

# “MANUAL DE INDICADORES Y METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO EN LAS PESQUERÍAS DE YUCATÁN, CAMPECHÉ Y QUINTANA ROO”





---

**MANUAL DE INDICADORES Y METODOLOGÍA  
PARA LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO  
EN LAS PESQUERÍAS DE YUCATÁN,  
CAMPECHE Y QUINTANA ROO**

---

# Manual de indicadores y metodología para la aplicación del enfoque ecosistémico en las pesquerías de Yucatán, Campeche y Quintana Roo



Ramos Miranda J., D. Flores Hernández, A. Sosa López, E. Sosa Cordero, J. López Rocha, F. Arreguín Sánchez, y A. Ramírez González, 2013. Manual de indicadores y metodología para la aplicación del enfoque ecosistémico en las pesquerías de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. RNIIPA, COFUPRO, UAC. 121 p.

**ISBN 978-607-7887-79-9**

## Preparación

Julia Ramos Miranda  
Domingo Flores Hernández  
Atahualpa Sosa López  
Eloy Sosa Cordero,  
Jorge A. López-Rocha  
Francisco Arreguín Sánchez  
Angélica Ramírez González

## Apoyo Técnico

Luis M. España Pech  
Bertha Aguirre García  
Giezi M. Yam Poot

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuicultura (RNIIPA), quien a través de la COFUPRO, aportaron el financiamiento de este proyecto, al INAPESCA-SAGARPA por el interés mostrado al apoyar este trabajo, al Comité Regional en Pesca y Acuicultura RNIIPA (Región Península de Yucatán) de cuyos talleres de discusión colegiados surgió la idea y necesidad de realizar este proyecto para la región y a todos los colegas de las siguientes instituciones cuyos aportes e ideas durante los talleres de trabajo hicieron posible definir la ruta de este manual (UADY, Universidad Marista de Mérida, CRIP Yucalpetén y Cd. Del Carmen (INAPESCA), UMDI-Sisal-UNAM, Instituto Tecnológico de Chetumal, ECOSUR, Campeche y Chetumal, EPOMEX, CICIMAR, CINVESTAV-Mérida, UNACAR y UMDI-Sisal-UNAM), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del Proyecto Tecnología Internacional 111465.

# Índice de Contenido

---

## **Presentación**

### **I. Introducción** **9**

I.1 Propósito y fundamento de este manual 9

I.2 El contexto del Enfoque Ecosistémico a las pesquerías 10

I.3 El Enfoque Ecosistémico a las pesquerías en México 12

### **II. El modelo del enfoque ecosistémico** **19**

II.1 Nueva aproximación: manejo basado en el concepto  
“Nivel de referencia del ecosistema”. 21

### **III. Costo, beneficio y riesgo** **25**

### **IV. La gobernanza** **29**

### **V. Metodología para la selección de indicadores de manejo pesquero basados en la aproximación por ecosistemas** **31**

V.1. El uso de indicadores para el desarrollo sustentable de la pesca bajo  
el enfoque por ecosistemas (EEP) 36

V.2 Selección de indicadores para el desarrollo sustentable  
de la pesca bajo el principio de aproximación por ecosistemas 37

V.3. Selección de indicadores para el desarrollo sustentable de la pesca  
bajo el principio de aproximación por ecosistemas para la península de Yucatán 46

<b>VI. Propuesta de indicadores para el enfoque ecosistémico en las pesquerías de la península de Yucatán y ejemplo de aplicación en el concepto “Nivel de referencia del ecosistema”</b>	<b>59</b>
VI.1 Caso de estudio: la pesquería de pulpo	59
VI.2 Caso de estudio: camarón siete barbas	65
VI.3. Propuesta de indicadores del manejo de la pesquería: pulpo, y siete barbas	75
VI.4. Estudio de caso: mero de Quintana Roo	88
<b>VII. Conclusiones generales</b>	<b>111</b>
<b>VIII. Referencias</b>	<b>113</b>

## Presentación

El presente Manual de Indicadores y Metodología para la Aplicación del Enfoque Ecosistémico representa un esfuerzo importante para mejorar el manejo de los recursos pesqueros. La actividad pesquera es una actividad económica que produce bienes a la sociedad, tales como alimentos, ingresos, divisas y fuente de empleos; sin embargo, desde el punto de vista productivo este sector se encuentra estancado desde hace varios años. Ante este panorama el sector enfrenta grandes desafíos para adoptar nuevas formas para realizar la actividad, organizarla y administrarla. Los cambios que se requieren deben comenzar por la conceptualización misma de las pesquerías, que por más de cincuenta años ha tenido un enfoque monoespecífico.

