABLAS	V
GLOSARIO	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT.....	VIII
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1 Origen del Concepto de Enfoque de Ecosistemas en la Pesca	4
2.2 Gestión de los recursos pesqueros en México.....	5
2.3 Importancia del Eco- etiquetado.....	6
3. JUSTIFICACION.....	9
4. OBJETIVO	10
4.1 Objetivos particulares.....	10
5. MATERIALES Y METODOS.....	11
5.1 Área de estudio	11
5.2 Marco Normativo.....	11
5.3 Variación Ambiental	11
5.4 Evaluación <i>Seafood Watch</i>	13
5.4.1 Tendencia de las evaluaciones mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP).	16
5.5 Consejo de Administración Marina (<i>MSC</i> por sus siglas en inglés)	17
6. RESULTADOS.....	19
6.1 Marco Normativo.....	19
6.2 Variación ambiental.....	22
6.3 Evaluación <i>Seafood Watch</i>	23
6.3.1 Tendencia de las evaluaciones mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP)	30

6.4 Principio 2 del Consejo de Administración Marina (MSC).....	33
7. DISCUSIÓN	42
7.1 Marco Normativo y Enfoque Ecosistémico.....	42
7.2 Variación ambiental.....	43
7.3 Evaluación <i>Seafood Watch</i>	44
7.4. Consejo de Administración Marina.....	47
8. CONCLUSIONES	49
9. BIBLIOGRAFIA	50
10. ANEXO.....	60

RELACIÓN DE FIGURAS

- Figura 1.** Capturas del total de peces pelágicos menores (sardina Monterrey y crinuda), en el Golfo de California. Datos de Nevárez Martínez, 2010..... 6
- Figura 2.** Golfo de California. Datos obtenidos de la TSM de los cuadrantes a y b, de 2X2° centrados en 27°N-110°O y 25°N-109°O..... 13
- Figura 3.** Representación grafica de la captura observada (círculos negros) y la estimada (círculos blanco) según el análisis de regresión lineal múltiple entre la Captura por Unidad de Esfuerzo (t/viaje), y variables ambientales..... 22
- Figura 4.** Histograma de los valores del coeficiente beta ponderado, estimados a través del análisis de la regresión lineal múltiple. Se utilizo la Captura por Unidad de Esfuerzo de sardina Moterrey (CPUEm) como variable dependiente y tres variables ambientales (ODP: Oscilación Decadal del Pacifico, IME: Índice Multivariado El Niño, TSM: Temperatura Superficial del Mar). Se observa que la variable ODPf tiene un mayor peso en la CPUE de la sardina Monterrey. El subíndice c representa el periodo cálido del año (julio a diciembre) y el subíndice f representa el periodo frio del año (enero a junio). 23
- Figura 5.** Porcentaje de encuestas aplicadas por sector. 24
- Figura 6.** Síntesis de la evaluación del criterio uno de *Seafood Watch* para la pesquería de sardina. El sistema de colores tipo “semáforo” permite identificar claramente el criterio con mayor peso..... 25
- Figura 7.** Síntesis de la evaluación del criterio dos de *Seafood Watch* para la pesquería de sardina. El sistema de colores tipo “semáforo” permite identificar claramente el criterio con mayor peso..... 26
- Figura 8.** Síntesis de las respuestas de los evaluadores sobre el criterio tres. El sistema de colores tipo “semáforo” permite identificar claramente el criterio con mayor peso..... 27
- Figura 9.** Síntesis de la evaluación del criterio cuatro de *Seafood Watch*. El sistema de colores tipo “semáforo” permite identificar claramente el criterio con mayor peso. 28
- Figura 10.** Síntesis de la evaluación del criterio cinco de *Seafood Watch*. El sistema de colores tipo “semáforo” permite identificar claramente el criterio con mayor peso. 29

Figura 11. Histograma de la calificación de cada criterio de la evaluación <i>Seafood Watch</i>	30
Figura 12. Análisis de Componentes Principales de la variación total de las respuestas de los sectores. Sector académico (azul marino), sector gubernamental (naranja), sector industrial (verde), conservación (amarillo).....	31
Figura 13. Análisis de Componentes Principales de la variación total por criterio: criterio 1 (verde), criterio 2 (azul tenue), criterio 3 (naranja), criterio 4 (rosa) y criterio 5 (azul marino).	32
Figura 14. (A) Distribución comercial de los pelágicos menores en el Golfo de California (línea punteada). (B) Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (línea sólida); zonas de avistamiento de la vaquita marina (círculos sólidos) y límite septentrional observado de la sardina en el Golfo de California (cruz blanca). Tomado Del Monte Luna, (2008).	36

RELACIÓN TABLAS

Tabla I. Variación del total de las respuestas de los sectores; CP: Componentes Principales.....	31
Tabla II. Variación del total por criterio; CP: Componentes Principales	32
Tabla III. Porcentaje del total de las capturas de pelágicos menores de los últimos tres años de pesca (Nevárez-Martínez, 2010; SCS, 2011).	34

GLOSARIO

Certificación: procedimiento mediante el cual un tercero garantiza por escrito o de un modo equivalente, que un producto o proceso se ajusta a los requisitos especificados.

Conservación: la gestión de la utilización de la biosfera para el ser humano, de tal suerte que produzca un mayor beneficio sostenible para las generaciones actuales, pero manteniendo su potencialidad para satisfacer las necesidades y aspiraciones futuras. (PNUMA).

Captura incidental: la extracción de cualquier especie no comprendida en la concesión o permiso respectivo, ocurrida de manera fortuita.

Ecosistema: es una unidad funcional integrada por una colección de plantas, animales (incluido el ser humano), microorganismos y componentes no vivos del medio ambiente, y por las interacciones entre ellos.

Enfoque Ecosistémico en la Pesca (EEP): es planificar, desarrollar y ordenar la pesca de un modo que satisfaga las múltiples necesidades y deseos de las sociedades, sin poner en riesgo la posibilidad de que las generaciones futuras se beneficien de toda la gama de bienes y servicios que pueden obtenerse de los ecosistemas marinos.

Población: conjunto de organismos de la misma especie que habitan en un área geográfica, incluyendo sus desplazamientos y zonas de reproducción.

Pesquería: es un sistema Bio-tecno-socio-económico

Seafood Watch: es un programa diseñado para sensibilizar a los consumidores sobre la importancia de comprar productos del mar desde fuentes sostenibles.

Sustentable: satisfacer las necesidades de la generación actual sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

RESUMEN

Las actuales tendencias de administración pesquera basada en el ecosistema pretenden garantizar que las decisiones de manejo contemplen la funcionalidad del ecosistema. La industria sardinera en el Golfo de California desarrolla sus actividades económicas en el marco de regulaciones que buscan hacer compatibles la conservación y el aprovechamiento de la especie comercial, maximizando los beneficios económicos; sin que hasta ahora se consideren explícitamente los criterios del enfoque ecosistémico. El objetivo del presente trabajo es analizar la potencial aplicación del manejo con un Enfoque Ecosistémico en la Pesca (EEP) de sardina así como los elementos que se están tomando en consideración. Para esto se realizó el análisis del “*Marco Normativo*” en función de la aplicación del EEP; así como el análisis de la información disponible tomando como indicador el principio *dos* del “*Consejo de Administración Marina*” (MSC). A pesar de que no se ha adoptado este enfoque en la administración de la pesquería, parece responder a los criterios del proceso de la certificación indicando que la captura incidental es menor al 1%, y que a pesar de que la zona de operación de la flota se traslapa con la distribución de algunas especies protegidas, su operación evita la interacción negativa con ellas. Como parte del análisis se exploró la percepción de los actores sobre la situación de la pesquería, considerando su opinión como expertos a través de un instrumento de evaluación “*Seafood Watch*”, aplicado al sector gubernamental, productivo, académico y de conservación; para evaluar el proceso, concluyendo que la pesquería de sardina es sustentable según los indicadores de *Seafood Watch*. Por otra parte, mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP), se observó que no hay variación por sector en las respuestas de las evaluaciones *Seafood Watch*; es decir, los cuatro sectores evaluados respondieron de igual manera respecto al manejo de la pesquería. Un análisis exploratorio de factores ambientales (ODP, IME y TSM) y datos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de sardina Monterrey, dan evidencia de que la variabilidad de la población de sardina en el Golfo de California pudiera estar mayormente relacionada con las condiciones asociadas a la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP).

ABSTRACT

The actual trends in fisheries ecosystem based management aim at incorporating ecosystem integrity as part of the basic criteria for sustainability. The sardine industry in the Gulf of California operates within the frame of regulations that seek compatibility between conservation and usage of the species, maximizing economic and social benefits, but do not explicitly incorporate ecosystem based provisions. The objective of the present study is to analyze the potential application of ecosystem based management (EBM) to the sardine fishery. To this purpose, the regulatory framework was analyzed and contrasted to EBM, by reviewing the available information within the criteria of the Marine Stewardship Council (MSC) Principle 2. Even though the EBM is not formally incorporated to the management scheme of the fishery, it appears to conform with the MSC criteria, showing that incidental catches are less than 1% and despite the fact that the geographical distribution of the fishing fleet is similar in some areas to the distribution of protected species, since the fishing operations avoid their capture. As part of the analysis, the perception of stakeholders regarding the fishery was explored through the Sea Food Watch evaluation procedure. Principal Component Analysis further revealed that there are no differences between the evaluated sectors (governmental, industry, academic and conservation NGOs). An exploratory analysis of environmental indices (PDO, MEI, SST) and Monterey sardine CPUE suggest that the abundance variability of sardine may mostly be correlated to the PDO.

1. INTRODUCCION

El principal objetivo del aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros es mantener la producción pesquera en el máximo rendimiento de manera permanente. Sin embargo, los recursos pesqueros son cambiantes; tanto la variabilidad del ambiente como la de los componentes biológicos del ecosistema oscilan alrededor de puntos de equilibrio dinámicos. Por ello, deben identificarse los factores que determinan la abundancia y distribución de las especies explotadas, y de ser posible contextualizarlas en el ecosistema.

Debido a esto se ha desarrollado un creciente interés en la aplicación de un manejo integral que considere el efecto que la pesca tiene en otros componentes del ecosistema (especies dependientes, especies carismáticas, biodiversidad, el hábitat y el medio ambiente) y no sólo sobre la o las especies objetivo o de interés comercial. En 1995, el Código de Conducta para la Pesca Responsable (CCPR) estableció normas y directrices internacionales voluntarias para el manejo de la pesca tratando de proteger al ecosistema; el código enfatiza las ventajas de la aplicación del manejo con un Enfoque Ecosistémico en la Pesca “EEP” (FAO, 2006) siendo formalmente aceptado en la conferencia sobre la Pesca Responsable en Reikjavick (2001).

El EEP es un concepto ampliado del paradigma de la ordenación pesquera convencional, el cual pretende desarrollar un sistema de estructuración con una óptica más extensa y holística (FAO, 2010). Es evidente que no se pretenden manejar los procesos del ecosistema como tal, algo que por ahora está muy lejos de nuestra capacidad (Lluch-Belda, 2009), sino regular la actividad del hombre para evitar los efectos potencialmente negativos que ésta podría producir en la comunidad de especies asociadas ecológicamente con la especie objetivo y proteger el hábitat común. De esta forma, se trata de asegurar que las generaciones futuras se beneficien de una gama completa de bienes y servicios que los ecosistemas pueden proporcionar (FAO, 2010).

En términos de manejo, el EEP se ha traducido en un número limitado de medidas de manejo, como el establecimiento de áreas protegidas para preservar el hábitat, proteger especies vulnerables y amenazadas, así como también evitar la pesca con prácticas destructivas y reducir la captura de especies no objetivo (Shelton, 2009). Sin embargo, de acuerdo con la FAO (2006) el EEP supone obstáculos importantes tales como: a) dificultades para conciliar los objetivos contrapuestos entre las partes interesadas que tienen intereses en los recursos; b) conocimiento insuficiente de las interacciones entre la pesca y los ecosistemas; c) falta de capacidad de los instrumentos de ordenación y de los grupos interesados para hacer frente a las nuevas exigencias del EEP y; d) falta de control de la conducta ilegal de algunas partes interesadas. No obstante la presión reciente por parte de las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) y otros grupos interesados en la conservación, se han impulsado a las iniciativas de este tipo, emprendidas por los gobiernos y las dependencias que se encargan de instrumentar las estrategias de manejo pesquero (Shelton, 2009).

El EEP ha sido un buen propósito desde hace varios años, pero actualmente no hay pesquerías en México manejadas con los criterios del EEP. Una forma de contribuir en este manejo, aunque indirectamente, es a través de la Certificación o Eco-etiquetado de las pesquerías. Éste representa un incentivo en la preferencia de los consumidores hacia los productos de una pesquería que se somete voluntariamente a un sistema de evaluación y se basa en un conjunto de indicadores que son examinados de forma independiente por grupos de expertos (Moreno *et al*, 2011). Este procedimiento ha sido propuesto por organizaciones como *Seafood Watch* y *Marine Stewardship Council* (MSC por sus siglas en inglés) entre otros. Ambos han instrumentado sus propios criterios de evaluación, lo que representa una estrategia indirecta para modificar las practicas de pesca a través de incentivos de mercado y que permiten un acercamiento practico a los conceptos del EEP (Lluch-Belda, 2009).

En este trabajo se aborda el caso de la pesquería de sardina del Golfo de California, que es una de las más importantes de México en cuanto a volumen se refiere,

aportando hasta el 40% de las capturas totales nacionales, la pesquería se desarrolla principalmente en el Noroeste de México y el Golfo de California.

De manera especial se considera que las poblaciones de pelágicos menores (sardinas y anchovetas) son importantes en el funcionamiento del ecosistema marino, ya que son consumidores primarios al alimentarse principalmente de plancton. Además sirven de forraje para peces, mamíferos marinos y aves marinas (Martínez-Zavala *et al.*, 2006). En el Golfo de California, la especie más importante de la pesquería de pelágicos menores es la sardina Monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*), representando hasta el 80% de las capturas totales (~500 mil toneladas en la temporada de pesca 2008).

Este recurso ha mostrado ser particularmente susceptible a la variabilidad del ambiente marino, lo cual se refleja en las capturas comerciales (Lluch-Belda *et al* 1989). Por ejemplo, existe una relación inversa entre en las capturas de sardina Monterrey y sardina crinuda cuando se presenta el fenómeno de El Niño (Lluch-Belda *et al*, 1986). Así mismo, la sardina efectúa movimientos estacionales para la reproducción y alimentación relacionados aparentemente con los cambios del ambiente (Lluch-Belda *et al.*, 1991). De modo que para aplicar el concepto EEP a la pesquería de sardina en el Golfo de California, se requieren esfuerzos de investigación en la dirección de comprender mejor la influencia de los factores ambientales (Lluch- Cota, 2000).

2. ANTECEDENTES

2.1 Origen del Concepto de Enfoque de Ecosistemas en la Pesca

A nivel mundial, el enfoque de la ordenación pesquera empezó a cambiar con la introducción de Zonas Económicas Exclusivas (ZEE) a mediados del decenio de 1970 y la adopción de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM) en 1982. Fueron avances necesarios, pero insuficientes hacia la ordenación eficaz y el desarrollo sostenible de la pesca. A finales del decenio de 1980 era evidente que no se podía seguir manteniendo el desarrollo rápido y a menudo incontrolado de las capturas; se necesitaba con urgencia un nuevo enfoque que tomara en cuenta las cuestiones relativas a la conservación del medio ambiente (FAO, 2006), es decir una utilización sostenible de todo el sistema y no sólo de las especies objetivo.

En 1995 se propuso el Código de Conducta para la Pesca Responsable (CCPR), que constituye un marco adecuado para los esfuerzos nacionales e internacionales orientados a asegurar la explotación sostenible de los recursos acuáticos (artículo 6 del CCPR). Este y otros acuerdos, como el convenio sobre la diversidad biológica de 1992 y el acuerdo de las Naciones Unidas relativo a las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios, ponen en relieve las ventajas de la aplicación del manejo de pesquerías con un enfoque ecosistémico.

Un paso esencial fue dado en 2001 con la Declaración de Reykjavik sobre la pesca responsable en el ecosistema marino. En esta se sugiere que la FAO elaborase “*directrices técnicas respecto a las consideraciones relativas al ecosistema en el manejo de la pesca*”. Más recientemente, en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en Johannesburgo, Sudáfrica, 2002 se aprobó una Declaración Política y un Plan de Aplicación relacionados con la pesca, la salud del ecosistema y la conservación de la biodiversidad (FAO, 2010). De igual forma, el EEP propone una vía para lograr el desarrollo sostenible en el ámbito pesquero estableciendo principios y normas aplicables a la conservación, ordenación y desarrollo de todas las pesquerías. Cabe mencionar que no contradice ni sustituye la ordenación

pesquera convencional, sino que busca mejorar su aplicación y reforzar su pertinencia ecológica. Los principios fundamentales en que se basa el EEP son los siguientes (FAO, 2006):

- ✓ la ordenación de la pesca debería tener por objeto limitar el efecto de esta actividad sobre el ecosistema a un nivel aceptable;
- ✓ es preciso mantener las relaciones ecológicas entre especies;
- ✓ las medidas de ordenación deben ser compatibles en toda la zona de distribución del recurso;
- ✓ es preciso actuar con precaución al adoptar decisiones y medidas, porque los conocimientos sobre los ecosistemas son incompletos;
- ✓ la gobernanza debería asegurar el bienestar y la equidad tanto de las personas como de los ecosistemas.

2.2 Gestión de los recursos pesqueros en México

La FAO (2003) calcula que aproximadamente la mitad de los stocks pesqueros del mundo son explotados ya sea cerca o en su máximo rendimiento sostenible (Villanueva & Campbell, 2010). En términos globales, las tendencias de las pesquerías mexicanas siguen el mismo patrón que las pesquerías a escala mundial, donde la mayor parte de los recursos son plenamente explotados (Arreguin *et al.*, 2006); ejemplo de ello, es la pesquería de pelágicos menores (sardinillas y anchovetas) que se realiza principalmente en el Noroeste mexicano con las capturas más altas en el Golfo de California. La sardina Monterrey (*Sardinops sagax caerulea*) representa hasta el 80% de las capturas totales, lo que la convierte en el principal componente de la pesquería de pelágicos menores en México.

La pesquería de sardina en el Golfo de California comenzó a principios de 1970. En los años setenta y ochenta las descargas de sardina Monterrey crecieron de 11,500 t. hasta 294,000 t. Después hubo una pronunciada declinación de la sardina hasta valores alrededor de 7,000 t. en las temporadas 1991, 1992 y 1993 (Nevárez-Martínez *et al.*, 1997, Nevárez-Martínez *et al.*, 2010). Posteriormente en 1996 y 1997 las capturas se incrementaron hasta las 215,000 t. Aparentemente debido a los fenómenos El Niño y La Niña en la temporada 1998 y 1999 la captura de sardina

disminuyó nuevamente entre 51,000 y 66,000 t. A esto le siguió una recuperación durante 2008, 2009 y 2010, incrementándose hasta un registro récord de casi 530,000 t. (Nevárez-Martínez, *et al.* 2010), Figura 1.