En la presentación de su trabajo sobre la modelación de ecosistemas, Daniel Pauly inicia con la frase: “ningún pez es una isla”, haciendo alusión a la conectividad biológica y ecológica inherentes a los recursos pesqueros, que antes de serlo, han sido parte importante del componente biótico de los ecosistemas. Durante más de sesenta años, la ecología ha revelado grandes verdades sobre el funcionamiento de los ecosistemas, su naturaleza, sus cambios, fragilidad, conectividad y alteraciones naturales y antrópicas. Para evitar seguir presenciando el deterioro de los ecosistemas costeros y marinos y transitar hacia el uso sustentable de los recursos pesqueros, es necesario cambiar de paradigma, sustituyendo los conceptos del manejo basado en una sola especie por el manejo con enfoque de ecosistemas.

Este manual hace en una revisión extensa de la literatura actual sobre el enfoque ecosistémico (EEP), presentan los conceptos y etapas fundamentales (Preparación, diseño, elaboración y selección) para desarrollar los indicadores que permitan dar seguimiento al manejo ecosistémico. De manera clara muestra el diseño de los indicadores siguiendo el modelo Presión, Estado, Respuesta (PER). Finalmente, muestra tres ejemplos o casos de estudio en los que se aplican los indicadores y la metodología del enfoque ecosistémico, añadiendo un aspecto novedoso en el manejo de recursos, como el concepto de tasa de captura óptima (C/B) de un recurso que permita mantener un ecosistema sustentable.

*Dr. Álvaro Hernández Flores*  
(CRIP-Yucalpetén, INAPESCA)





# Introducción

## I.1 Propósito y fundamento de este manual

La fuerte disminución e incluso el colapso de muchas de las pesquerías del mundo han llevado a la búsqueda de enfoques de gestión para evitar su continuo deterioro y tratar de mantenerlas en un nivel sustentable. Entre estos, el enfoque basado en los ecosistemas ha dado lugar a un cambio en la gestión de los mismos; es decir, ha permitido la planificación espacial de la zona marina, costera y las áreas naturales protegidas (Cicin-Sain & Belfiore, 2005; Hooker & Gerber, 2004). Para dar cumplimiento a los compromisos internacionales y fortalecer la política pesquera nacional, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables del 2007 y más recientemente en su última revisión (DOF, 2012) señala que los planes de manejo pesquero deberán ser los instrumentos fundamentales de la política pesquera (Art. 36, 37 y 38 de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, DOF, 2012). En México ya se han realizado los primeros esfuerzos por elaborar y publicar los planes de manejo pesqueros, cuyos componentes incluyen varios aspectos del enfoque ecosistémico. Sin embar-

go las regiones del país presentan diversas características ecológicas, pesqueras, sociales, económicas y políticas, que en su conjunto complican la aplicación de este enfoque. Este manual pretende ser un apoyo dada la necesidad de contar con enfoques acordes a las circunstancias en que está inmersa la región Campeche, Yucatán y Quintana Roo en la búsqueda de indicadores para el manejo de las pesquerías con enfoque ecosistémico. Su origen surge de las reuniones del Comité Regional en Pesca y Acuicultura RNIIPA (Región Península de Yucatán) en 2010, donde se analizaron las pesquerías actuales de la región y las prioridades en investigación. Las directrices utilizadas es este manual, surgen de las discusiones de diversos talleres de expertos en las pesquerías de la región y de una amplia búsqueda bibliográfica. Este manual está dirigido a evaluadores, profesionales y manejadores de los recursos con el objeto de tener elementos que les permitan diseñar y mejorar indicadores para apoyar en el manejo de pesquerías con el enfoque ecosistémico de la región.



## 1.2 El contexto del Enfoque Ecosistémico a las pesquerías

El concepto del manejo de la pesca basado en el ecosistema emerge de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982 (artículos 61, 62 y 119 1a y b) (Naciones Unidas, 1984), donde se refiere a los ecosistemas como “raros y frágiles, a las especies asociadas y dependientes, a la interdependencia de especies y a los estándares mínimos a todo nivel y donde el rendimiento máximo sostenible debe ser calificado de acuerdo con factores ambientales” y anticipa la necesidad del mejoramiento de las técnicas de evaluación y de los procesos de administración (UICN, 1995).

También es sugerido en la Conferencia Mundial de la FAO sobre Ordenación y Desarrollo Pesquero (Roma, 27 de junio-6 de julio de 1984), en los principios y prácticas para la ordenación racional y el aprovechamiento óptimo de los recursos pesqueros, donde se expresa que “*dada la necesidad de comprender mejor las variaciones naturales de las poblaciones pesqueras y la relación entre estas variaciones y los factores ambientales, el enfoque de la ordenación debe orientarse hacia ecosistemas completos, sirviéndose de la experiencia adquirida en la ordenación de poblaciones individuales*” (FAO; 1984). El concepto es articulado a través de la Agenda 21 y es especificado en su capítulo 17, donde se indica que “*debe hacerse hincapié en la ordenación basada en la multiplicidad de las especies y en otros métodos en los que se tenga en cuenta las relaciones entre las especies*” (párrafos 17.44; 17.74) (Naciones Unidas, 1992, UICN, 1995).

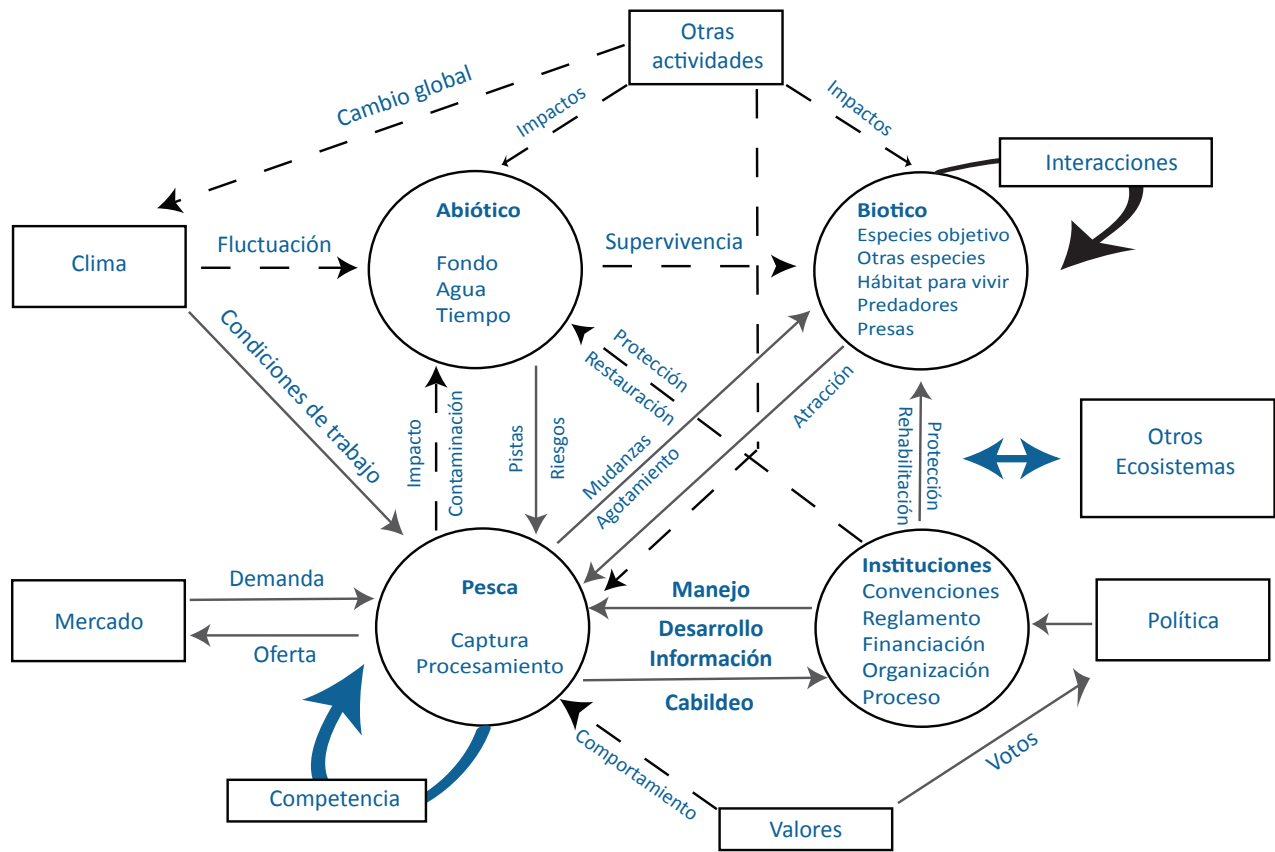
El enfoque ecosistémico de la pesca (EEP) fue formalmente acordado por miembros de la FAO (2001) en la Declaración de Reykjavik de la Conferencia de Reykjavik sobre Pesca Responsable en el Ecosistema Marino. Durante esta se declaró que “*el objetivo de incluir consideraciones ecosistémicas en el manejo de la pesca es contribuir a largo plazo a la seguridad alimentaria y al desarrollo humano y asegurar una efectiva conservación y uso sostenible del ecosistema*