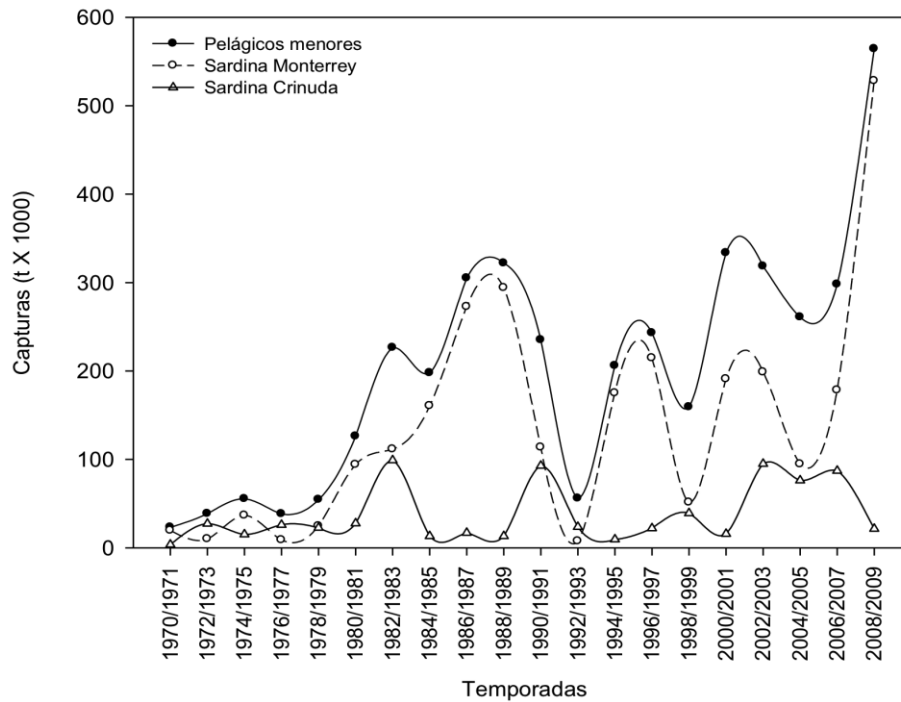


Figura 1. Capturas del total de peces pelágicos menores (sardina Monterrey y crinuda), en el Golfo de California. Datos de Nevárez Martínez, 2010.

2.3 Importancia del Eco- etiquetado

Debido a la dificultad para aplicar los conceptos del manejo basado en el ecosistema, se reconoce la necesidad de desarrollar herramientas administrativas como incentivos de mercado, eco-etiquetado, etc., para lograr un acercamiento al EEP (Hilborn *et al.*, 2003). El eco-etiquetado es un instrumento económico que orienta la conducta del consumidor al comprar (FAO, 2002), fundamentado en la protección al medio ambiente, maximizando los beneficios económicos y mitigando los impactos ambientales que la pesca pueda ocasionar. Esto tiene como meta el manejo responsable y sustentable de las pesquerías, o como lo mencionan Phillips *et al.*, (2003) “los programas de certificación pueden ser usados para modificar las prácticas de manejo”. Existen diferentes modalidades de eco-etiquetas que son

usadas en diferentes aspectos y formas. Algunas de estas las otorga “*SeaFood Watch*” y el “*Consejo de Administración Marina*” (MSC; Gardiner & Viswanathan 2004).

Seafood Watch es un programa creado por el Monterey Bay Aquarium que investiga y evalúa, a través de expertos, la sostenibilidad de los productos pesqueros, y asigna una eco-etiqueta diseñada para sensibilizar a los consumidores sobre la importancia de comprar productos del mar provenientes de fuentes sustentables. Esta organización es conocida por publicar guías de bolsillo que contiene una lista de recomendaciones. Dentro de ellas se encuentra la *Sardinops sagax* de California como un recurso sustentable (www.seafoodwatch.com). Cada recomendación de sustentabilidad emitida por *Seafood Watch* es apoyada por un informe. En estos informes se sintetiza y analiza el estado del arte sobre la pesca y el ecosistema de una especie, y se evalúa la información de orden bioético y de conservación para emitir recomendaciones sobre el aprovechamiento del recurso o incluso evitar su consumo.

El MSC fue creado en 1996 por la mancuerna entre WWF, una organización no lucrativa (la más grande del mundo en su tipo) enfocada a la conservación ambiental y por Unilever, uno de los principales compradores de productos pesqueros congelados. Ellos se basaron en el modelo de la silvicultura verde desarrollado por el consejo de la administración de Bosques (Forest Stewardship Council, FSC) y la WWF en 1993 (Sutton, 1996). Así, el MSC fue diseñado para fomentar un sistema global de pesquerías sustentables con base en el CCPR (1995). Un grupo de expertos en ciencias pesqueras y certificación formuló el estándar de evaluación de una pesquería tipo. Después el MSC patrocinó una serie de talleres con expertos para redefinir el estándar y elaborar el proceso de implementación. Finalmente el MSC fue establecido en 1997 en Londres como un organismo independiente, no gubernamental y no lucrativo (MSC, 2009) cuyo financiamiento es obtenido por medio de diversas organizaciones benéficas, corporativas, gubernamentales y no gubernamentales (MSC, 2002).

Entre los diferentes sistemas de eco-etiquetado pesquero de participación voluntaria, el impulsado por el *MSC* es considerado líder mundial debido a su riguroso estándar de calidad (Ward & Phillips, 2008). La eco-etiqueta es otorgada por medio de un proceso de certificación por terceras partes, que hace constar que los productos provenientes de una pesquería determinada cumplen con los requisitos específicos postulados por dicho organismo (Pérez-Ramírez, 2011).

Aun cuando ciertos documentos destacan que el eco-etiquetado favorece la entrada en el mercado de productos marinos obtenidos de manera sostenible, en México la demanda de este tipo de productos es todavía modesta (Moreno-Jimeno *et al.*, 2011). Únicamente dos pesquerías han sido íntegramente certificadas en México por *MSC*: la langosta roja de Baja California (recientemente recertificada), y la pesquería de sardina en el Golfo de California (objeto de éste estudio). Dos pesquerías más se encuentran en proceso de certificación: la del atún aleta amarilla en Baja California Sur y la de langosta espinosa de Sian Ka'an y Banco Chinchorro (Reservas de la Biofera; Moreno-Jimeno *et al.*, 2011).

3. JUSTIFICACION

Una pesquería debe ser conducida de manera que no se provoque la sobrepesca y el agotamiento de las poblaciones explotadas y, para aquellas poblaciones que se hayan sobreexplotado, la pesquería debe ser manejada de manera que sea posible su recuperación. Sin embargo, desde hace años ha habido conciencia de que las pesquerías dependen últimamente de la productividad del ecosistema, por lo que el propósito de manejo debe incluir consideraciones sobre la estructura y funcionamiento a este nivel de organización en el marco de un aprovechamiento sostenible.

A menudo los sistemas tradicionales de manejo enfocados en stocks o especies particulares no parecen haber logrado estos objetivos y, consecuentemente, han comprometido la actividad económica (Lluch-Belda, 2009). La importancia de los programas como “*Seafood Watch*” y el “*Consejo de Administración Marina*” reside en un manejo apropiado de la pesca a través de la creación de diferentes incentivos basados en el mercado; es decir, un manejo y administración eficiente de los recursos pesqueros, maximizando los beneficios económicos y mitigando los impactos ambientales, para lograr una pesquería sostenible (Wessells *et al.*, 2001).

La pesquería de sardina en México es un recurso que tiene un importante papel ecológico en el sistema marino, ya que es un eslabón importante de la trama trófica al alimentarse de plancton, y a su vez son alimento de otros peces, mamíferos marinos y aves marinas (Velarde *et al.*, 1994). La industria sardinera desarrolla su actividad tratando de obtener los mejores beneficios económicos y respetar las reglas oficiales para conservar la productividad de las poblaciones de sardina. Sin embargo, se considera conveniente tomar en cuenta los criterios ecosistémicos que son contemplados a nivel internacional como un régimen de gestión avanzado. En este sentido en el presente trabajo se evalúa la aplicabilidad del manejo con un Enfoque Ecosistémico en la Pesquería de sardina en México. La información obtenida será útil para reconocer el impacto de la pesca sobre las poblaciones no objetivo, así como de otras especies que dependen de la sardina o incluso especies protegidas por la legislación actual.

4. OBJETIVO

Analizar la potencial aplicación del concepto de manejo basado en el ecosistema en la pesquería de sardina del Golfo de California, en el contexto del marco legal actual y considerando el modo de operación de la pesquería y la variabilidad del marco ambiental.

4.1 Objetivos particulares

- 1.-Analizar el Marco Normativo en el que opera en la pesquería de sardina del Golfo de California.
- 2.- Evaluar el efecto probable de la variabilidad de los factores de ambiente y de la pesquería.
- 3.- Analizar la información correspondiente al papel ecológico de la población y evaluar el impacto generado por la pesquería de sardina.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Área de estudio

El Golfo de California es un mar angosto y semicerrado, considerado una gran cuenca de evaporación en comunicación abierta con el océano Pacífico en su región sur (Bray, 1988). Se localiza entre la península de Baja California y los estados de Sonora y Sinaloa, entre los 23° y 32° N y entre los 106° y 115°W. (Figura 2). Es uno de los mares con mayor biodiversidad en el mundo y altamente productivo en términos ecológicos. También alberga especies de valor comercial entre las que se encuentra la especie sujeta de estudio, la sardina (Nevárez-Martínez *et al.*, 2010).

5.2 Marco Normativo

Para entender la estructura y sistema de manejo de la pesquería de sardina en el Golfo de California, se llevó a cabo una revisión sistemática del marco normativo con base en los documentos disponibles, haciendo referencia al concepto de manejo con un enfoque ecosistémico. Se revisó:

- ✓ la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable (LGPAS) publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) en julio del 2007;
- ✓ La propuesta de reglamento de LGPAS (2007);
- ✓ la Carta Nacional Pesquera (CNP) actualizada en el DOF (2010);
- ✓ la NOM-003-PESC-1993 publicado en el DOF (1993);
- ✓ las propuestas del plan de manejo para pelágicos menores realizadas por el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA); y la propuesta por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

5.3 Variación Ambiental

Para explorar la relación de la producción pesquera de sardina en función del esfuerzo pesquero y las variables ambientales, se aplicó un análisis de regresión lineal múltiple; utilizando el índice de Oscilación Decadal del Pacífico (ODP), el Índice Multivariado El Niño (IME) y la Temperatura Superficial del Mar (TSM) como

variables independientes, y la Captura por Unidad de Esfuerzo de la sardina Monterrey (CPUEm) como variable dependiente. Este tipo de análisis permite evaluar la probable relación de variables, mediante el valor del coeficiente beta ponderado (β) que representan el peso de cada variable como predictor. El modelo de regresión lineal múltiple se expresa como:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \beta_p \cdot X_p + e$$

Donde Y es la variable de respuesta, β_0 es el intercepto con la ordenada, β_1 es la pendiente del predictor X_1 , β_2 es la pendiente del predictor X_2 , β_p es la pendiente del predictor X_p , e es la parte de la variabilidad de la respuesta no explicada por el conjunto de predictores, o la parte aleatoria del modelo (Salinas & Silva, 2007).

Índice de la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP): Este índice es definido como el primer componente principal de la variabilidad mensual en la temperatura superficial del mar en el Pacífico Norte, en dirección al polo a partir de los 20° de latitud Norte (JISAO, 2010).

Índice Multivariado El Niño (IME): Es una medida multivariante de seis parámetros observados sobre el Pacífico tropical: 1) presión del nivel del mar; 2) componente superficial de viento zonal; 3) componente superficial de viento meridional; 4) temperatura superficial del mar; 5) temperatura superficial del aire y 6) nubosidad. Las mediciones registradas de las seis variables durante cada mes son introducidas a un análisis de componentes principales y el índice es el primer componente principal resultante (Wolter & Timlin, 1993).

Los datos de la ODP (Mantua *et al.*, 1997) e IME (Wolter & Timlin, 1998) se obtuvieron de la página de National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA). Los datos de TSM fueron obtenidos de la base de datos ERSST (Extended Reconstructed Sea Surface Temperature v3b; Smith *et al.*, 2008; <http://www.ncdc.noaa.gov/ersst/>), para los cuadrantes de 2°X2° centrados en 27°N-110°O y 25°N-109°O (Figura 2). Los datos de la CPUE para sardina Monterrey en el

Golfo de California fueron tomados de la actualización por Nevárez-Martínez *et al.*, (2010). Cabe mencionar que los datos se dividieron en dos fases: fase fría, de enero a junio (invierno), y fase cálida, de julio a diciembre (verano); debido a que durante el verano la influencia ambiental en la zona es del Pacífico tropical y durante el invierno la influencia es del Pacífico norte (Castro & Lluch-Belda, 2008).

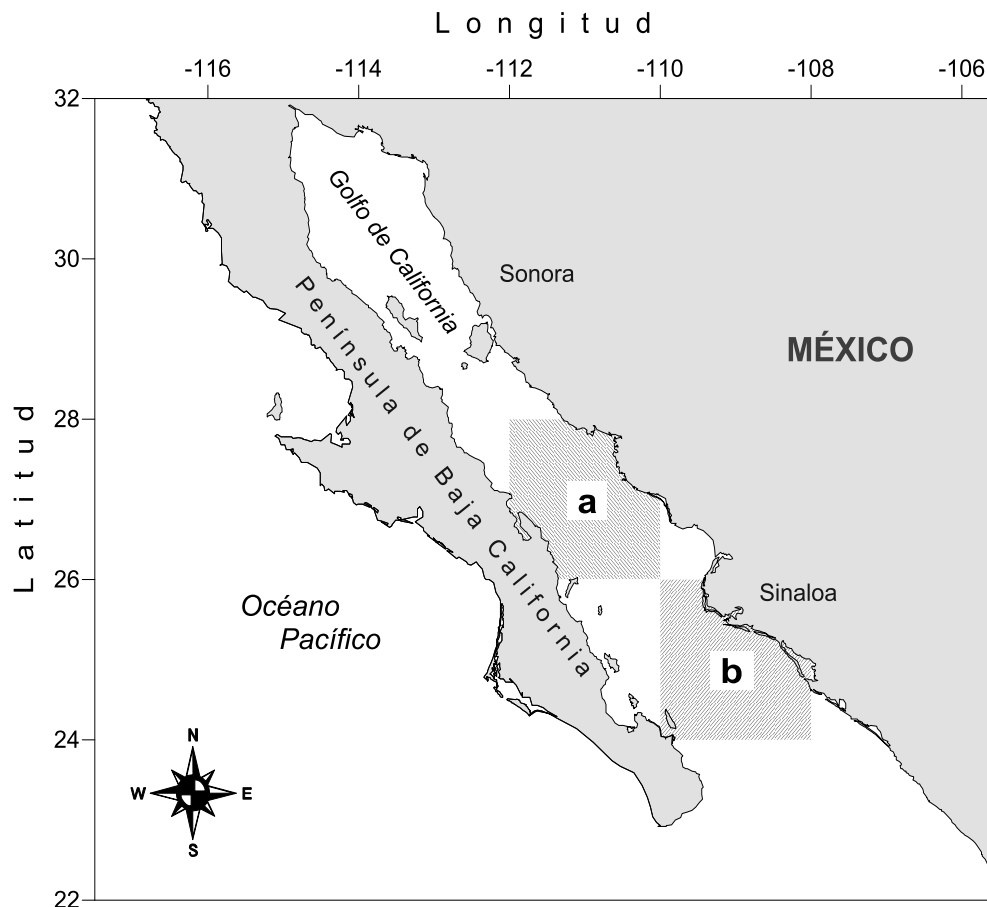


Figura 2. Golfo de California. Datos obtenidos de la TSM de los cuadrantes a y b, de 2X2° centrados en 27°N-110°O y 25°N-109°O.

5.4 Evaluación *Seafood Watch*

Para evaluar la factibilidad de aplicación del concepto de EEP en la pesquería de sardina se utilizó como herramienta la guía de evaluación de *Seafood Watch*. Este documento es elaborado bajo los principios rectores y ética de conservación del

Monterey Bay Aquarium, el cual se divide en cinco criterios de los cuales se derivan indicadores que permiten evaluar la relación de la sostenibilidad de las capturas pesqueras. En los siguientes incisos se describe el procedimiento que se llevo a cabo para aplicar la evaluación.

a) Primero se revisaron los cinco criterios e indicadores en los que se basa *Seafood Watch* para evaluar las pesquerías (Anexo 1). Los criterios estructurados son los siguientes (www.seafoodwatch.com):

Criterio 1. Evaluación de la vulnerabilidad inherente a la presión pesquera.

Principio indicador: las especies sostenibles silvestres tienen una baja vulnerabilidad a la presión pesquera y por lo tanto una baja probabilidad de ser objeto de sobreexplotación, debido a las características inherentes de su historia de vida.

Criterio 2. Evaluación del estado de la población.

Principio indicador: las especies sostenibles deben tener la estructura y abundancia suficiente para mantener o mejorar la productividad de la pesca a largo plazo.

Criterio 3. Evaluación de la naturaleza y alcance de la pesca incidental y (bycatch) descartada.

Principio indicador: las especies sostenibles deben ser capturadas con técnicas que minimicen la captura de especies no deseadas y/o no comerciales.

Criterio 4. Evaluación de los efectos de las prácticas de pesca en el hábitat y el ecosistema.

Principio indicador: la captura de especies sostenibles deben mantener sus relaciones funcionales naturales entre las especies que comparten el ecosistema, además de conservar la diversidad y la productividad del ecosistema.

Criterio 5. Evaluación del régimen de administración.

Principio indicador: régimen efectivo de administración de especies sostenibles para la implementación y cumplimiento de todas las leyes locales, nacionales e internacionales, y la utilización de un enfoque precautorio para garantizar la pesca en el largo plazo y la productividad de la misma.

b) Con el propósito de aplicar la misma metodología que utilizan los evaluadores de *Seafood Watch* y responder los cinco criterios e indicadores de la evaluación, se les solicitó a expertos en la pesquería de sardina que fungieran como evaluadores de este recurso y respondieran un formato.

c) La selección de personas expertas en la administración del recurso de sardina fue mediante la técnica de muestreo “*Bola de Nieve*”. Esta técnica consiste en seleccionar una muestra inicial de personas, y solicitar en cada entrevista que se identifique a otras personas, así los elementos seleccionados de la muestra conducen a otros, y estos a otros, hasta conseguir una muestra representativa (Abascal E. & Grande I., 2005). Esta técnica se utiliza tratando de lograr la mayor representatividad y homogeneidad de las muestras a través de la inclusión del mayor número de individuos. Así mismo, la muestra se diferenció por sectores: gubernamental (CONAPESCA e INAPESCA), académico (CIBNOR y CICIMAR), industrial pesquero (Guaymas Sonora) y conservación con peticiones a organizaciones conservacionistas como Comunidad y Biodiversidad (COBI), World Wildlife Fund (WWF) y NIPARAJA.

d) Una vez identificada la muestra se solicitó a cada persona el llenado de la evaluación de manera voluntaria, y la información recopilada fue integrada en una base de datos para su análisis.

e) Cabe mencionar que el esquema *Seafood Watch* para evaluar sus datos utiliza un método cualitativo mediante códigos de color en sus respuestas. Las respuestas de mejor opción para el consumidor se codifican con color verde, las de buena alternativa con color amarillo y las respuestas de evitar su consumo en rojo. Para analizar los datos obtenidos de la evaluación y darle un valor cuantitativo a las repuestas se utilizo una escala del 0 al 4, de menor a mayor de la siguiente manera:

- ✓ Se le asignó el número 4 a las respuestas con código verde y que *Seafood Watch* define como “mejor opción” o “Siga”. Estas equivalen a la calificación máxima de 100, indicando que la pesquería se maneja con una práctica excelente de pesca.
- ✓ Se asignó el 3, al color amarillo que corresponde a la categoría de “buena alternativa” o “Precaución”. Que equivale a la calificación de 75, debido a que existen algunas preocupaciones en torno a cómo la especie es capturada y por lo tanto no demuestra todas las cualidades de una actividad sustentable.

- ✓ El número 2 corresponde al color rojo, es decir la categoría de “evitar” o “Stop”. Equivale a una calificación de 50 o reprobatoria. Esto indica que la pesquería no cumple con los requerimientos mínimos de sustentabilidad.
- ✓ El número 1 equivale a las preguntas que no fueron contestadas, porque no existe la información científica disponible.
- ✓ El número 0 se asentaba cuando el evaluador no conocía la respuesta.

f) De esta manera, las respuestas se valoraron asignándoles un valor numérico. Los valores se agruparon en cinco matrices que corresponde a cada uno de los cinco criterios, donde las preguntas se ordenan en columnas y los evaluadores en los renglones. Para establecer la calificación se calculó la frecuencia de los valores asignados a cada pregunta (columna); por ejemplo, cuantas veces se repitió el valor 4 (la mejor opción), cuantas el 3, etc. Obteniendo una nueva matriz que fue procesada de la siguiente forma; Las frecuencias se sumaron para todas las preguntas, de modo que se obtuvo un valor para cada categoría (4, 3, 2, 1 y 0). Esta última columna se maneja en porcentaje cuyo promedio constituye la calificación global por criterio. Finalmente la suma del promedio de cada criterio dividido entre cinco (número total de criterios), dio la calificación final de la evaluación.

5.4.1 Tendencia de las evaluaciones mediante un Análisis de Componentes

Principales (ACP).

Se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP). Este método de simplificación o reducción de la dimensión se utiliza cuando se quiere reducir un número elevado de variables a unas pocas representativas de la variabilidad original. La aplicación de esta técnica es directamente sobre el conjunto de variables sin establecer ninguna jerarquía previa y tampoco se necesita comprobar que los datos tienen una distribución normal (Pérez, 2004). El ACP se aplicó con la finalidad de ver la tendencia de los diferentes sectores respecto según el resultado de la evaluación. Se utilizó el Software XLSTAT Versión 2012 1.02.

5.5 Consejo de Administración Marina (*MSC* por sus siglas en inglés)

Otra herramienta para evaluar la perspectiva del EEP es el *MSC*; este es un organismo independiente, no gubernamental y no lucrativo dedicado acreditar y certificar pesquerías cuya actividad se gestiona y realiza de forma responsable con el medio ambiente. El proceso de certificación del *MSC* se basa en la valoración y verificación de la información que se tiene acerca de la pesquería sujeta a evaluación (Chaffee *et al.*, 2003). Este proceso es llevado a cabo por empresas privadas acreditadas por el mismo *MSC* para realizar y desarrollar las evaluaciones correspondientes de la pesquería objetivo. Al obtener los resultados positivos derivados de los estudios previos, el producto y sus derivados podrán portar el sello azul distintivo del *MSC* denominado eco-etiqueta (May *et al.*, 2003). Esto es un manifiesto de que el producto que se está consumiendo es amigable con el medio ambiente o que genera un impacto negativo menor al que generan productos similares (Deere, 1999).

Los tres principios en los que se sustenta el *MSC* para la certificación se fundamentan principalmente en la sustentabilidad de la pesquería, es decir, el impacto que ésta genera en el ecosistema y la efectividad del sistema de manejo de la pesquería. Cada principio del *MSC* se subdivide en criterios y el desarrollo de estos principios y criterios recae en el conocimiento y experiencia de científicos reconocidos de todo el mundo en materia pesquera.

Los tres principios del MSC

Principio 1. La actividad pesquera debe conducirse evitando la pesca excesiva o el agotamiento de las poblaciones explotadas, y en el caso de que estas disminuyan sensiblemente debe dirigirse de manera que favorezca demostrablemente la recuperación del recurso.

Principio 2. Las operaciones pesqueras deben permitir el mantenimiento de la estructura, productividad, función y diversidad del ecosistema (incluyendo el hábitat asociado y las especies ecológicamente relacionadas) del cual la industria pesquera depende.

Principio 3. La actividad pesquera se encuentra bajo un sistema de gestión eficaz que respeta leyes y estándares locales, nacionales e internacionales e incorpora soporte institucional y operacional para el uso sustentable del recurso.

Para el presente análisis, se tomo como foco el *principio 2*, ya que involucra aspectos relacionados con el ecosistema. Este *principio 2* se clasifica en cinco componentes que se considera cubren el rango de los elementos potenciales del ecosistema que puedan ser afectados por la pesca (www.msc.org):

1. Bycatch. Especies retenidas: especies que no son objeto de la pesquería, pero que son retenidas usualmente por que tienen un valor comercial.

2. Bycatch. Especies descartadas: especies que no son objeto de la pesquería, y no son retenidas porque no tienen un valor comercial.

3. Especies Protegidas, Amenazadas o en peligro de Extinción (ETP, por sus siglas en ingles): son aquellas que son reconocidas por la legislación nacional y/o acuerdos internacionales vinculantes con la jurisdicción, como parte de la evaluación para el control de pesca.

4. Hábitat: El hábitat en el que opera la pesquería

5. Ecosistema: Incorporación de elementos del ecosistema tales como la estructura trófica y su función, composición de la comunidad y la biodiversidad.

La separación de estos componentes permite que se centren claramente los diferentes objetivos, expectativas y estrategias utilizadas por los administradores para manejar el impacto de una pesquería. Finalmente cada uno de estos componentes se contrastó con la información proveniente de la literatura disponible para la pesquería de sardina del Golfo de California. Utilizando como principales fuentes bibliográficas los reportes durante el proceso de certificación de la pesquería de sardina del Golfo de California y los reportes técnicos para el INAPESCA escritos por diferentes autores.

6. RESULTADOS

6.1 Marco Normativo

Respecto al manejo pesquero con un enfoque de ecosistemas es conveniente referir al marco normativo en materia de pesca con el objetivo de analizar desde el punto de vista legal el alcance (si lo hay) de estas tendencias de manejo. El ordenamiento de mayor jerarquía es la actual Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable (LGPAS), misma que entró en vigor en octubre del 2007. Esta Ley incluye de manera implícita en tres de sus artículos los conceptos del enfoque ecosistémico, como se señala a continuación:

Artículo 2, Fracción III.- Establecer las bases para la ordenación, conservación, la protección, la repoblación y el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, así como la protección y rehabilitación de los ecosistemas en que se encuentran dichos recursos.

Artículo 9, Fracción III.- Fomentar, promover áreas de protección, restauración, rehabilitación y conservación de los ecosistemas costeros, lagunarios y de aguas interiores, en los términos establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Artículo 17, Fracción III: Que el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas, su conservación, restauración y la protección de los ecosistemas en los que se encuentren, sea compatible con su capacidad natural de recuperación y disponibilidad. **Fracción VIII.-** Con el fin de conservar y proteger los recursos pesqueros y los ecosistemas en los que se encuentran, las autoridades administrativas competentes en materia de pesca y acuicultura adoptarán el enfoque precautorio que incluya la definición de límites de captura y esfuerzo aplicables, así como la evaluación y monitoreo del impacto de la actividad pesquera sobre la sustentabilidad a largo plazo de las poblaciones (DOF, 2007).

En lo que corresponde a la propuesta del Reglamento para la LGPAS (2007) ya se hacen consideraciones explícitas sobre el ecosistema en dos de sus artículos

(Artículo, 69 y 71), atendiendo en particular a reducir el impacto de la pesca sobre recursos no objetivo (SAGARPA, 2010).

Marco Normativo de Pelágicos menores

El aprovechamiento de los peces pelágicos menores actualmente se rige por la Norma Oficial Mexicana respectiva (NOM-003-PESC-1993). Esta Norma establece tallas mínimas de captura para sardina Monterrey (150 mm de longitud patrón LP), crinuda (160 mm LP) y anchoveta (100 mm LP; DOF, 1993) pero no hace mención del ecosistema. Menciona también el establecimiento de las vedas temporales cuando se detecte que la mayor proporción de los organismos muestreados se encuentren en proceso de desove.

Cabe mencionar que las vedas establecidas desde 1993 hasta la fecha se han acordado mediante suspensiones de pesca por zona o totales en el Golfo de California durante los meses de agosto y septiembre. Las medidas son propuestas por el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Guaymas, y convenidas entre el sector productivo y gubernamental. Las propuestas se presentan como parte de la agenda en las reuniones informativas trimestrales que se realizan en Guaymas, Sonora; es decir, el manejo de esta pesquería se ha facilitado mediante el diálogo abierto en reuniones periódicas entre los sectores y esto ha reflejado un ambiente de cooperación no sólo en la aceptación de las propuestas de manejo, sino en el apoyo de los industriales a la investigación pesquera (Nevárez-Martínez *et al.*, 2006).

En la Carta Nacional Pesquera (CNP) se sugieren algunas medidas de manejo para las principales especies explotadas en México, entre las que se encuentra la observación de las disposiciones sobre la talla mínima de captura. Estipula que la captura incidental de sardina Monterrey menor a 150 mm de longitud patrón no exceda el 30% de la captura por temporada (DOF, 2004). En la última actualización de la CNP, en diciembre 2010, el INAPESCA estima que el rendimiento óptimo por temporada para todos los pelágicos menores es del orden de las 524,000 toneladas anuales, y considera que la pesquería en su conjunto se encuentra estabilizada

(DOF, 2010). Determina no incrementar el esfuerzo pesquero actual en términos de capacidad de acarreo, es decir, no otorgar más permisos de pesca comercial para peces pelágicos menores, a menos que sustituyan a embarcaciones actualmente permitidas y que se hubieran mantenido activas en esta pesquería (DOF, 2010).

En lo que corresponde al plan de manejo de pelágicos menores, actualmente se cuenta con dos propuestas. Una realizada por el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), que considera ya el enfoque de ecosistemas en el manejo, y que propone líneas de investigación para facilitar el manejo pesquero tomando en cuenta el ecosistema y el enfoque precautorio de acuerdo con el Código de Conducta de la Pesca Responsable (INAPESCAP *et al.*, 2011).

Otra propuesta de plan de manejo es la presentada por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR, 2007), siendo uno de sus objetivos específicos adoptar un enfoque de manejo adaptativo para prever oportuna y eficientemente los cambios en el sistema de manejo, así como también mantener la estructura de la cadena trófica y la funcionalidad del ecosistema en el que habitan los pelágicos menores. De hecho, en este documento se menciona que *“no se tiene identificado el efecto de esta actividad pesquera a nivel físico, químico o de alteraciones biológicas sobre el sustrato, especies depredadoras y su hábitat, u otro componente del ecosistema, sin embargo dados los volúmenes de extracción de pelágicos menores, podría considerarse algún tipo de impacto en el ecosistema y en la cadena trófica a corto o mediano plazo”* (CIBNOR, 2007).

Finalmente, el manejo de estos recursos se beneficia con el reconocimiento del Comité Técnico de pelágicos menores mediante la participación del INAPESCA, industria, gobierno local y federal, además de instituciones académicas interesadas. Estas partes pretenden responder a las expectativas científicas, tecnológicas, económicas y sociales que han sido expresadas por los diversos sectores involucrados con la investigación, administración, y aprovechamiento de estos

recursos pesqueros para garantizar su sustentabilidad (Taller de pelágicos menores, 2010).

6.2 Variación ambiental

En la Figura 3 se muestran los resultados del análisis de la Regresión Lineal Múltiple aplicado a los índices ambientales (ODP, IME y TSM) y la CPUE de sardina Monterrey en el Golfo de California. Aunque la pesquería tiene altas y bajas, la población parece estar aumentando según por el incremento de las capturas en los últimos años. Los descensos y aumentos de las capturas se relacionan positivamente con las variables ambientales, en particular la ODPf contribuye significativamente a la explicación de la variabilidad. Con un valor del coeficiente beta ponderado de 0.95 (Figura 4). Esto sugiere que un periodo frío moderado sería favorable para la sardina Monterrey en el Golfo de California.

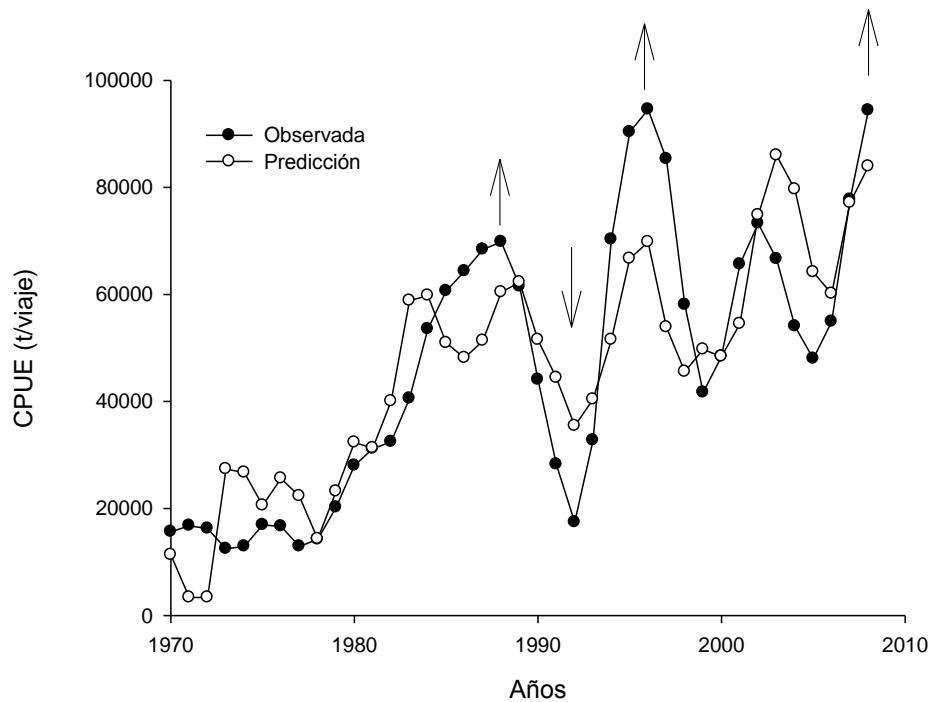


Figura 3. Representación grafica de la captura observada (círculos negros) y la estimada (círculos blanco) según el análisis de regresión lineal múltiple entre la Captura por Unidad de Esfuerzo (t/viaje), y variables ambientales.

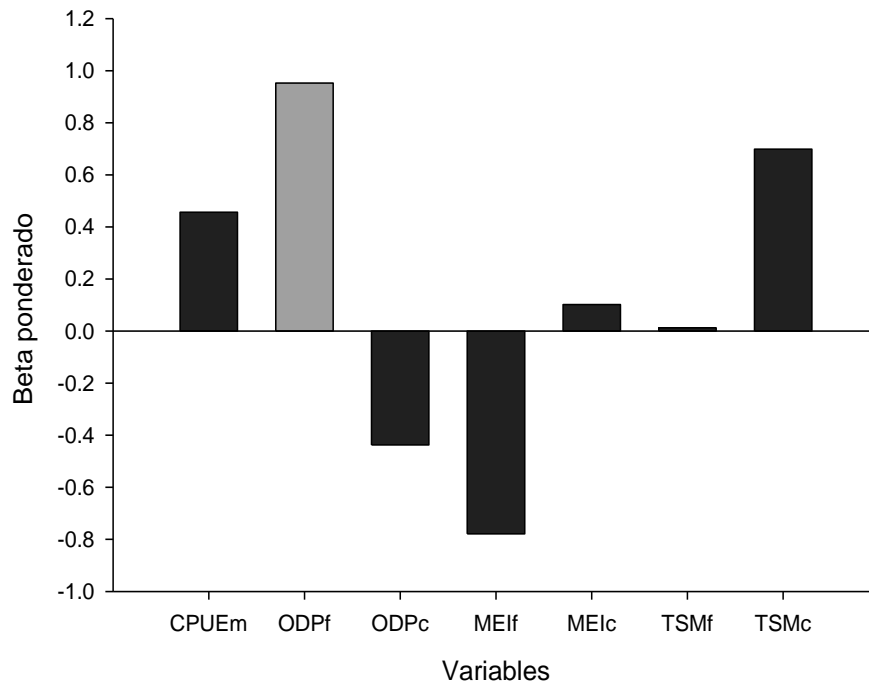


Figura 4. Histograma de los valores del coeficiente beta ponderado, estimados a través del análisis de la regresión lineal múltiple. Se utilizó la Captura por Unidad de Esfuerzo de sardina Monterrey (CPUEm) como variable dependiente y tres variables ambientales (ODP: Oscilación Decadal del Pacífico, IME: Índice Multivariado El Niño, TSM: Temperatura Superficial del Mar). Se observa que la variable ODPf tiene un mayor peso en la CPUE de la sardina Monterrey. El subíndice c representa el periodo cálido del año (julio a diciembre) y el subíndice f representa el periodo frío del año (enero a junio).

6.3 Evaluación Seafood Watch

Las evaluaciones *Seafood Watch* fueron dirigidas a personas que se supuso tenían un buen conocimiento en cuestiones de manejo de la pesquería de sardina. Se entregaron un total de 54 evaluaciones, sin embargo en algunos casos no se obtuvo respuesta, recabando un total de 25 evaluaciones. De estas 25 evaluaciones 52% de participación provino del sector académico, 28% del sector industrial, 16% del sector gubernamental y 4% de participación del sector conservación (Figura 5).

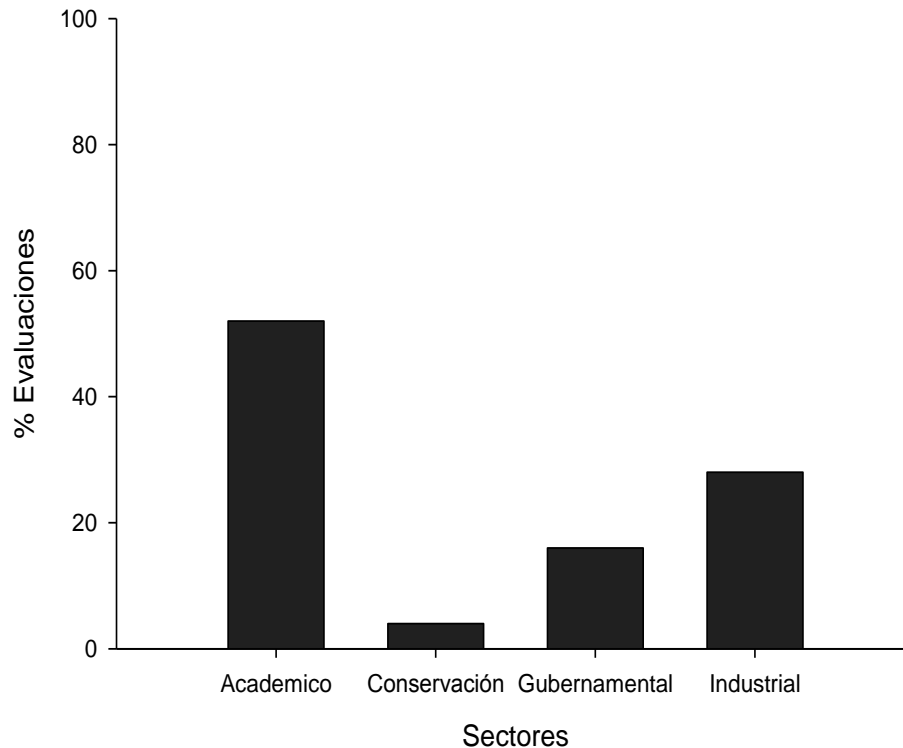


Figura 5. Porcentaje de encuestas aplicadas por sector.