*y sus recursos, reconociendo las complejas interrelaciones entre la pesca y otros componentes del ecosistema marino, donde la inclusión de consideraciones ecosistémicas en el manejo pesquero proporciona un marco de trabajo en el cual los Estados y las organizaciones de manejo pesquero podrían mejorar el desempeño de la administración*” (FAO, 2001).

La finalidad de los principios fundamentales EEP es asegurar que “*a pesar de la variabilidad, la incertidumbre y los probables cambios naturales en el ecosistema, la capacidad de los ecosistemas acuáticos para producir alimentos, ingresos, empleo y, de forma general, otros servicios y medios de subsistencia esenciales se mantengan indefinidamente en beneficio de las generaciones presentes y futuras*”. Igualmente, la pesca basada en el ecosistema no puede por sí misma resolver todos los problemas que subyacen en los actuales regímenes de administración pesquera y **puede ser no efectiva si se carece de una política para reducir la sobrepesca, proteger los hábitat y apoyar e intensificar las investigaciones y evaluaciones** (FAO, 2001).

Por otra parte, las naciones del mundo, a través del Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Johannesburgo, 2002), se han comprometido a «promover la aplicación del EEP, para el año 2010. García et al. (2003) y García y Cochran (2005) señalan que “*un enfoque de ecosistemas en la pesca (EEP) intenta balancear los diversos objetivos sociales, tomando en consideración el conocimiento y las incertidumbres de los componentes bióticos, abióticos y humanos del ecosistema y sus interacciones, mediante la aplicación de un enfoque integrado a las pesquerías dentro de límites ecológicamente significativos*” (figura 1).

Asimismo indica que “*Los responsables de la administración y la toma de decisiones ahora deben buscar soluciones de ordenación que tomen en cuenta la gama más amplia de objetivos sociales que serán*



**Figura 1.** Componentes del ecosistema e interacciones dirigidas a la Aproximación Ecosistémica de las Pesquerías (EAP) según (García & Cochran, 2005). Los elementos en negro representan los aspectos inicialmente propuestos por García *et al.* (2003), y los grises aquellos que propone García & Cochran (2005) como elementos indispensable para su agregación.

considerados explícitamente bajo el EEP, así como las interacciones en el ecosistema (FAO, 2010)". De esta manera, el sistema pesquero está inmerso dentro de un gran ecosistema, que deberá incluir el sistema biótico, el abiótico y la dimensión humana, todos ellos conectados y coordinados entre sí (figura 2).

Entonces, la visión contemporánea del manejo de las pesquerías no incluye sólo las especies por sí mismas, sino que propone un amplio concepto que comprende todos los elementos que inciden en ella. Charles (2001), señala que un sistema pesquero consta de tres componentes (figura 3). El ecosistema natural, el

sistema de manejo y el sistema humano. El primero está básicamente compuesto por los recursos (peces y otros) y sus relaciones con la comunidad y el hábitat el cual puede verse influenciado por fuerzas externas como el cambio climático.