En la Figura 6 se representan los resultados correspondientes a las encuestas sobre el **criterio 1** de *Seafood Watch* en el que se evalúa la vulnerabilidad del stock a la presión pesquera. El 85% de los evaluados piensan que la pesquería esta en un nivel adecuado de aprovechamiento (*sigá*), 11% indica que se requiere *precaución*, y 2% sugiere que debe *evitarse*. De manera general la opinión de los expertos alcanza una calificación de 95, que corresponde a un nivel adecuado de manejo respecto al impacto de la pesquería sobre la población. Lo anterior indica que se considera que la especie tiene una baja vulnerabilidad a la presión pesquera en el Golfo de California, y por lo tanto una baja probabilidad de ser objeto de sobreexplotación.

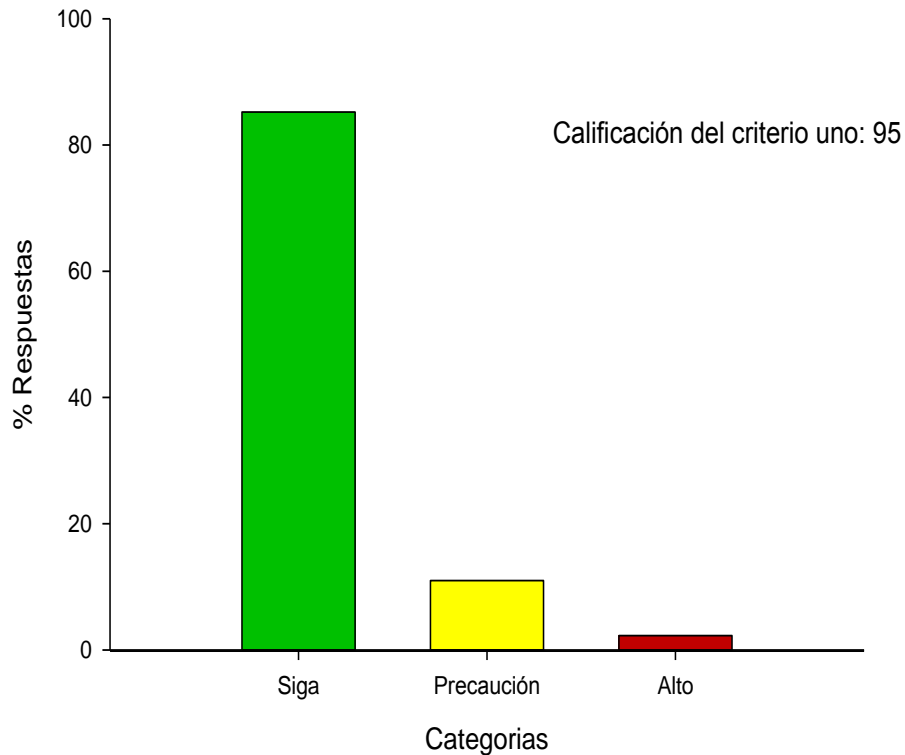


Figura 6. Síntesis de la evaluación del criterio 1 de *Seafood Watch* para la pesquería de sardina. El sistema de colores tipo “semáforo” permite identificar claramente el criterio con mayor peso.

Los resultados correspondientes al **criterio 2** en el que se evalúa el estado actual de la población, se representan en la Figura 7. El 38% piensa que la pesquería se encuentra en un nivel adecuado de explotación (*siga*), 47% de los encuestados opina que se debe tener *precaución* y 5% opinó que debe *evitarse*, mientras que el 7% (no graficado) dice que desconoce la situación. La calificación de este criterio es de 76; indicando que la pesca incide sobre una población con una estructura y abundancia suficiente para mantener o acrecentar la productividad de la pesquería a largo plazo.

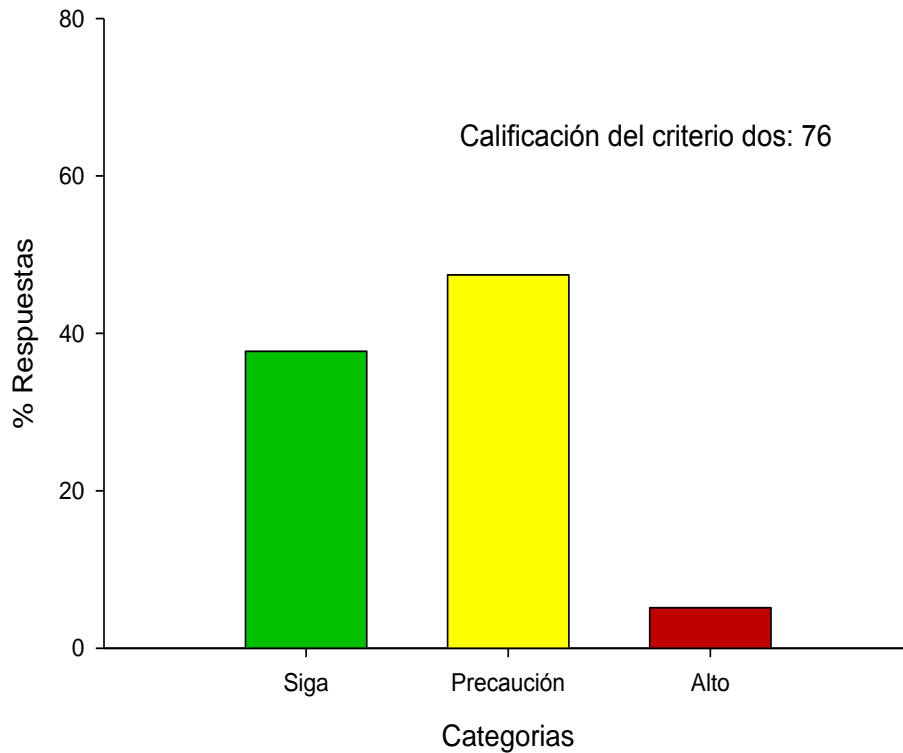


Figura 7. Síntesis de la evaluación del criterio 2 de *Seafood Watch* para la pesquería de sardina. El sistema de colores tipo “semáforo” permite identificar claramente el criterio con mayor peso.

El **criterio 3** (Figura 8) corresponde a evaluar los efectos de la pesquería en poblaciones que no son objeto de pesca, pero que son incidentalmente capturadas. Se observa que el 75% de los evaluados respondieron que la pesquería no afecta otras poblaciones que pudieran ser vulnerables (*siga*), 23% sugiere *precaución* y solo un 2% supone que sí afecta a otras especies (*evitar*). La calificación asignada a esta categoría es de 93, esto es que la pesca de sardina no afecta otras especies que pudieran ser capturadas de manera incidental.

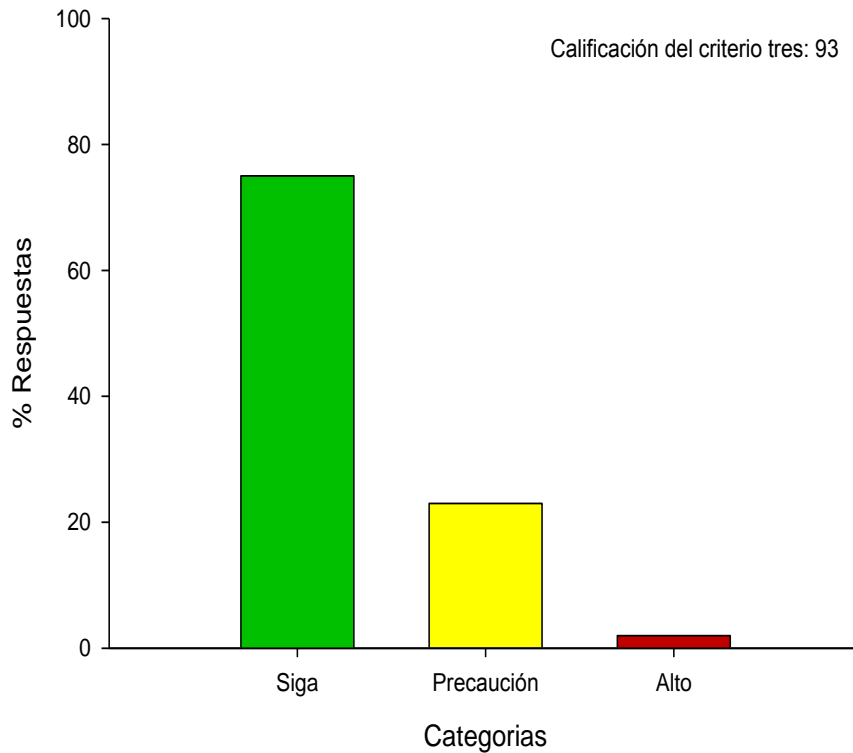


Figura 8. Síntesis de las respuestas de los evaluadores sobre el criterio 3. El sistema de colores tipo “semáforo” permite identificar claramente el criterio con mayor peso.

Los resultados sobre el **criterio 4** se muestran en la figura 9. Se evaluaron los efectos de las prácticas de pesca sobre hábitat y ecosistema, obteniendo como resultado un 78% de respuestas en la categoría de *siga*, 18 % categoría de *precaución* y 2% *evitar*. Se obtuvo una calificación total de 93, lo que sugiere que no hay alteración negativa debido a la extracción de esta especie, y se mantiene la relación funcional entre especies del ecosistema.

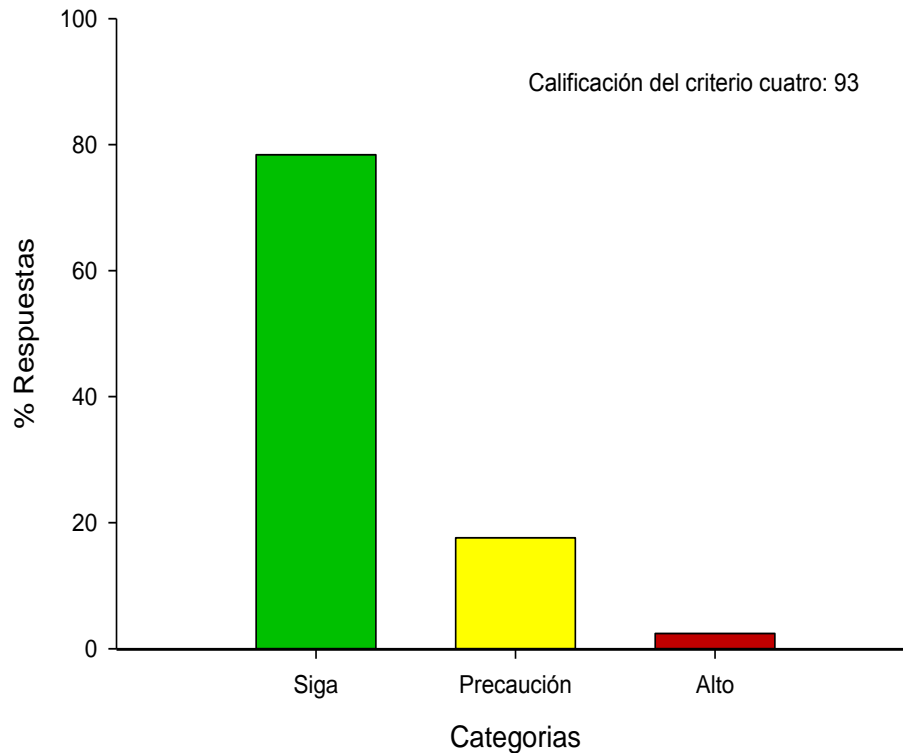


Figura 9. Síntesis de la evaluación del criterio 4 de *Seafood Watch*. El sistema de colores tipo “semáforo” permite identificar claramente el criterio con mayor peso.

El **criterio 5** representado en la figura 10, evalúa el régimen efectivo de administración de la pesquería. Se observó que en un 53% de las respuestas entran en la categoría de mejor opción (*sigla*), 35% *precaución*, 7% *evitar*, y 5% dice desconocer la situación (no graficado). La calificación obtenida del criterio es de 83, lo que muestra que el régimen de administración procura el cumplimiento de leyes locales, nacionales e internacionales, para asegurar la productividad a largo plazo de los recursos, así como la integridad del ecosistema según la definición *Seafood Watch*.

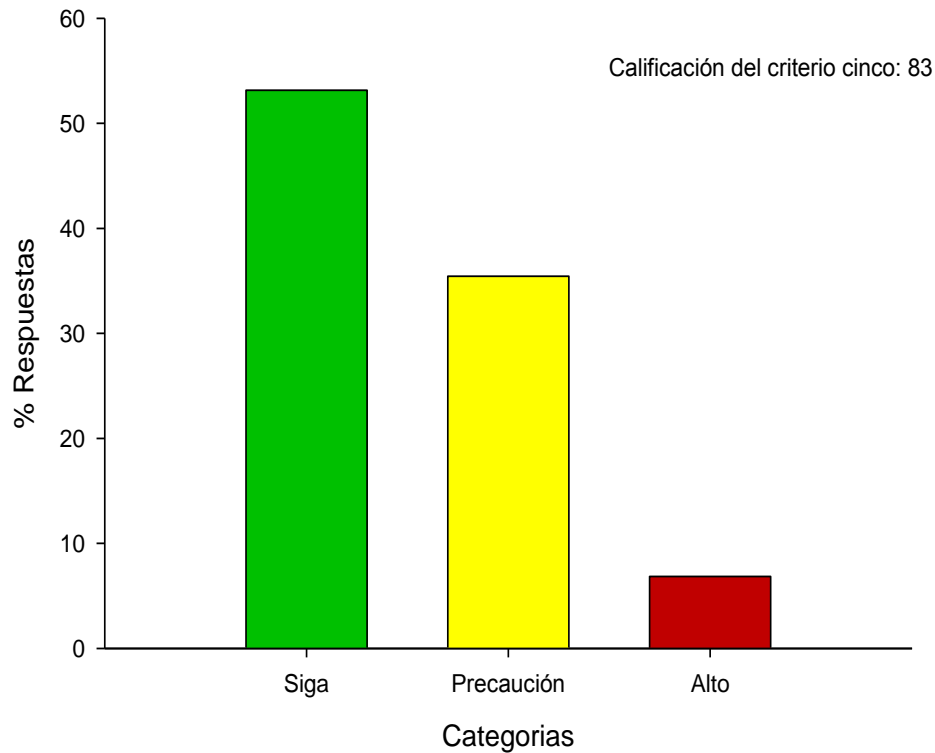


Figura 10. Síntesis de la evaluación del criterio 5 de *Seafood Watch*. El sistema de colores tipo “semáforo” permite identificar claramente el criterio con mayor peso.

Finalmente, el resultado general de los cinco criterios se resume en la Figura 11. Cabe notar que ninguno de los criterios obtiene una calificación menor a 75 (categoría de *precaución*). Por último se obtiene una calificación global de 88 que entra en la categoría de *siga*. De esta manera se considera que la pesquería de sardina es sustentable según la definición de *Seafood Watch*.

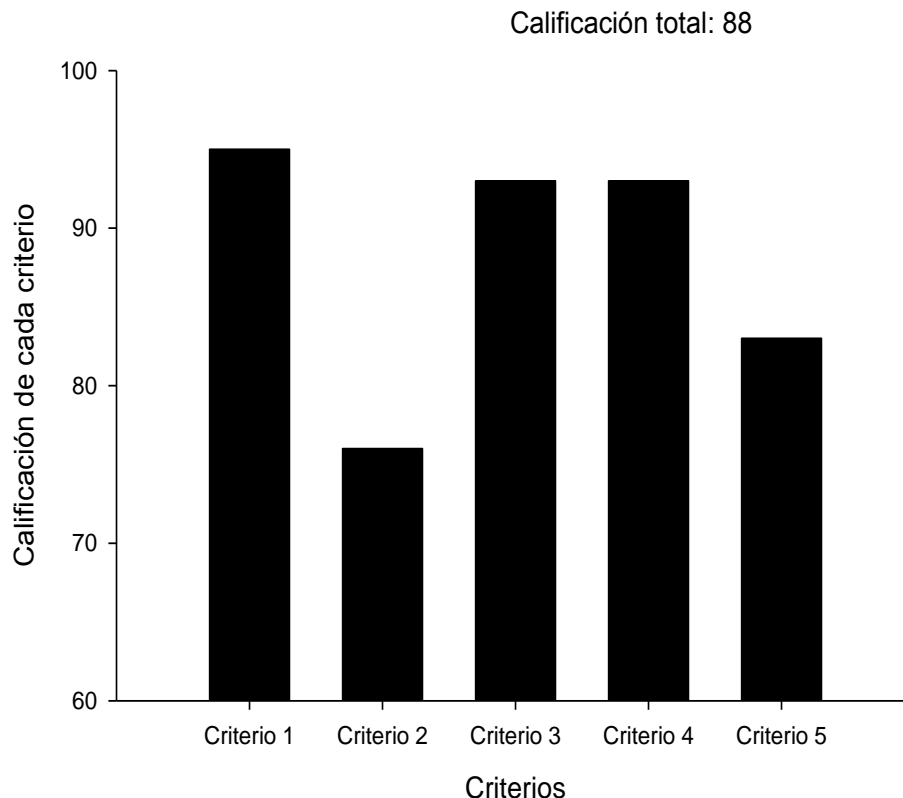


Figura 11. Histograma de la calificación de cada criterio de la evaluación *Seafood Watch*.

6.3.1 Tendencia de las evaluaciones mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP)

En la Figura 12 se muestra el resultado del ACP aplicado a las salidas de las encuestas. Se observó que no hay agrupamiento en las respuestas de los cuatro sectores considerados, sino que todos presentan algún grado de solapamiento. Sin embargo, la mayor variación en las respuestas se presenta en el sector industrial, seguido por el académico con una variación media, y por último el sector gubernamental con una variación menor. Este patrón de variación es principalmente explicado por el componente principal 1 (CP1), que representa el 32% de la variación total (Tabla I). El CP1 representa la variación en las primeras 15 preguntas de la evaluación, las preguntas restantes no muestran mayor variación. Así, el presente

análisis no presenta una agrupación clara entre sectores, debido a la similitud de sus respuestas.