El segundo implica las interrelaciones entre las políticas de planeación, el manejo pesquero, la investigación pesquera y el desarrollo de la pesquería; en el influyen fuerzas externas como la reducción de personal que trabaja en estos campos interrumpiendo el seguimiento de actividades ya planificadas.

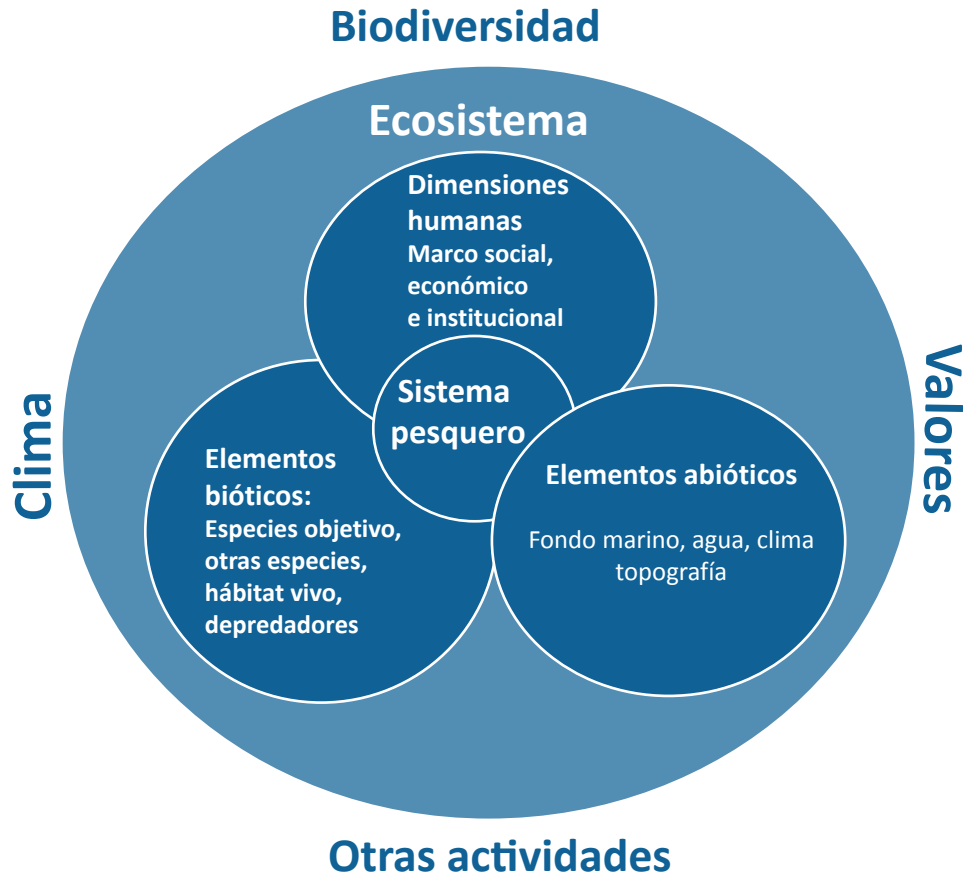


Figura 2. Componentes del EEP según FAO (2011).