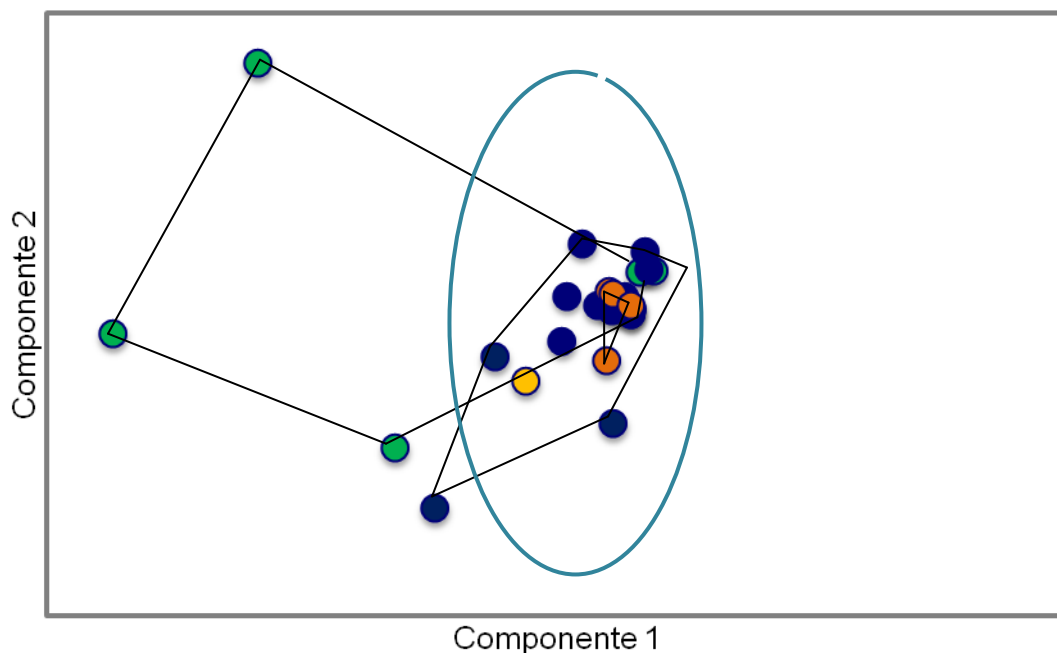


Figura 12. Análisis de Componentes Principales de la variación total de las respuestas de los sectores. Sector académico (azul marino), sector gubernamental (naranja), sector industrial (verde), conservación (amarillo).

Tabla I. Variación del total de las respuestas de los sectores; CP: Componentes Principales.

CP	Eigenvalor	% Varianza
1	9.46	32.91
2	4.58	15.94

En la Figura 13, referente al ACP de la variación total por criterio, se observa que el criterio 1 y 2 tienen una variación importante y se separan muy bien del resto de los criterios. El criterio 3, 4 y 5 no tienen una variación muy importante en las respuestas de los sectores. Este patrón de variación lo explica el componente 1 con el 24 % de

variación total (Tabla II). Así, la variación del criterio 1 y 2 (Figura 13) se debe principalmente a las respuestas del sector industrial y académico (Figura 12).

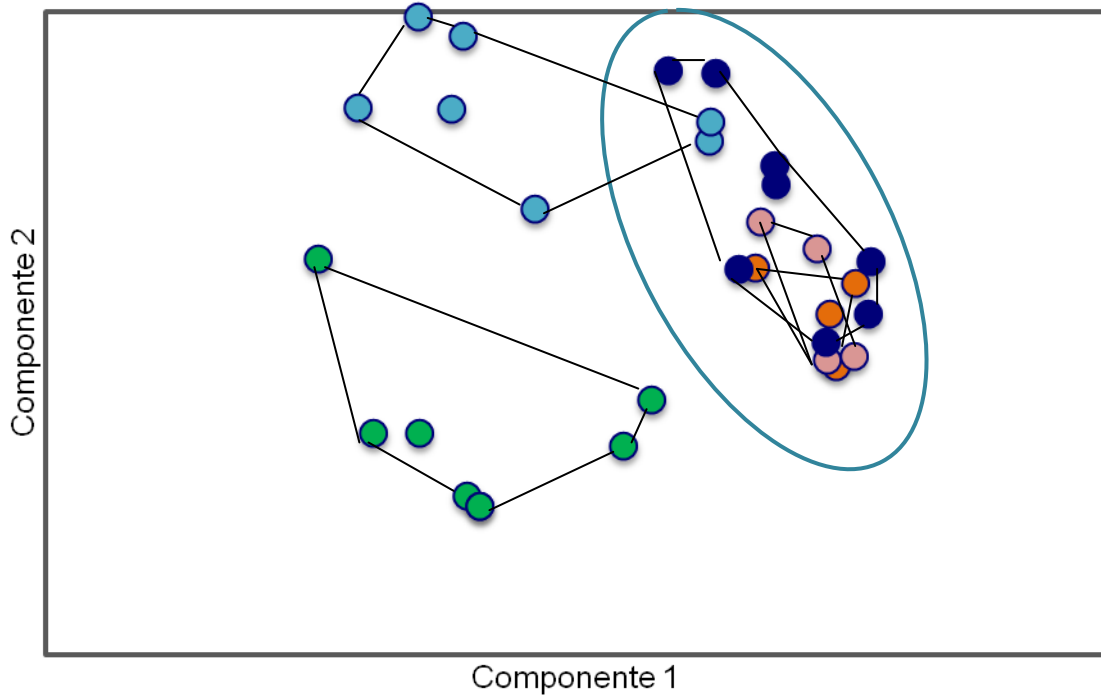


Figura 13. Análisis de Componentes Principales de la variación total por criterio: criterio 1 (verde), criterio 2 (azul tenue), criterio 3 (naranja), criterio 4 (rosa) y criterio 5 (azul marino).

Tabla II. Variación del total por criterio; CP: Componentes Principales

CP	Eigenvalor	% Varianza
1	5.60	24.90
2	4.93	21.88

6.4 Principio 2 del Consejo de Administración Marina (MSC)

Como se mencionó anteriormente, para efectos de este trabajo se hará énfasis en el *principio 2* del MSC. Este principio se enfoca en evaluar el impacto de la pesca en el ecosistema con el fin de mantener la integridad del mismo. De esta manera, el estándar medioambiental del MSC ofrece a las pesquerías un medio para demostrar la sostenibilidad de la actividad a través de una certificación independiente, valiéndose de una evaluación realizada por terceras partes y con credibilidad reconocida a nivel mundial (www.msc.org).

En el inciso 5.5 se mencionan los cinco componentes en los que se divide este principio y los cuales son considerados para cubrir el rango de los elementos del ecosistema que potencialmente puedan ser afectados por la pesca (MSC, 2009). En la búsqueda documental para desarrollar cada uno de éstos componentes se encontró lo siguiente:

1. Bycatch. Especies retenidas. La pesquería de pelágicos menores incide sobre varias especies; sardina crinuda (*Opisthonema spp.*), macarela (*Scomber japonicus*), sardina bocona (que en realidad es una especie de anchoveta; *Cetengraulis mysticetus*), sardina japonesa (*Etrumeus teres*), anchoveta norteña (*Engraulis mordax*) y sardina piña (*Oligoplites spp.*; Nevárez-Martínez *et al.*, 2010). La captura de macarela, sardina japonesa y sardina piña representa menos del 1% del total de las capturas. La sardina crinuda se capturó menos del 5% en la temporada 2007/2008 y 2008/2009, pero representó el 24% en la temporada 2009/2010 (Tabla III). Las especies de anchoveta representaron menos del 2% de las capturas totales, pero el equipo de evaluación del MSC reconoce que la anchoveta en particular, la especie *Cetengraulis mysticetus* ha sido conocida por su importancia en algunos años (SCS, 2011). Sin embargo, los barcos de pesca están equipados con redes de cerco y sus lugares de desembarque están preparados para manejar principalmente sardina Monterrey, por lo tanto la pesca de otras especies de pelágicos menores tiende a evitarse (Doode, 1992).

Tabla III. Porcentaje del total de las capturas de pelágicos menores de los últimos tres años de pesca (Nevárez-Martínez, 2010; SCS, 2011).

Año	Sardina Monterrey	Sardina crinuda	Macarela	Sardina japonesa	Sardina bocona	Anchoveta	Sardina piña
07/08	90.71	4.78	0.74	0.13	2.28	1.09	0.04
08/09	93.58	3.82	0.17	0.07	1.40	0.45	0.04
09/10	71.00	23.60	1.00	1.10	2.30	1.50	0.10

2. Bycatch. Especies descartadas. Se sabe que hay descartes por parte de la pesquería de pelágicos menores, pero la flota ha reportado poca captura incidental. Raramente se ha capturado calamar gigante (*Dosidicus gigas*), de hecho constituye menos del 1%. Nevárez-Martínez *et al.* (2006) reportan que en ocasiones suele haber también captura incidental de jurel, sierra y barrilete (< 1%). Estudios de muestreo de captura incidental de sardina para el noroeste de México realizado por Macías-Mejía (2012), concluyen que la captura incidental en la pesquería de pelágicos menores en el Noroeste México tiene niveles muy bajos (por debajo del 1% de las capturas totales), similares a los niveles de captura incidental de otras pesquerías que se encuentran certificadas actualmente.

En otros estudios realizados para la pesquería de sardina (*Sardinops sagax*) en el estado de Oregón de los E.U, reportan un mínimo de captura incidental (menos del 1%) de merluza, salmón, arenque, lenguado, pez luna y de tiburón azotador o zorro marino (*Alopias vulpinus*; Mc Crael J., 2000, 2002, 2003). En Australia en los años 2005 y 2009 se realizó un estudio de estimación de fauna de acompañamiento en la pesquería de sardina, obteniendo valores menores al 1% de captura incidental (Macías-Mejía, 2012). Estudios de la FAO afirman que la pesca con red de cerco tiende a tener niveles muy bajos de pesca incidental (Kelleher, 2005).

3. Especies ETP. Una variedad de especies en el Golfo de California son listadas en peligro, amenazadas o protegidas (ETP). Estas especies son reconocidas por la legislación nacional y por acuerdos internacionales. El acuerdo Nacional Mexicano para las especies ETP está incluido en la NOM-059-SEMARNAT-2001. La lista internacional usada para evaluar estos aspectos de la pesquería es el CITES

(Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) y la Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

Aves. El bobo de patas azules (*Sula nebouxi*) y el bobo café (*Sula leucogaster*) están listados por el UINC como especies de bajo riesgo o preocupación menor y también están bajo protección en la NOM-ECOL-059-94. Su dieta está compuesta principalmente de sardina bocona (57% de *Cetengraulis mystycetus*) y en menor medida de sardina Monterrey (41%) (*Sardinops sagax*). Esta información sugiere que los bobos cafés son flexibles en cuanto a alimentación y por ello la interacción con la pesquería pudiera ser baja. Otras especies de aves presentan un menor porcentaje de pelágicos menores en su dieta como la *Anchoa* spp. *A. exigua*, *A. ischana* y *Lile stolifera* (Suazo- Guillen, 2004).

Mamíferos Marinos. El Lobo marino (*Zalophus californianus*) está en la lista de la UICN como especie en bajo riesgo o preocupación menor. Estudios en diferentes regiones del Golfo de California, muestran que los lobos marinos atacan a una variedad de 75 especies de peces (Gamboa *et al.* 2003). Por ejemplo en Isla Ángel de la Guarda, Sánchez-Arias (1992) reportan que los principales componentes en la dieta del lobo fueron *Diaphus* sp. *Trichiurus* spp. y *Coelorhynchus scaphopsis*. Mellink *et al.* (2005) reportan que en la Isla San Jorge el componente más importante de la dieta fue *Porichthys* sp. seguido de *Pomadasys panamensis* y el calamar *Lolliguncula panamensis*; sin embargo concluyen que los lobos marinos exhiben una gran plasticidad en su dieta.

La vaquita marina (*Phocoena sinus*) se encuentra en la lista de la UICN como especie en peligro de extinción. Esta especie es endémica de la parte norte del Golfo de California y no es afectada por la flota sardinera. Las interacciones entre los barcos pesqueros y vaquitas es poco probable debido a que el extremo sur de su distribución documentada está alejada (>100 km) del límite norte de la flota comercial (Figura 14). Del Monte-Luna *et al.*, (2008) mencionan que existen pocos trabajos que describen los hábitos alimenticios de la vaquita (p.ej. Culik 2004 y

www.vaquitamarina.org) y la mayoría de ellos hacen referencia a no más de cuatro artículos originales (Fitch & Brownell 1968; Silber 1990; Vidal *et al.*, 1995 y Pérez Cortés-Moreno *et al.*, 1996). En una sola de estas publicaciones (Pérez-Cortés-Moreno *Op cit*) se menciona la presencia de dos especies de pelágicos menores en la dieta del animal: la anchoa chicotera (*Anchoa ischana*) y la anchoa del Golfo (*Anchoa helleri*), ninguna de las cuales ha sido registrada como captura incidental de la pesquería. En cambio, la vaquita marina se considera un consumidor oportunista de pequeños peces demersales e invertebrados como el calamar.

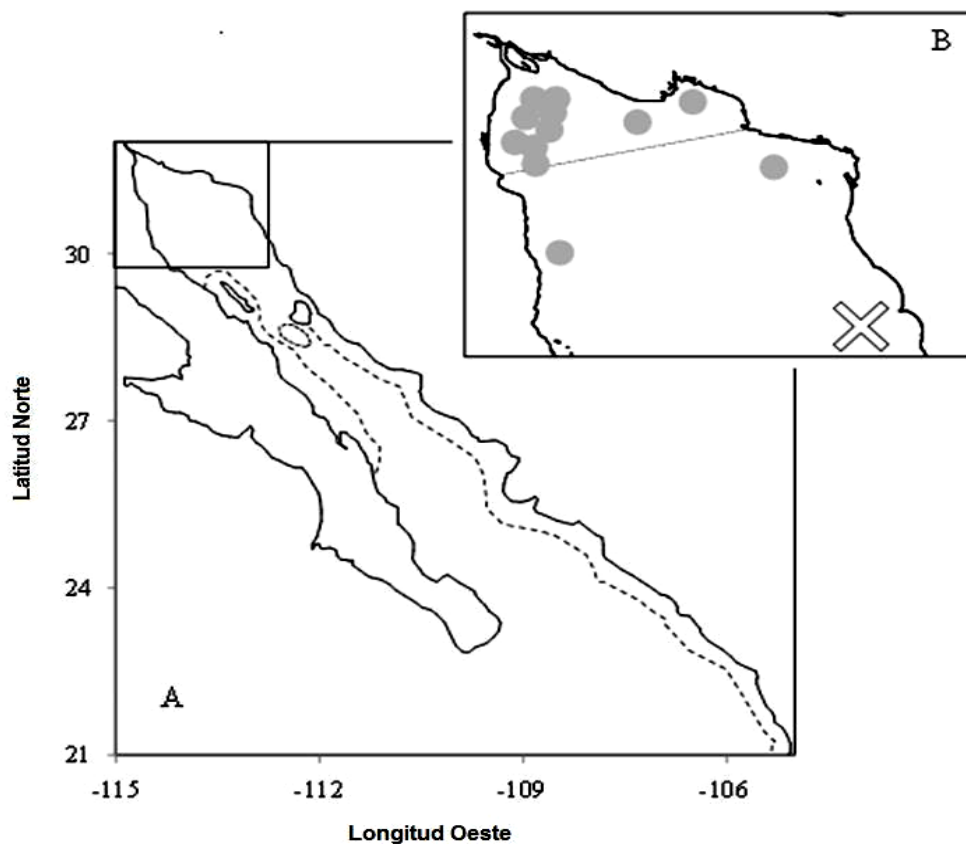


Figura 14. (A) Distribución comercial de los pelágicos menores en el Golfo de California (línea punteada). (B) Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (línea sólida); zonas de avistamiento de la vaquita marina (círculos sólidos) y límite septentrional observado de la sardina en el Golfo de California (cruz blanca). Tomado Del Monte Luna, (2008).

Peces. Otra especie endémica de la parte norte del Golfo de California, y catalogada como en peligro crítico por la UICN, es la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) que también está protegida por la NOM-059 y el CITES. Un estudio realizado por Román-Rodríguez (1990) sobre el contenido estomacal de la *T. Macdonaldi* reporta que su dieta estuvo compuesta principalmente de peces y crustáceos. Dentro del grupo de los peces, como especie más frecuente se encontró la sardina bocona *Cetengraulis mysticetus* y al chano, *Micropogonias megalops*. Guevara-Escamilla *et al.* (1973) reportaron una abundancia de larvas de camarón en contenidos estomacales de la totoaba. Lo anterior sugiere que esta especie tiene cierta preferencia por alimentarse de estos grupos.

Por otra parte, el hábitat de la totoaba a lo largo de su ciclo de vida es el fondo marino (Cisneros-Mata *et al.* 1995) por lo tanto la interacción entre la pesquería de sardina, que opera en superficie, y la totoaba es poco probable. Así mismo Lercari & Chávez (2007) sugieren que las variaciones en las capturas de la especie endémica *Totoaba macdonaldi* causadas por el esfuerzo de pesca son menos evidentes que las producidas por factores ambientales como la temperatura. La importancia pues, de cada uno de los factores que afectan la población de la totoaba se desconoce pero, a la luz de la evidencia, el peso relativo que tiene la relación funcional entre esta especie y la sardina está determinado por causas independientes a la pesquería (Del Monte-Luna *et al.*, 2008).

4. Hábitat. La flota sardinera en el Golfo de California no afecta significativamente al medio, ya que opera en plena columna de agua entre los 40 y 100 metros de profundidad (MSC, 2011), por medio de redes de cerco o encierro dirigidas directamente al cardumen que forman las especies objetivo (Del Monte Luna *et al.*, 2008). Estas redes de cerco no están diseñadas para pescar en el fondo del mar y cualquier contacto con el fondo implica un daño a la red, y en general no hay evidencia documentada de que la actividad pesquera o la red de cerco allá tenido un efecto negativo en el hábitat marino (MSC, 2011). Chuenpagdee *et al.* (2003), hacen una evaluación en conjunto con otros expertos a diferentes artes de pesca para conocer qué tanto es el daño que estas hacen al ecosistema. En esta evaluación la

red de cerco obtuvo niveles muy bajos de daños al hábitat y niveles bajos en cuanto a la captura incidental.

5. Ecosistema. La forma más común de establecer relaciones funcionales entre las especies que conforman un ecosistema es sobre la base de sus hábitos alimenticios. Unas especies interfieren con otras en grado diverso a través de la depredación y la competencia, otras se benefician alimentándose en distintos sistemas a lo largo de sus rutas migratorias (Del Monte-Luna *et al.*, 2011). En el Golfo de California las relaciones funcionales se han abordado mediante dos enfoques complementarios; es decir, la descripción de los hábitos alimenticios de las principales poblaciones de interés ecológico (ej. tetrápodos marinos) y económico (recursos pesqueros). El segundo es un acercamiento más integral basado en la modelación de flujos de energía/biomasa entre grupos funcionales de un ecosistema (herbívoros, piscívoros, planctófagos, etc.) que permite explorar el efecto de la pesca en niveles de organización por encima del de la población (Christensen *et al.* 2004).

Hábitos alimenticios:

A continuación se describe la revisión por Tripp-Valdez *et al.*, (2010) sobre los grupos que involucran a los pelágicos menores del Golfo de California en su alimentación y su interpretación en el contexto de las relaciones funcionales en el ecosistema.

En cuanto a **los invertebrados**, el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) se considera el cefalópodo más abundante del Golfo de California (+45,000 toneladas por año desde 2000), y en los trabajos descriptivos de la dieta del calamar, los mictófidos y la langostilla son los grupos mejor representados mientras que la sardina, aunque presente, no figura como un componente importante ni ecológicamente determinante para la especie (Rosas-Ruíz *et al.* 2008 en prensa).