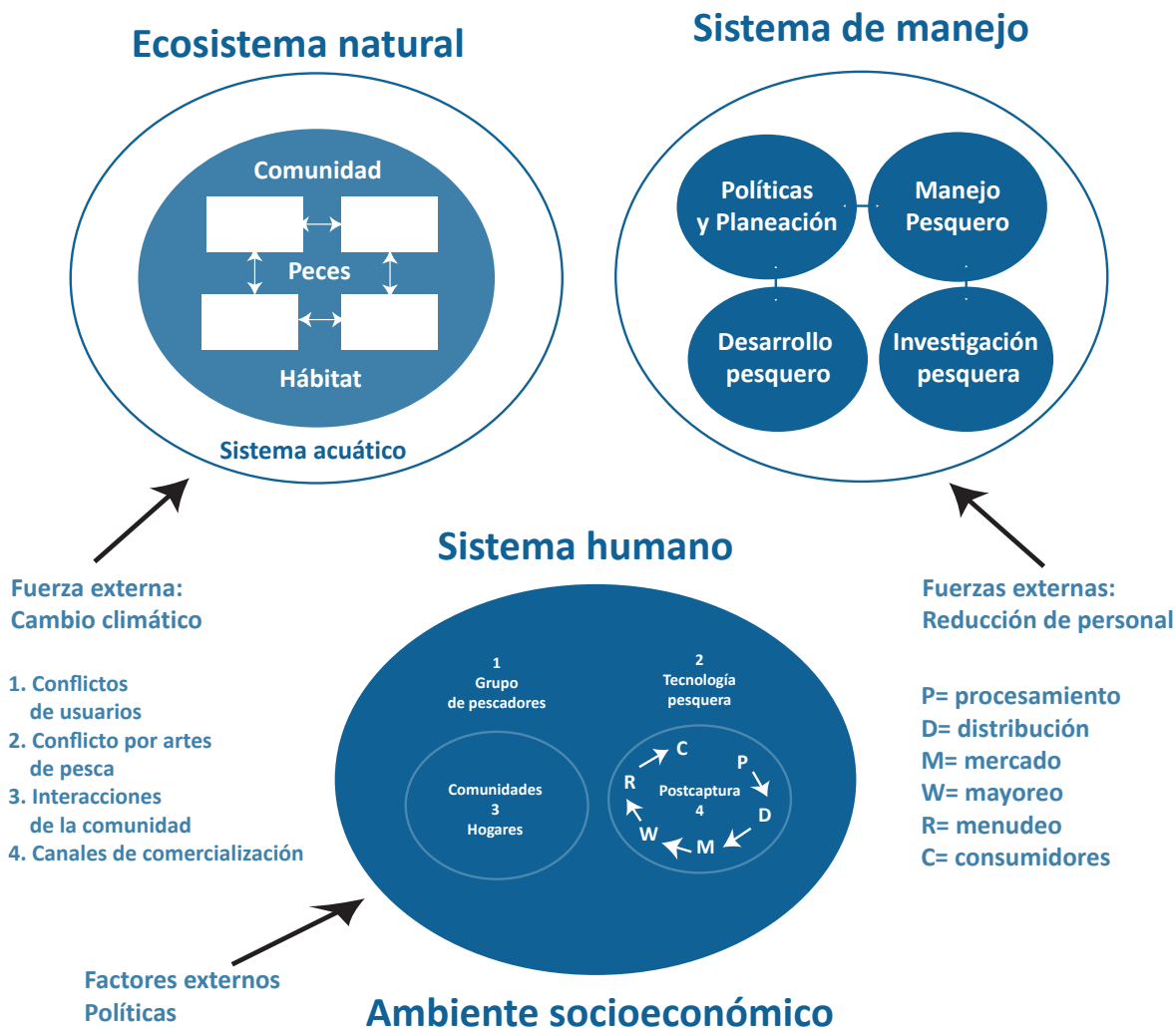
Finalmente, el tercero corresponde al sistema humano que incluye cuatro componentes: 1) grupo de pescadores con el consecuente conflicto entre usuarios, 2) la tecnología pesquera con los consecuentes conflictos entre los artes de pesca, 3) la comunidad

(sociedad por si misma) y sus interacciones y 4) el ambiente socioeconómico (procesamiento, distribución, mercado, mayoreo, menudeo y consumidores) con su consecuente factor externo referido en este caso a la política (s) macroeconómica.

### 1.3 El Enfoque Ecosistémico a las pesquerías en México

En México, si bien se tiene contemplado el enfoque ecosistémico en el manejo de los recursos pesqueros a través de la SAGARPA (CONAPESCA). Este se ha realizado solo de manera parcial ya que los recursos

se han manejado hasta el momento bajo el enfoque mono específico. En la Ley General de Pesca y Acuicultura sustentable, en su artículo 37 (DOF 07-06-2012) se indica que los programas de ordenamiento



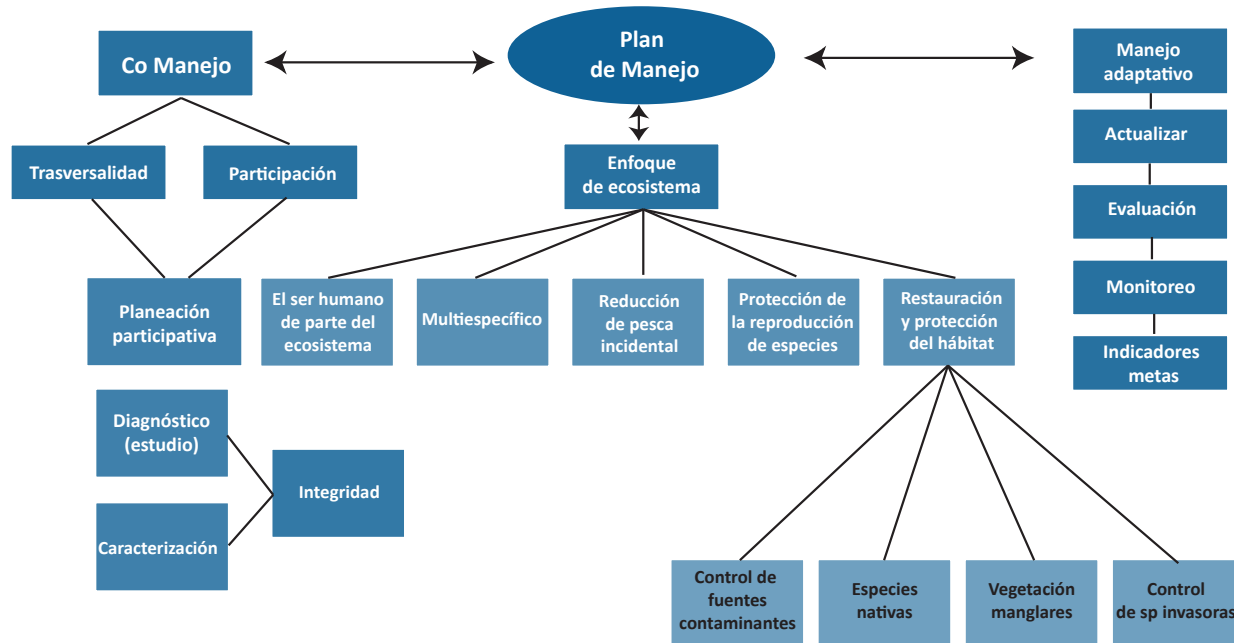
Modificado de Charles (2001)

Figura 3. Aspectos que debe incorporar un sistema pesquero. Modificado de Charles (2001).

pesquero deberán contener, al menos: la delimitación precisa del área que abarcará el programa (Área geográfica), la lista exhaustiva y actualizada de los usuarios de la región; los recursos pesqueros sujetos a aprovechamiento; y los planes de manejo pesquero sancionados y publicados.

Así mismo, el guión propuesto por el INAPESCA para la elaboración de los planes de manejo pes-

quero, señala que dichos planes deberán tener en cuenta el comanejo y el manejo adaptativo (figura 4). Indican que el plan de manejo pesquero, debe estar basado en un enfoque ecosistémico, que incluya al ser humano como parte del ecosistema, adoptando un enfoque multiespecífico, que tome en cuenta una reducción de la pesca incidental. Además de dar protección de la reproducción de la pesquería (s) y una



**Figura 4.** Acciones a incorporar en el enfoque ecosistémico de las pesquerías de acuerdo al INAPESCA. Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera en el Atlántico (Carrillo, 2012).

restauración y/o protección del hábitat el cual deberá incluir el control de fuentes contaminantes, protección de especies nativas, protección y/o restauración del manglar y control de las especies invasoras (Carrillo, 2012).

Bajo este contexto surge la pregunta, ¿Cuál es el estado actual de las pesquerías en México y en particular en la península de Yucatán?, de acuerdo a Fernández *et al.* (2011), las capturas anuales en México han fluctuado en 1.3 millones de toneladas durante los últimos treinta años. Se han desarrollado diferentes programas de incentivos entre 1970 y 1980, y el desarrollo de las pesquerías mexicanas ha sido diferente entre regiones (Golfo de México, Pacífico y Caribe). A pesar de que la región del Pacífico contribuye con el 77% de las capturas totales, el Golfo de México con 21% y el Caribe solo con el 2% (CONAPESCA, 2002); estas dos últimas regiones son altamente importantes debido al valor de la captura y la generación de empleos ya que una cantidad importante

de la captura proviene de la pesca artesanal (flota artesanal).