En el caso de **los peces** se mencionan 10 especies de peces reconocidas como grandes depredadores que se alimentan de pelágicos menores, seis de las cuales incluyen a la sardina Monterrey en menos de 3% de su dieta, y sólo en el Marlin rayado (*Kajikia audax*) la sardina representa 24% en su dieta, cabe señalar que los

años (1988-1989) en los que se tomaron las muestras estomacales para el Marlin fueron anómalamente fríos, coincidiendo con un aumento en la abundancia y el periodo de permanencia de la sardina en la porción austral del Golfo de California (Lluch-Belda *et al.* 2005). En términos de relaciones funcionales esto se traduce en una mayor, pero casual, disponibilidad de alimento para los grandes pelágicos. Así mismo, se sabe que los pelágicos mayores si bien consumen sardina se enfocan principalmente en el calamar (Salvadeo, 2008). Las otras especies se alimentan en no más de 5% de otros representantes del grupo de pelágicos menores (*O. libertate*, *E. teres*, *Opisthonema* spp.) excepto el tiburón bironche (*Rhizoprionodon longurio*) y el pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) en cuyas dietas los pelágicos menores (*Opisthopterus dovii* y *Harengula thrissina*) respectivamente componen hasta el 25%, pero ninguno de ellos es capturado por la pesquería.

En los mamíferos marinos se sabe que el lobo marino de California (*Zalophus californianus*) en general no tiene preferencia alimenticia por los pelágicos menores sino que depreda especies mesopelágicas y bentónicas. Sin embargo, *Sardinops sagax* constituye la mayor parte de la dieta en cuatro de las 13 colonias reproductivas de lobos marinos dentro del Golfo de California, localizadas en la región de las grandes islas, cuya tendencia local de abundancia (que hasta el 2004 era a la baja; Szteren & Aurioles, 2006) está positivamente correlacionada a la de la sardina. Por esta misma razón resulta imprescindible destacar los principales causantes de cambio en la abundancia de los pelágicos menores en el Golfo de California (Del Monte - Luna *et al.*, 2011).

Cetáceos como el cachalote (*Physeter macrocephalus*) y la ballena piloto (*Globicephala macrorhynchus*) consumen preferentemente calamar, y la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) se alimenta de organismos zooplanctónicos. Otras especies como la ballena de aleta (*Balaenoptera physalus*) y el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) sin embargo, pueden alternar pelágicos menores como alimento (Gendron, 1993). Gendron & Urban (1993) reportan que la ballena Bryde (*Balaenoptera edeni*) se alimenta preferentemente de *Nyctiphanes simplex*. Sin embargo, en la Bahía de la Paz la ballena Bryde fue observada comiendo sardina en

seis avistamientos y comiendo Krill en dos avistamientos durante 1989-1991 (Urban *et al.*, 1991). Otro estudio por Urbán-Ramírez & Flores (1996) reportaron que esta ballena se alimenta de *Sardinops sagax* y *Ophistonema Libertate* en el 90% de las observaciones, mientras que en otras ocasiones comía zooplancton (Krill; *Nyctiphanes simplex*). Lo anterior sugiere que la ballena Bryde tiene una variación en su dieta y es oportunista en cuanto al consumo de sardina.

Los amniotas marinos es el grupo que muestra la mayor proporción de pelágicos menores en su dieta y la disponibilidad de éstos como recurso alimenticio se relaciona a su migración estacional lo largo del Golfo. En dos de las siete aves marinas que se alimentan de ellos (*Larus heermanni* y *Sterna elegans*) la anchoveta norteña (*E. mordax*) compone hasta el 70% del consumo, sin embargo dicha especie representa menos del 1% de la captura total de la pesquería en el centro del Golfo de California; el 30% restante lo constituye la sardina monterrey. Más aún, dependiendo de su abundancia relativa, parece haber una alternancia en la proporción de sardinas y anchovetas en la dieta de estas aves: cuando la sardina es abundante, la anchoveta se vuelve el componente menos importante y viceversa (Velarde *et al.* 1994) de tal suerte que las especies cuentan con disponibilidad de alimento independientemente del régimen ecológico imperante.

La dieta del bobo patas azules (*Sula nebouxii*) y el bobo café (*Sula leucogaster*) en la misma región, está compuesta en su mayoría por la sardina bocona (57% de *Centegraulis mystycetus*) que corresponde al 20% de la captura total de pelagicos menores. En uno de los dos trabajos sobre hábitos alimenticios del bobo café (Sauzo-Guillen, 2004) y de hecho de los pocos estudios en aves en los que se menciona la especie, *Sardinops sagax* representa 41% de la dieta; los demás componentes de ésta y otras aves como el pelícano café (*Pelecanus occidentalis*) el gallito marino (*Thalasseus maximus*) y el rabijunco de pico rojo (*Phaethon aethereus*) son pelágicos menores con poca o ninguna representatividad en la captura (p.ej. *Anchoa spp.*, *A. exigua*, *A. ischana*, *Lile stolifera*). Lo que esta información sugiere, por un lado, es que el bobo café posee flexibilidad alimenticia suficiente como para cambiar de presas según su disponibilidad por zonas y, por otro, que si bien la

pesquería y las aves marinas inciden en especies comunes, dado su poco peso relativo tanto en la captura como en la dieta, no existe una interferencia evidente.

Modelación de flujos de energía/biomasa:

Es importante mantener pesquerías sostenibles y ecosistemas sanos, y una manera de avanzar en este sentido es utilizando enfoques de manejo basado en el ecosistema. Aunque los objetivos del manejo basado en ecosistemas son difíciles de definir, existe un reconocimiento general que los modelos constituyen como una herramienta importante para explorar las consecuencias ecológicas de la pesca. La mayoría de los modelos que se proponen para estudiar la dinámica de todo o parte de un ecosistema, se basan en relaciones tróficas interespecíficas. Uno de los modelos que más aceptación ha logrado es Ecopath con Ecosim (EwE; Polovina, 1984; Christensen & Pauly 1992). Este modelo permite una visión general del ecosistema a través de los flujos de energía o biomasa entre los diferentes grupos que lo componen, permitiendo simular perturbaciones sobre poblaciones de interés (EwE), como por ejemplo la pesca. No obstante, es una herramienta que ayuda a interpretar de manera general las fluctuaciones de las poblaciones ocasionadas por la actividad de la pesca y su contexto en el ecosistema.

Morales-Zarate *et al* (2004) utilizaron el software Ecopath y Ecosim para construir un modelo de estructura trófica para el norte del Golfo de California, con 29 grupos funcionales que incluyen la *Sardinops sagax* y especies ETP como la vaquita y totoaba. El análisis de impacto trófico muestra que la mayoría de los grupos se han visto más afectados por la depredación y competencia que por la presión pesquera.

7. DISCUSIÓN

Los avances del conocimiento sobre las existencias de los recursos pesqueros y el estancamiento de la producción pesquera a nivel mundial desde 1990, advierten que la captura mundial está cerca de su límite máximo, por lo que hay una necesidad de regular las actividades humanas de acuerdo al concepto de desarrollo sustentable. El equilibrio del ecosistema es un concepto importante en la evolución del marco legal de la pesca, en el que se advierte sobre el impacto que podría tener la explotación pesquera en componentes distintos a la especie objetivo, y que debería ser considerado en las estrategias de gestión de los recursos.

7.1 Marco Normativo y Enfoque Ecosistémico

Para entender de mejor manera la aplicación del EEP a nivel nacional es conveniente analizar las disposiciones legales que aplican a esta actividad. Así pues, la responsabilidad de aplicar la legislación pesquera mexicana en referencia al uso de los recursos pesqueros la tiene la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); por medio de la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA). Asimismo, a través de herramientas como la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable (2007) se promueve la pesca responsable, a diferencia de la Ley General de Pesca y Acuicultura de 1992 que no tomaba en cuenta estas tendencias de manejo.

En el marco del CCPR de la FAO se estipula que para que la ordenación pesquera conduzca a un uso integrado de los recursos deben existir sistemas jurídicos y administrativos eficaces. Es probable también que los cambios que acarrea la implementación del EEP requieran cambios de esta índole en el marco jurídico. Sin embargo, aunque el EEP está recogido en varios instrumentos internacionales voluntarios, el enfoque suele quedar reflejado insuficientemente en la política y en la legislación pesquera nacional. Es necesario pues sentar las bases para iniciar, desarrollar, y mantener un EEP. Cabe mencionar que en lo que respecta a la pesquería de sardina, el Plan de Manejo Pesquero para pelágicos menores, ya considera aspectos de pesca sustentable y conservación del ecosistema.

La adopción del manejo con un EEP surgió de la combinación de dos paradigmas importantes: la conservación y la ordenación pesquera (FAO, 2003). Hasta hace

poco estos dos paradigmas habían evolucionado, en términos generales, en forma divergente debido a que el concepto de conservación se ha concebido como “*mantener intacto un sistema natural (población, especie, hábitat, ecosistema o región) de manera indefinida, sin otra finalidad que la de asegurar su existencia misma*” (Del Monte-Luna *et al.*, 2007). Esto se puede deber a la influencia de grupos no gubernamentales que han tenido un fuerte peso en las políticas públicas. Mientras que la ordenación pesquera tiene como principal objetivo el aprovechamiento sostenible del recurso, con el propósito de satisfacer las necesidades sociales y económicas (FAO, 2010). Es necesaria entonces la convergencia de estos dos paradigmas: conservación (sensu PNUMA) y la ordenación pesquera para conformar un enfoque más holístico e integral (FAO, 2006).

El EEP es un proceso iterativo de aprendizaje, que posiblemente se irá estableciendo paulatinamente en las prácticas pesqueras existentes, mejorándolas. En todo caso, se trata de un compromiso a largo plazo que no dará resultados inmediatos, y esto significa que la durabilidad del EEP es una cuestión crítica. En virtud de que el EEP es un proyecto más vasto que la ordenación pesquera tradicional, se hace necesario sensibilizar a un número mayor de segmentos de la sociedad. En materia normativa a nivel local, nacional e incluso internacional, se deberá recurrir también a las políticas de ordenación en los sectores costeros, turismo, agricultura, industria, transporte marítimo, etc. Además de la normatividad propia del sector pesquero, cada política debería tener sus propios procedimientos y tocar partes con intereses diversos y quizá contrapuestos (FAO, 2010).

7.2 Variación ambiental

Un factor que se debe considerar en las estrategias de manejo para la planificación de las empresas es la influencia que ejerce el ambiente físico en la existencia de los recursos pesqueros (Lluch-Belda *et al.* 1989, Lluch-Cota *et al.* 1999).

El análisis exploratorio de factores ambientales y los datos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de la sardina Monterrey (1970 - 2010), dan evidencia de que la variabilidad de la población en el Golfo de California pudiera estar relacionada con las condiciones asociadas con la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP) durante la

estación fría del año (enero-junio), que coincide con el principal periodo de reproducción de la sardina Monterrey (noviembre–mayo; Hammann *et al.* 1998). El efecto de la ODP durante el invierno se ejerce a través de los vientos invernales que enfrían la temperatura superficial del mar (Bernal *et al.* 2001). Por otra parte, la relación inversa entre la CPUE de sardina y el Índice Multivariado El Niño (IME) no parecen ser favorables para la captura de sardina. Lo anterior indica que el efecto combinado de dos o más variables podría determinar las capturas, lo que se relaciona con el efecto de la ventana ambiental óptimas para el reclutamiento de la sardina (Nevárez-Martínez *et al.* 2001). Es decir condiciones de temperatura y viento pueden determinar el éxito del reclutamiento.

Los registros de capturas de sardina en Chile, California y México muestran una concordancia en la abundancia de pelágicos menores y una variación ambiental cíclica de largo plazo cuya fase o régimen frío, resulta favorable a la anchoveta y la fase cálida a la sardina (Chávez *et al.*, 2003). Por ello, las variables ambientales deben ser tomadas en cuenta por los administradores para la planificación de un aprovechamiento integral y sostenido de la sardina tanto por la industria como por los reguladores.

De hecho, los administradores de la pesca en EUA han desarrollado un proceso innovador que utiliza la temperatura superficial del mar en el cálculo de los indicadores de producción para la sardina (Waldeck, 2003). Este esquema plantea posibles niveles de captura durante años cálidos y fríos (Hill, 2003).

7.3 Evaluación *Seafood Watch*

Se ha avanzado poco en la comprensión de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y es aún arriesgado predecir los efectos de los cambios en los diferentes componentes del sistema y sus interacciones. Se piensa que un paso inicial es considerar la manera en que la captura de una especie pueda impactar a otras especies en el ecosistema, utilizando el mejor conocimiento disponible.

De acuerdo con lo expuesto a lo largo del trabajo, uno de los esquemas con expectativas de aplicación de estos nuevos enfoques es el programa de pesca sustentable sugerido por el *Seafood Watch*. Cada criterio e indicador de

sostenibilidad recomendado por el *Seafood Watch* se apoya por un informe de evaluación. Cada informe se sintetiza y analiza usando el mejor conocimiento científico disponible (la situación de la pesca de una especie, su dinámica poblacional y su papel en el ecosistema). Se evalúa así mismo la información en el contexto de la ética del programa de conservación para dotar al consumidor de mejores opciones o bien, evitar el consumo del producto. *Seafood Watch* tiene herramientas para evaluar una pesca sustentable, y por medio de esta herramienta se obtuvo la información de cada uno de los cinco criterios de la evaluación *Seafood Watch* a través de expertos de la pesquería de sardina.

Criterio 1. Según la opinión de los expertos encuestados, la población de sardina en el Golfo de California tiene una baja vulnerabilidad a la presión pesquera y, por lo tanto, una baja probabilidad de ser sobreexplotada debido a las características inherentes de su historia de vida. Las poblaciones de sardina crecen rápidamente gracias a su gran potencial biótico y alcanzan su madurez entre el primer y segundo año de edad (Nevárez-Martínez, 1996), con un elevado índice de fecundidad (Mirna-Wong, 1973). El coeficiente de crecimiento individual de la ecuación de Von Bertalanffy (k) para la sardina Monterrey en el Golfo de California es alto (0.45; (Nevárez-Martínez, 2006) con un crecimiento rápido en los primeros dos años de vida. Cabe mencionar que en este criterio no todos los encuestados del sector industrial respondieron, argumentado que no estaban bien documentados.

Criterio 2. En cuanto al estado de la población, los expertos clasificaron a la pesquería como un stock plenamente explotado. Con certidumbre se dijo que la abundancia de la población está en el nivel de máximo rendimiento sostenible. A pesar de que hay otras especies similares (como la anchoveta), la sardina es un competidor dominante y sus poblaciones crecen a pesar de la abundancia de las otras (Lluch Belda, 2004).

Criterio 3. En relación a la captura incidental, los encuestados manifestaron que es baja, es decir, la sardina es capturada con el uso de técnicas que minimizan la captura incidental, no impacta a nivel población, y no incluye regularmente especies ETP. Sin embargo hay una opinión diferente del sector conservación es este sentido, mencionando que la evidencia sobre impactos al ecosistema es insuficiente. Cabe mencionar que del sector conservación se obtuvo una muestra muy pequeña por lo que considero que su respuesta no es representativa del sector entero.

En términos de los niveles de captura incidental, la sardina en el Golfo de California cumple con los estándares de la certificación del MSC. Un estudio reciente por Macías (2012) respecto a la captura incidental de la pesquería de pelágicos menores en México, muestra que los valores obtenidos se encuentran muy por debajo del 1% de las capturas totales, similares o menores a los obtenidos en otros países para este mismo tipo de recursos.

Criterio 4. Uno de los efectos menos deseables de cualquier pesquería es la alteración del medio ambiente y la mortalidad directa o incidental de especies distintas a las objetivo. Existen algunas artes y operaciones pesqueras, como las redes de arrastre, que tienen el potencial de afectar directamente, por tracción sobre el fondo marino, el hábitat con el que entran en contacto y los organismos que ahí habitan; además son muy poco selectivas (Del Monte-Luna, 2008). Los encuestados manifestaron que la red de cerco no afecta significativamente al medio ambiente ya que actúa en plena columna de agua y es dirigida a las especies objetivo, en este caso la sardina. Sin embargo algunas opiniones del sector conservación mencionan que no están de acuerdo en que el daño de las artes de pesca al hábitat sea mínimo, debido a que la flota opera muy cerca de la costa y la red toca el fondo. Chuenpagdee *et al.* (2003), hacen una evaluación en conjunto con otros expertos a diferentes artes de pesca para conocer que tanto es el daño que hacen estas al ecosistema, en esta evaluación la red de cerco obtuvo niveles muy bajos de daños al hábitat y niveles bajos en cuanto a la captura incidental.

Criterio 5. El régimen de administración para la sustentabilidad de los recursos, implementa y en general procura el cumplimiento de leyes locales, nacionales e internacionales. En este criterio las respuestas de los sectores fueron muy dispersas. Sin embargo las respuestas de los expertos cumplen con la mayoría de los indicadores que evalúan el régimen efectivo de administración de la sardina.

7.4. Consejo de Administración Marina

El Consejo de Administración Marina (*MSC*), ha desarrollado su propio estándar medioambiental para reconocer mundialmente aquellas pesquerías que sean sostenibles y estén bien gestionadas. Para ello la organización busca en todo el mundo asesoramiento por parte de científicos expertos, organizaciones medioambientales y otras personas interesadas en la preservación de los recursos pesqueros. Acredita las pesquerías cuya actividad se gestiona y realiza de forma responsable con el medio ambiente y les concede una etiqueta azul distintiva al producto derivado de la pesquería. La etiqueta garantiza que el producto proviene de una pesquería bien gestionada y que es ecológicamente amigable.

La sardina Monterrey del Golfo de California fue certificada por el *MSC* en el año 2011. La certificación que se otorga a esta pesquería se obtuvo luego de más de cinco años de trabajo conjunto entre la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (*CONAPESCA*), el Instituto Nacional de Pesca (*INAPESCA*) y la Cámara Nacional de la Industria Pesquera (*CANAINPES*). La certificación es como una herramienta política o de negociación, dado que es un aval internacional de que la pesquería cumple con los estándares de sustentabilidad y manejo (Pérez-Ramírez, 2011). Es decir la pesca de sardina Monterrey es ecológicamente sustentable tal como lo define el *MSC* (May *et al*, 2003):

- ✓ puede continuar indefinidamente en un nivel razonable el rendimiento de sus capturas;
- ✓ mantiene y procura maximizar la salud y la abundancia ecológica;
- ✓ mantiene la diversidad, la estructura y funcionamiento del ecosistema del que depende, así como también la calidad de su hábitat, minimizando los efectos adversos que causa;

- ✓ es administrada y manejada en conformidad con las leyes y regulaciones locales, nacionales e internacionales;
- ✓ mantiene las opciones y beneficios económicos y sociales actuales y futuros;
- ✓ se conduce de un modo social y económicamente justo y responsable.

8. CONCLUSIONES

1. El EEP se reconoce de manera implícita en la administración pesquera nacional. La pesquería de sardina en el Golfo de California actualmente no considera el EEP en su marco normativo, sin embargo la propuesta de plan de manejo para pelágicos menores por el INAPESCA ya incorpora elementos del enfoque ecosistémico.
2. El manejo de la pesquería de sardina se ha facilitado mediante el diálogo abierto en las reuniones periódicas entre el sector administrativo y sector industrial; resultado de un ambiente de cooperación reflejado no sólo en la aceptación por parte del INAPESCA del plan de manejo para pelágicos menores, sino también en el apoyo económico de los industriales a la investigación pesquera nacional.
3. El manejo de la pesca de sardina en el Golfo de California cumple con los criterios de certificación establecidos por el *MSC* y según el análisis de la evaluación *Seafood Watch*, la pesquería de sardina en el Golfo de California es ecológicamente sustentable.
4. La opinión de los expertos coincide en que la pesquería de sardina cumple con los requerimientos de un EEP. La excepción podría ser la opinión del sector conservacionista, aunque la muestra no es significativa.
5. De acuerdo con lo mencionado en la literatura y los resultados de este trabajo, la variación en el ambiente aparentemente tiene un efecto significativo en la captura de sardina, en particular la ODPf contribuye significativamente a la explicación de la variabilidad de las capturas. Esto puede relacionarse a que el periodo frío del año (enero-junio) coincide con el periodo de reproducción de la sardina, es decir un periodo frío moderado (cálido) es favorable para la reproducción de la sardina y el crecimiento larvario.
6. Finalmente y de acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, la pesquería de sardina del Golfo de California cumple con los requerimientos para ser considerada como una actividad productiva desarrollada bajo los criterios ecológicos de sustentabilidad y del enfoque de ecosistemas aplicado a pesquerías.

9. BIBLIOGRAFIA

- Aurióles-Gamboa, D., F. García-Rodríguez, M., Ramírez-Rodríguez & C. Hernández-Camacho. 2003. Interaction between the California sea lion and the artisanal fishery in La Paz Bay, Gulf of California, Mexico. Ciencias Marinas. 29(3): 357-370.
- Abascal E. & I. Grande. 2005. Análisis de Encuestas. Editorial ESIC. 291 p.
- Bernal, G., P., Ripa, & J.C. Herguera. 2001. Variabilidad oceanográfica y climática en el bajo Golfo de California: Influencias del trópico y Pacífico Norte (Oceanographic and climatic variability in the lower Gulf of California: Influences of the Tropics and the North Pacific). Ciencias Marinas. 27: 595-617.
- Bourillón, L. 2009. Eco-certificación de la pesca de langosta roja en Baja California. Biodiversitas. 86: 7-11.
- Bray, N.A. 1988. Thermohaline circulation in the Gulf of California. Journal of Geophysical Research. 93: 4993-5020.
- Caddy, J.F., & R.C. Griffiths. 1996. Recursos marinos vivos y su desarrollo sostenible: perspectivas institucionales y medioambientales. FAO Documento de Pesca. No. 353. Roma, 191 p.
- Cascorbi, A. 2004. Sardinas (*Sardinops sagax*). Fisheries Research Analyst. Monterey Bay Aquarium. Seafood Watch Report. 19 p.
- Chaffee, C.,D., Leadbitter & E. Aalders. 2003. Seafood evaluation, certification and consumer information, 4-13. En: Phillips, B., T., Ward & C., Chaffee (Eds.) Ecolabelling in Fisheries, What is it all about?. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 196 p.
- Chávez, P.F., J., Ryan, S.E. Lluch-Cota & M.C. Niquen. 2003. From anchovies to sardines and back: multidecadal change in the Pacific Ocean. Science. 299: 217-221.
- Christensen, V. & D. Pauly. 1992. ECOPATH II- a software for balancing steady state ecosystem models and calculating network characteristics. Ecological Modelling. 61: 169-185.
- Christensen, V., & C.J., Walters. 2004. Ecopath with ecosim: methods, capabilities and limitations. Ecological Modelling 172: 109–139.

- CIBNOR, 2007. Plan de manejo pesquero para pelágicos menores. Reporte técnico Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz B.C.S. 436 p.
- Cisneros-Mata, M.A., G., Montemayor-López & M.J. Román-Rodríguez. 1995. Life History and Conservation of *Totoaba macdonaldi*. Conservation Biology 9: 806-814.
- Cury, P., A., Bakun, R.J.M., Crawford, A., Jarre, R.A. Quiñones, L.J., Shannon, & H.M. Verheye. 2000. Small pelagics in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in “wasp-waist” ecosystems. ICES Journal of Marine Science, 57: 603–618.
- Culver, M. & H. Carol. 2004. Washington Department of Fish and Wildlife. Summary report of the 2004 trial purse-seine fishery for Pacific sardine. Washington Department of Fish and Wildlife. 14 p.
- Chuenpagdee, R., Morgan, L.E., Maxwell, S.M., Norse, E.A., Pauly, D. 2003. Shifting gears: assessing collateral impacts of fishing methods in the U.S water. Frontiers in Ecology and the Environment 10(1):517:524
- Deere, C.L. 1999. Eco-labelling and Sustainable Fisheries. IUCN: Washington, D.C. and FAO, Rome, 32 p.
- Del Monte-Luna, P., D. Lluch-Belda & F. Arreguin Sánchez. 2007. Examen de la conservación y el aprovechamiento de los recursos vivos. Interciencia. Vol. 32. Numero 001. 61.65 p.
- Del Monte-Luna, P. 2008. La pesquería de pelágicos menores en Golfo de California: Efectos a nivel ecosistema y en especies no-objetivo. Reporte Técnico para la INAPESCA. La Paz. 25 p.
- Del Monte-Luna, P., S. Lluch-Cota, C. J. Salvadeo & D. Lluch –Belda. 2011. Ecosystem level effects of the small pelagics fishery in the Gulf of California. CICIMAR-Oceanides, 26 (1): 1-11.
- DOF. 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-003-PESC-1993. Para regular el aprovechamiento de las especies de sardina Monterrey, piña, crinuda, bocona, japonesa y de las especies anchoveta y macarela, con embarcaciones de cerco en aguas de Jurisdicción Federal del Océano Pacífico. Incluyendo el Golfo de California. Diario Oficial de la Federación, México, 31 de diciembre de 1993.

- DOF. 2007. Decreto por el cual se expide la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable. Diario oficial de la federación, México, 24 julio del 2007.
- DOF. 2004. Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación. México. 2004.
- DOF. 2010. Acuerdo mediante el cual se aprueba la Carta Nacional Pesquera. Diario oficial de la federación. México. 2010.
- Doode, S. O. 1992. La industria sardinera ante las nuevas condiciones del mercado. 1-117. En: Sandoval, S.A. & G. ed. Hermosillo (Eds.) La industria alimentaria en Sonora; reestructuración y retos ante la apertura comercial. Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo. México.
- FAO. 2002. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma, Italia. 150 p.
- FAO. 2003. La ordenación Pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca. FAO. Orientaciones técnicas para la pesca responsable. No. 4, Roma. 133 p.
- FAO. 2006, Aplicación práctica del enfoque de ecosistemas en la pesca, Roma, FAO. 85 p.
- FAO. 2010, Orientaciones técnicas para la pesca responsable 4. La Ordenación Pesquera. FAO. Roma. 122 p.
- Gardiner, P.R. & K.K. Viswanathan. 2004. Ecollabelling and Fisheries Management. Center Studies and Reviews. Malaysia. 44 p.
- Gendron, D., 1993. Índice de avistamiento y distribución del género *Balaenoptera* en el Golfo de California, México, durante febrero, marzo y abril de 1988. Revista de Investigación Científica. 1: 21- 29.
- Gendron D. & Urbán R, J, 1993. Evidence of feeding by humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Baja California breeding ground, Mexico. *Mar Mammal Sci*. 9(1):76-81.
- Guevara-Escamilla, S., H. A. Huerta-Díaz, E. Félix-Pico, B. Claudia Farfán & C. Matheius. 1973. Biología (Peces, contenidos estomacales en peces, agrupaciones de fauna: macroinvertebrados, biomasa de zooplancton) En: Estudio químico sobre la contaminación por insecticidas en la desembocadura del Río Colorado. Reporte final de la segunda etapa a la Dirección de Acuacultura de

- la Secretaria de Recursos Hidráulicos. Univ. Autón. Baja California, (Unidad de Ciencias Marinas, Tomo 11, Sec. IV, 235-364p.
- Hammann, M.G., M., Nevárez-Martínez, & Y. Green-Ruíz. 1998. Spawning habitat of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California: Egg and larval distribution 1956-1957 and 1971-1991. California cooperative oceanic fisheries investigations report. 169-179 p.
- Hilborn, R., T.A., Branch, B. Ernst, A. Magnusson, A.V. Minte-Vera, M.D Scheuerell & J.L., Valero. 2003. State of the world fisheries. Annual Review of Environment Resource. 28: 359 – 399.
- Hill-Kevin, 2003. NOAA Fisheries; Personal communications with Alice Cascorbi, by mail and email, in the review of this document.
- INAPESCA, CRIP, CICIMAR, CIBNOR, Gobierno del Estado de Sonora, CANAINPES de Sonora, BC., BCS., y Sinaloa, ITR Guaymas, Sonora. 2011. Propuesta de plan de manejo para pelágicos menores. 66 p.
- JISAO. 2010. (Joint Institute for the Study of the Atmosphere and Ocean). Pacific Decadal Oscillation (PDO) Index.
- Kelleher, K. 2005. Discards in the world's marine fisheries. Fisheries Technical Paper. FAO. Rome, Italy. 470 p.
- Lercari, D. & E.A., Chávez. 2007. Possible causes related to historic stock depletion of the totoaba, *Totoaba macdonaldi* (Perciformes: Sciaenidae), endemic to the Gulf of California. Fisheries Research. 86: 136-142.
- Lluch-Belda, D., B.F.J., Magallon & R. A., Schwartzlose. 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: Possible causes. CalCOFI. Technical Report. 5 p.
- Lluch-Belda, D, R., Crawford, T., Kawasaki, A., MacCall, R., Parrish, R., Schwartzlose R. & P. Smith. 1989. World-wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: the regime problem. South African Journal of Marine Science 8: 195-205.
- Lluch-Belda D., S., Hernández-Vázquez & R.A. Schwartzlose. 1991. A hypothetical model for the fluctuation of the California sardine population (*Sardinops sagax caerulea*), 293-300. En: Kawasaki, T., S., Tanaka, Y., Toba & A. Taniguchi (Eds). The long- term-variability of pelagic fish populations and their environment.

- Lluch-Belda, D. 2004. Sardinas y Clima o ¿Clima y sardinas?. Capítulo VIII. 122-144. En: Quiñonez-Velazquez C. & J.F. Elorduy Garay (Eds). Ambiente y pesquerías de pelágicos menores en el Noroeste de México. IPN-CICIMAR 186 p.
- Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D. & S. Lluch-Cota. 2005. Changes in marine faunal distributions and ENSO events in the California Current. *Fish. Oceanogr.* 14(6):458-476.
- Lluch-Belda, D. 2009. La certificación de pesquerías como una herramienta de manejo en el contexto regional del Noroeste mexicano, 54-74. En: Urciaga-García J.I., L.F., Beltrán-Morales & D. Lluch-Belda. 2008. Recursos marinos y servicios ambientales en el desarrollo regional. 351 p.
- Lluch-Cota S.E., D.B., Lluch-Cota, D., Lluch-Belda, M., Nevárez-Martínez, A., Parés-Sierra & S. Hernández-Vázquez. 1999. Variability of sardine catch as related to enrichment, concentration, and retention processes in the central Gulf of California. California cooperative oceanic fisheries investigations report. 184-190.
- Lluch-Cota, S.E. 2000. Propuestas de bases para un sistema de información ambiental para la pesquería de sardina del Golfo de California. Tesis de doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz BCS. México. 53 p.
- Lluch-Cota D. & S. Hernández-Vázquez. 2006. Desarrollo sustentable de la pesca en México. Orientaciones Estratégicas. Centro de Investigaciones Biológicas. 416 p.
- Lluch-Cota, S.E., E.A. Aragón-Noriega, F. Arreguín-Sánchez, D. Auriolles-Gamboa, J. J. Bautista-Romero, R.C. Brusca, R. Cervantes-Duarte, R. Cortés-Altamirano, P. Del-Monte-Luna, A. Esquivel-Herrera, G. Fernández, M. E. Hendrickx, S. Hernández-Vázquez, H. Herrera-Cervantes, M. Kahru, M. Lavín, D. Lluch-Belda, D. B. Lluch-Cota, J. López-Martínez, S. G. Marinone, M. O. Nevárez-Martínez, S. Ortega-García, E. Palacios-Castro, A. Parés-Sierra, G. Ponce-Díaz, M. Ramírez-Rodríguez, C. A. Salinas-Zavala, R. A. Schwartzlose, & A. P. Sierra-Beltrán. 2007. The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. Progress in Oceanography. 73: 1–26.

- Macias-Mejia, S. 2012. Captura incidental de la pesquería de pelágicos menores en el Noroeste de México. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz BCS. México. 68 p.
- Martínez-Zavala Ma. De los A., M.O. Nevárez-Martínez, M.L. Anguiano-Carrasco, J.P. Santos Molina & A.R. Godínez-Cota. 2006. Diagnostico de la pesquería de pelágicos menores en el Golfo de California, Temporada de Pesca 1998/99 a 2002/03. Guaymas, Sonora México. 105 p.
- Mantua, N.J., S.R., Hare, Y., Zhang, J.M., Wallace & R.C., Francis. 1997. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. Bulletin of the American Meteorological Society. 78: 1069-1079.
- May, B., D. Leadbitter & E. Aalders. 2003. The Marine Stewardship Council (MSC), 14-33. En: Phillips, B., T. Ward & C. Chaffee (Eds.), Eco-labelling in fisheries, What is it all about? Blackwell Publishing, Oxford, UK, 196 p.
- McCrae, J. 2000. Oregon's Sardine Fishery, 2002. Newport, OR: Oregon Department of Fish and Wildlife. 10 p.
- McCrae, J. 2002. Oregon's Sardine Fishery, 2002. Newport, OR: Oregon Department of Fish and Wildlife. 11p.
- McCrae, J. 2003. Oregon's Sardine Fishery, 2002. Newport, OR: Oregon Department of Fish and Wildlife. 10 p.
- McLeod, K., J. Lubchenco, S.R. Palumbi, & A.A. Rosenberg. 2005. Scientific consensus statement on marine ecosystem-based management. Technical Report. 219 p.
- Morales-Zarate M.V., F. Arreguin-Sánchez, J. López-Martínez & S.E., Lluch-Cota. 2004. Ecosystem trophic structure and energy flux in the Northern Gulf of California, México. Ecological Modelling. 174: 331–345.
- Moreno, J., X., Recio & C. Michel. 2011. La conservación del acuario del mundo. Alternativas y recomendaciones para el Golfo de California. CIDE. Num. 54, 50 p.
- Mellink E. & Romero-Saavedra A. L. 2005. Dieta del lobo marino de California, *Zalophus californianus* Lesson, (1828); en la isla San Jorge, en el Norte del Golfo de California, México, 1988-1999. Ciencias Marinas. Vol. 31, numero 002. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México.
- MSC. 2002. Marine Stewardship Council. MSC Annual report. Londres. 35 p.

- MSC. 2009. Marine Stewardship Council fisheries assessment methodology and guidance to certification bodies. Including Default Assessment Tree and Risk Based Framework. Version 2. 122 p.
- Nevaréz- Martínez, M.O., Cisneros-Mata, M. A., Montemayor-Lopez, G., Santos-Molina, P. 1996. Estructura por edad, y crecimiento de la sardina monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) del Golfo de California, Mexico: Temporada de pesca 1990/91. Ciencia Pesquera N_o 13.
- Nevárez-Martínez, M.O., M.A., Cisneros-Mata, M.A., Martínez-Zavala & J.P Santos-Molina. 1997. Aplicación de dos métodos para determinar el rendimiento optimo de la sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*) del Golfo de California: el uso de información auxiliar. Oceanides. 13(1): 31-39.
- Nevárez-Martínez, M.O., D. Lluch-Belda, M.A., Cisneros-Mata, P. Santos-Molina, J.A., Martínez-Zavala, M., & S.E. Lluch-Cota. 2001. Distribution and abundance of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California and their relation with the environment. Progress in oceanography. 49: 565-580.
- Nevárez-Martínez, M.O., M.A., Martínez-Zavala, C.E., Cotero-Altamirano, M.L., Jacob-Cervantes, Y.A., Green-Ruiz, G., Gluyas-Millán, A., Cota-Villavicencio & J.P. Santos-Molina. 2006. Peces Pelágicos Menores, 264-301 En: INAPESCA-SAGARPA (Eds) Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. 544 p.
- Nevárez-Martínez, M. O., M. A. Martínez-Zavala, J.P Santos-Molina, M. Anguiano-Carrasco, A. Godínez-Cota y C. Cervantes-Valle. 2009. La pesquería de pelágicos menores, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental y la pesca. SAGARPA, Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas. 56 p.
- Nevárez-Martínez, M.O., M.A., Martínez-Zavala, P., Santos-Molina, & A. Godínez-Cota. 2010. Capturas, esfuerzo de pesca y flota en la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California. Reporte técnico. Guaymas, SAGARPA - INAPESCA-CRIP GUAYMAS. 19 p.
- NMFS. 2001. Report to Congress: Status of Fisheries of the United States. National Marine Fishery Service, Silver Spring, M.D. 122 p.

- Pauly, D., R., Watson & J. Alder. 2005. "Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security." *Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biological Sciences*. 360(1453): 5-12.
- Pérez-López, C. 2004. Técnicas de análisis multivariantes de datos. Pearson Educación, S.A., Madrid, 672 p.
- Pérez-Ramírez, M. & S.E. Lluch-Cota. 2010. Fisheries certification in Latin América: recent issues and perspectives. Interciencia.35: 855–861.
- Pérez-Ramírez, M.Y. 2011. Certificación pesquera en países en desarrollo: Tópico recientes y perspectivas de implementación. Tesis de doctorado. Centro de investigaciones Biológicas del Noreste. La Paz, BCS. 135 p.
- Phillips, B., C., Chaffee, T., Ward, & M., Sutton. 2003. Introduction, 1-3. En: Phillips, B., T. Ward & C. Chaffee (Eds.) Eco-labelling in Fisheries, What is it all about?. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 196 p.
- Polovina, J.J. 1984. Modelo de un ecosistema de arrecifes de coral. El modelo ECOPATH y su aplicación a Frigate Shoals francés. *Arrecifes de coral*. 3: 1-11 p.
- Román-Rodríguez, M.J. 1990. Alimentación de *Totoaba macdonaldi* (Gilbert) (Pisces: Sciaenidae) en la parte norte del Alto Golfo de California. Ecológica. 1: 1–9 p.
- Rosas- Ruíz, R., Salinas –Zavala, C.A., Koch, V., Del Monte-Luna, P., & Morales Zárate, V. 2008. Importance of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) in the pelagic ecosystem of the central Gulf of California. *Ecological Modelling*. En prensa.
- SAGARPA. 2010. Última versión del anteproyecto del reglamento de la Ley de Pesca y Acuicultura Sustentable. 30 Agosto, 2010.
- Salinas, M. & C. Silva. 2007. Modelos de Regresión y Correlación II. Regresión Lineal Múltiple. Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile. 39-41.
- Salvadeo, C.J. 2008. Importancia trófica de los pelágicos menores en aguas del Golfo de California. Informe técnico proyecto SEMARNAT-2002-C01-0278. Vulnerabilidad y adaptación del Golfo de California ante la variabilidad y el cambio climático. 13 p.

- SCS. 2011. Chet Chaffee, D. Lluch. Belda D. Sosa Nishizaki O., Daume S.. 2011. Certification Report. MSC Public Certification Report, PACIFIC SARDINE FISHERY, Gulf of California, Mexico. SCS.
- Shelton-Peter, A. 2009. Eco-certification of sustainably managed fisheries – Redundancy or synergy?, Fisheries Research. 100:185-190.
- Suazo-Guillen, E. 2004. Biología reproductiva y hábitos de forrajeo del bobo café, *Sula leucogaster*, en dos islas del golfo de California, 2003 – 2004. Tesis de Maestría. CICESE. Ensenada, México. 70 p.
- Sutton, M. 1996. New hope for marine fisheries. Samudra, 15p.
- Sánchez-Arias, M. 1992. Contribución al conocimiento de los hábitos alimenticios del lobo marino en las islas Ángel de la guarda y Granito, Golfo de California, México. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF.
- Szteren , D. & Auriolles-Gamboa, D. 2006. Population status and Trends of the California Sea Lion (*Zalophus californianus californianus*) in the Gulf of California, Mexico. Sea Lions of the World. Alaska Sea Grant College Program AK- SG-06-01. 384p.
- Tripp-Valdez, M. A., S. E. Lluch cota, P. Del Monte-Luna & C. Salvadeo. 2010. The importance of Grey Literature in fisheries ecology: an example based on the trophic role of small pelagics in the Gulf of California. CICIMAR-Oceanides, 25(1):59-71.
- Taller de pelágicos menores. 2010 (XVIII). Comité Técnico, 10 y 11 de Junio de 2010. Ensenada. BC. México
- Urbán, R.J. & Flores, R.S. 1996. A note on Bryde's Whales (*Balaenoptera edeni*) in the Gulf of California, Mexico. Report of International whaling commission. 46: 453-457.
- Urbán R, J., Valles J, R. & Gómez-Gallardo U, A. 1991. Relative abundance, time-space distribution and some aspect of the biology of the tropical rorqual (*Balaenoptera edeni*), in La Paz Bay B.C.S., Mexico. Paper presented at the Ninth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Chicago, Illinois, December 1991 (Unpublished)
- Velarde, E., T., Soledad & E., Roció. 1994. Seabirds as indicator of important fish populations in the Gulf of California. CalCOFI Report. 35: 137-147.

- Villanueva- Aznar, H., & Campbell, M.L., 2010. Marine ecosystem based management in México: An idea traveling across borders. Nicholas School of the Environment and Earth Sciences. 57 pp.
- Waldeck, D. 2003. NOAA Fisheries. Personal communications with Alice Cascorbi, by mail and email, in the review of this document, March 2003.
- Ward, T. & B. Phillips. 2008. Ecolabelling of seafood: the basic concepts. En: Ward, T., & B. Phillips (eds). Seafood ecolabelling. Principles and practice. Wiley-Blackwell Oxford. 472p.
- Wong-Mirna. 1973. Biología de la sardina del Golfo de California (*Sardinops sagax caerulea*). Calcofi.
- Wessells, C.R., K., Cochrane, C., Deere, P., Wallis & R. Willmann. 2001. Product Certification and Ecolabelling for Fisheries Sustainability. FAO, Fisheries Technical Paper, No. 422, Rome. 83 p.
- Wolter, K. & M.S. Timlin. 1993. Monitoring ENSO in COADS with a seasonally adjusted principal component index, Proceedings of the 17th Climate Diagnostic Workshop, Norman, OK. NOAA/NMC/CAC,NSSL, Oklahoma Climatological Survey, CIMMS and the School of Meteorology, University of Oklahoma. 52-57p.
- Wolter, K., & M.S. Timlin. 1998. Measuring the strength of ENSO - how does 1997/98 rank?. Weather. 53: 315-324.

Referencias de la Web

www.msc.org

www.seafoodwatch.com

10. ANEXO

Monterey Bay Aquarium *Seafood Watch*

Evaluación de las capturas de pesca

Especie: *Sardinops Sagax*

Región: Golfo de California México

Seafood Watch define a los recursos marinos como sustentables, cuando las capturas pueden mantener o incrementar la producción a largo plazo, sin poner en peligro la estructura o afectar la función de los ecosistemas. Principios y criterios definen las cualidades que debe tener la pesca para ser considerada como sustentable por el programa *Seafood Watch*.

Principios de pesca sustentable por *Seafood Watch*:

- ✓ Tiene un baja vulnerabilidad a la presión pesquera y por lo tanto una baja probabilidad de ser objeto de sobrepesca debido a las características inherentes de la biología e historia de vida de los organismos;
- ✓ Tiene el stock una estructura y abundancia suficiente para mantener o incluso mejorar la productividad de la pesca a largo plazo;
- ✓ Son capturados utilizando técnicas que minimicen la capturas o especies no deseadas y/o sin valor comercial
- ✓ Se captura de manera que mantienen las relaciones funcionales entre especies en el ecosistema, conserva la diversidad y la productividad y no resultan en cambios irreversibles
- ✓ Tiene un régimen de gestión y administración que aplica y hace cumplir todas las leyes locales, nacionales e internacionales, y utiliza un enfoque de precaución para asegurar la productividad de los recursos y la integridad del ecosistema a largo plazo.

Seafood Watch ha desarrollado un conjunto de cinco criterios de sostenibilidad, que corresponden a estos principios, para evaluar la pesca con el fin de recomendar al consumidor; y estos criterios son:

1. La vulnerabilidad inherente a la presión de pesca
2. La situación de la población (stock) silvestre
3. La naturaleza y el alcance de la captura incidental descartada
4. Los efectos de las prácticas de pesca sobre el hábitat y el ecosistema
5. La eficacia del régimen de gestión y administración del recurso

Una vez que se ha clasificado y asignado cada criterio, se desarrolla una recomendación para los recursos pesqueros de la especie en cuestión basada en directrices de una evaluación adicional. Los rangos para cada criterio y el resultado general de recomendación sobre los productos se resumen en una tabla. Las características de los criterios y en general todas las recomendaciones sobre los pescados y mariscos están codificados por color y se representan a través de una guía de bolsillo por *Seafood Watch*.

Mejor opción/Verde: se recomienda a los consumidores comprar productos del mar en esta categoría. Las especies silvestres capturadas son sostenibles según la definición de *Seafood Watch*

Buena alternativa/amarillo: los consumidores son alentados a comprar pescados y mariscos en esta categoría, ya que son mejores opciones de pescados y mariscos que la categoría que los evita. Sin embargo existen algunas preocupaciones en cómo esta especie es pescada y por lo tanto no demuestra todas las cualidades de una pesquería sustentable tal como lo define *Seafood Watch*.

Evitar/Rojo: se alienta a los consumidores a evitar la compra en esta categoría al menos por el momento. Especies en esta categoría no demuestran cualidades suficientes para definirla como sustentables por *Seafood Watch*.

Criterio 1: vulnerabilidad inherente a la presión de la pesca

Indicadores del principio: las especies silvestres sostenibles tienen una baja vulnerabilidad a la presión pesquera, y por lo tanto una baja probabilidad de ser objeto de sobreexplotación, debido a sus características inherentes de su historia de vida y de su biología.

Factor para evaluar

Taza intrínseca de crecimiento ('r')

- Alta (> 0.16)
- Media (0.05 – 0.16)
- Baja (< 0.05)
- No disponible/Desconocido

Año de 1^{ra} madurez

- Bajo (< 5 años)
- Media (5 – 10 años)
- Alta (> 10 años)
- No disponible/Desconocido

Coefficiente de crecimiento Von Bertalanffy ('k')

- Alto (> 0.16)
- Medio (0.05 – 0.15)
- Bajo (< 0.05)
- No disponible/Desconocido

Edad Máxima

- Baja (< 11 años)
- Media (11 – 30 años)
- Alta (> 30 años)
- No disponible/Desconocido

Potencial de reproducción (fecundidad)

- Alta (> 100 individuos/año)
- Media (10-100 individuos/año)
- Baja (< 10 individuos/año)
- No disponible/Desconocido

Distribución geográfica de la especies

- Amplio (ej. Especies que se encuentran en múltiples cuencas oceánicas, tienen múltiples poblaciones (stock) entremezclados o una alta migración)
- Limitada (ej. Especies que existen en una sola cuenca oceánica)
- Estrecha (ej. Endemismo o numerosas unidades evolutivas significativas o restringida a una sola línea de costa)

Comportamiento especial o requerimientos: existe un comportamiento especial que incrementa la facilidad de esta especie a ser capturada (Ej. cuellos de botella migratorios, agregaciones de desove o reproductivas, fidelidad al sitio, atracción inusual hacia las artes de pesca, hermafroditas secuenciales, segregación por sexo, etc., o requerimientos de hábitat limitados y específicos dentro del rango de las especies)

- No se conoce el requerimiento o el comportamiento que reduzca la vulnerabilidad (ej. Amplia dispersión durante el desove)
- Algunos (ej. 1-2) comportamientos o requerimientos
- Muchos (ej. > 2) comportamientos o requerimientos

Calidad de hábitat: degradación por impactos no pesqueros

- El hábitat es robusto (se conserva en buen estado)
- El hábitat está moderadamente alterado por impactos no pesqueros
- El hábitat está sustancialmente comprometido con impactos no pesqueros y su capacidad para el soporte de esta especie se ha reducido (ej. De las represas, la contaminación o el desarrollo costero)

Criterio 2: estado de la población

Indicadores del principio: la captura sustentable de las especies silvestres tiene una población (stock) con una estructura y abundancia suficiente para mantener o acrecentar la productividad de la pesquería a largo plazo.

Factor para evaluar

Clasificación del estado de la pesquería

- Recurso subutilizado o cerca de la biomasa virgen
- Población (stock) plenamente explotado o recuperándose de la sobrepesca o en estado desconocido
- Reclutamiento o sobrepesca en crecimiento, sobreexplotada, disminuida o amenazada

Actual abundancia de la población relativa a la biomasa del máximo rendimiento sostenible (BMRS)

- En o por encima de la BMRS (>100%)
- Moderadamente bajo de la BMRS (50 – 100 %) o no se conoce
- Sustancialmente bajo de la BMRS (< 50%)

Existencia de sobrepesca (actual nivel de la mortalidad por pesca, relativa al punto de referencia del límite de sobrepesca)

- No hay sobrepesca ($F_{curr}/F_{msy} < 1.0$)
- La sobrepesca es posible/probable o el esfuerzo de pesca es incrementado por el poco conocimiento de estado del stock o no se conoce
- Hay sobrepesca ($F_{curr}/F_{msy} > 1.0$)

Grado de incertidumbre en el estado del stock

- Bajo (ej. evaluación actual del stock y otros datos independientes de la pesquería, son robustos o datos fiables disponibles de la pesquería a largo plazo).

- Medio (ej. solo existe información limitada sobre el estado del stock a partir de los datos dependientes de la pesquería)
- Alto (ej. poca información o no existe información tanto independiente como dependiente de la pesquería acerca del estado del recurso o de modelos /estimaciones generales ampliamente controvertidos o bien no actualizados).

Tendencia a largo plazo (relativo al tiempo de la generación de las especies) en la abundancia poblacional como es medida tanto con datos independientes de la pesquería (evaluación del stock) o dependientes de la pesquería (CPUE estandarizada)

- La tendencia es hacia el aumento
- La tendencia es estable o variable (entre áreas, sobre el tiempo o entre métodos) o no se conoce
- La tendencia es hacia la disminución

Tendencia a corto plazo en la abundancia poblacional, como medida tanto con datos independientes de la pesquería (evaluación del stock) o dependientes de la pesquería (CPUE estandarizada)

- La tendencia va en aumento
- La tendencia es estable o variable (entre áreas, sobre el tiempo o entre métodos) o no se conoce
- La tendencia es hacia la disminución

Actual edad, talla o distribución por sexo de la población en relación a su condición natural

- La distribución es normalmente funcional
- La distribución no se conoce
- La distribución está sesgada

Criterio 3: naturaleza y alcance de las capturas incidentales descartadas

Indicadores del principio: la sustentabilidad de las especies capturadas son capturadas con el uso de técnicas que minimizan la captura incidental y/o especies no comerciales

Factor para evaluar

Cantidad de captura incidental, incluyendo algunas especies de “especial preocupación” (ej. especies identificadas como en “peligro”, “amenazadas” o “protegidas” bajo leyes estatales, federales o internacionales)

- La cantidad de captura incidental es baja (<10% de desembarques específicos) y no incluye regularmente especies de especial preocupación
- La cantidad de captura comercial es moderada (10-100% de desembarques específicos) y no incluye regularmente especies de especial preocupación o no se conoce.
- Cantidad de captura incidental es alta (> 100% de desembarques específicos) o la captura incidental regularmente incluye especies que están amenazadas, en peligro o que son especies protegidas.

Consecuencias para la población debidas a la captura incidental

- Bajo: la evidencia indica que la cantidad de captura incidental es baja o no impacta los niveles de población.
- Moderado: existe evidencia conflictiva acerca de la consecuencias poblacionales de la captura incidental o no se conoce
- Severo: la evidencia indica que la magnitud de la captura incidental es un factor que está contribuyendo en el impulso en una o más especies de capturas incidentalmente hacia la extinción o está contribuyendo como factor limitante en la recuperación de la especie de “especial preocupación”.

Tendencias en la interacción de las tasas de captura incidental (ajuste por cambios en abundancia de especies de captura incidental) como un resultado de las medidas

de administración (incluyendo las temporadas de pesca, áreas protegidas e innovación de equipo):

- Las tendencias en las tasas de interacción de captura incidental es hacia la disminución
- Las tendencias en las tasas en la interacción de captura incidental es estable o no se conoce
- Tendencias en las tasas de interacción de captura incidental es hacia el aumento
- No aplica porque la cantidad de captura incidental es baja

Evidencia de que el ecosistema ha sido o es probable que pueda ser sustancialmente alterado (en relación a la su variabilidad natural) en respuesta al continuo descarte de las especies de captura incidental

- No hay estudios que muestren evidencia de impactos al ecosistema
- La evidencia es conflictiva respecto de los impactos al ecosistema o no se conoce
- Los estudios muestran evidencia de sustancial impacto al ecosistema

Criterio 4: efectos de las practicas de pesca sobre habitas y ecosistemas

Indicadores del principio: la captura sustentable de especies silvestres mantiene la relación funcional natural entre especies en el ecosistema, conserva la biodiversidad y productividad del ecosistema y no resultan cambios irreversibles en el estado del ecosistema

Factor para evaluar

Conocimiento (o información inferida de otros estudios) de los efectos de las artes de pesca sobre hábitats físicos y biogénicos

- Daños mínimos (ej. Pesca de pelágicos con palangre, redes de enmalle de media agua, redes de arrastre de media agua, red de cerco, anzuelo y línea o lanza/ arpon)
- Daño moderado (ej. redes de enmalle de fondo, palangre de fondo o algunas trampas)
- Gran daño (ej. arrastre de fondo o dragado)

Para evaluar principalmente la pesquería específica, la resiliencia de hábitats físicos y biogénicos por la perturbación de métodos físicos (resiliencia = propiedad de recuperación de los hábitats ante cambios o perturbaciones)

- Alto (ej. aguas poco profundas, hábitats de arenosos)
- Moderado (ej. superficial o aguas profundas con fondos de lodo, o hábitats de arena de aguas profundas)
- Bajo (ej. superficial o corales de aguas profundas o aguas profundas o superficiales de fondo rocosos)
- No aplica porque el daño de las artes de pesca es mínimo

Si los impactos del arte de pesca son moderados o grandes, la escala espacial del impacto es

- Escala pequeña (ej. Pesquerías pequeña escala o artesanales o hábitats sensibles que están fuertemente protegidos)

- Escala moderada (ej. Pesquerías modernas pero con limitada cobertura espacial o geográfica)
- Gran escala (ej. Pesquerías industrializadas con una amplia zona geográfica de influencia)
- No aplica porque el daño de las artes de pesca es mínimo

Evidencia de que la remoción (captura) de las especies objetivo o la eliminación y el uso de carnadas es probable que perturbe de manera considerable los flujos alimenticios de la red

- La pesquería y su ecosistema se han estudiado a fondo y los resultados de los estudio muestran que no hay evidencia importante de impactos al ecosistema
- Existe evidencia conflictiva sobre los impactos al ecosistema o bien no se conoce
- Los impactos al ecosistema en relación a la eliminación de especies objetivo se ha demostrado

Prueba de que las artes y métodos de pesca han causado o pueden causar cambios importantes en el estado del ecosistema, incluyendo los suplentes estados estables

- La pesquería y su ecosistema se han estudiado a fondo y los estudios muestran no evidencia de importantes impactos el ecosistema.
- Evidencia conflictiva de impacto en el ecosistema o desconocidas
- Impactos en el ecosistema por los métodos de pesca demostrado

Criterio 5: régimen efectivo de administración

Indicadores del principio: el régimen de administración para la sustentabilidad de las especies silvestres implementa y en general procura el cumplimiento de leyes locales, nacionales e internacionales, y utiliza de enfoque precautorio para asegurar la productividad a largo plazo de los recursos así como la integridad del ecosistema.

Factor para evaluar

Estado del stock: el proceso de administración y manejo de la pesquería utiliza una evaluación científica independiente del stock que busca el conocimiento relacionado con el estado del stock o de la población bajo pesca

- La evaluación de stock es completa y robusta
- La evaluación del stock esta prevista o en marcha aunque incompleta, o se ha llevado a cabo pero no está actualizada, o es incierta
- No hay evaluación del stock disponible por ahora y no está previsto su realización en un futuro próximo.
- No disponible/Desconocido

Monitoreo científico: el proceso de manejo y administración implica la recopilación continua de datos y análisis de la información con respecto a la abundancia a corto y largo plazo de la población

- Colección regular de información y evaluación de la pesquería a partir tanto de datos derivados de la captura comercial como de datos independientes de la pesca.
- La colección de datos es regular y solamente es información dependiente de la captura comercial
- No se lleva a cabo una colección de datos o análisis del stock de manera regular

Asesoramiento científico: la administración y el manejo de la pesquería tiene un registro conocido acerca del establecimiento de cuotas de captura, o del exceso de estar más allá del nivel recomendado por sus asesores científicos y otros científicos externos:

- No
- Si
- No hay información disponible suficiente para evaluar o no es aplicable porque no hay información científica colectada

Captura incidental: la gestión y administración de la pesquería implementa un efectivo plan para la reducción de captura incidental

- Establecimiento de un plan para reducir la captura incidental y alcanzar sus objetivos de conservación (considerado objetivo)
- Establecimiento de un plan para reducir la captura incidental pero todavía no está demostrada su efectividad o es objeto de debate
- No se ha establecido un plan para reducir la captura incidental o el plan implementado no cumple sus objetivos de conservación (considerado no efectivo)
- No aplica porque la captura incidental es baja

Prácticas de pesca: la administración atiende los efectos de los métodos de pesca sobre los hábitats y los ecosistemas

- Las medidas establecidas mitigan los efectos y es considerado efectivo
- Las medidas se establecen pero la eficacia no está demostrada o es objeto de debate
- Las medidas no se establecen o se consideran ineficaces
- No aplica porque los impactos derivados de los métodos de pesca son moderados o benignos

Vigilancia: la administración y organismos gubernamentales involucrados son apropiados para hacer cumplir las regulaciones de pesca

- Las regulaciones se hacen cumplir por organismos independientes, incluyendo reportes de bitácoras, programas de observadores, vigilancia en puerto y otras medidas similares
- La regulación es aplicada por la industria pesquera o por un sistema voluntario
- La regulación no es constantemente cumplida y frecuentemente vigilada

Trayectoria de administración: las medidas de conservación adoptadas por la administración tienen resultado en el mantenimiento de la abundancia a largo plazo del stock e integridad del ecosistema

- La administración mantiene la productividad del stock en el tiempo o se ha recuperado totalmente de una condición de sobrepesca
- La productividad del stock a variado y la administración ha respondido rápidamente con acciones, o el stock no ha variado y la administración no se a establecido el suficiente tiempo para evaluar su eficacia o no se conoce
- Las medidas no han mantenido la productividad del stock o se han implementado solo después de una significativa declinación del stock y la población no se ha recuperado totalmente.