Asimismo, la región de la Península de Yucatán es altamente vulnerable por la gran actividad que presenta en distintos ámbitos de desarrollo industrial, turístico, urbano, económico y su consecuente impacto sobre los recursos naturales. A lo largo de su historia, la pesca ha sido una de las principales actividades que se efectúan en esta región y una fracción de los recursos pesqueros, al igual que ocurre a nivel mundial, se encuentran sobreexplotados o plenamente explotados.

La CONAPESCA (2012) reportó que la captura de la península de Yucatán es de 72 000 toneladas de las cuales el 44% (31 431 t) corresponde a Yucatán, 51% (36 780 t) a Campeche y 5% (3 805 t) al estado de Quintana Roo. La actividad pesquera en la península de Yucatán se realiza por 34 349 pescadores, de los cuales 15 284 trabajan en Campeche, 16 705 en Yucatán y 5 362 en Quintana Roo. Así mismo destaca la

cantidad de unidades de la flota artesanal existente en la península de Yucatán (11 133 unidades), de las cuales 4 981 operan en Yucatán 5 362 en Campeche y 790 en Quintana Roo.

Los Recursos capturados y normados por la Carta Nacional Pesquera (CNP) actual (CNP, 2012) para esta región, incluyen a las almejas con cinco especies, camarones con ocho, caracol con nueve, jaibas con siete, cangrejo con una especie, langosta con una especie, ostión con dos especies, pulpo con dos especies, tiburones con nueve especies y al grupo de los peces con 171 especies. De estas destacan los grupos de Bagres, Jureles, Robalos, Sardinas, Meros, Lisas, Huachinangos, Sierra, Sábalo, Rayas y Mantas, como las especies objetivo. Sin embargo un grupo importante de especies capturadas de manera incidental o accesorias, no tienen una norma específica (CNP, 2012).

El INAPESCA durante el año 2012 realizó grandes esfuerzos por estructurar los Planes de Manejo de las principales pesquerías del país (Hernández, 2013), y señalan que las principales dificultades para el ordenamiento de la pesca basado en el ecosistema son:

- Los principios para el ordenamiento de la pesca por aproximación al ecosistema, requieren una cantidad importante de conocimiento científico.
- En general existen vacíos en el conocimiento sobre la intensidad, duración y reversibilidad de los efectos de la pesca sobre los ecosistemas. También sobre la dinámica de los ecosistemas, sus tendencias y proyecciones.
- Se carece actualmente de índices ecosistémicos cuantitativos verificables que puedan ser articulados a la administración pesquera y que permitan el monitoreo y la definición de ecosistemas sobre-explotados.
- El arreglo institucional actual sectorizado impide una suficiente coordinación. En términos generales, los planes pesqueros son elaborados con limitados objetivos ecológicos.
- Existe un aislamiento de la actividad pesquera en relación con otros sectores de la economía; lo que constituye una de las principales causas de

la ausencia de otras consideraciones diferentes a la pesca en el ordenamiento pesquero (PNUMA/FAO, 2000).

- Actualmente la mayoría de las herramientas usadas en la práctica por la administración pesquera asumen una tasa de mortalidad natural constante. No se conoce hasta qué nivel esta asunción resulta en una sobresimplificación de las interacciones multiespecíficas que ocurren en el ecosistema Hernández (2013).
- La presión de un creciente número de pescadores por acceder a los recursos marinos dificulta mantener los derechos de propiedad comunal convirtiéndose en amenaza para el comanejo y las acciones de conservación de los ecosistemas y los recursos.

En el contexto nacional, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS), texto vigente última reforma publicada (DOF 07-06-2012), *Título Sexto Instrumentos de la Política Pesquera*, en su Capítulo I “de los Instrumentos” se señala en el artículo 36. Que “para los fines y objetivos de la presente Ley, se reconocen como instrumentos de la política pesquera a los programas de ordenamiento pesquero, los planes de manejo pesquero y las concesiones y permisos”.

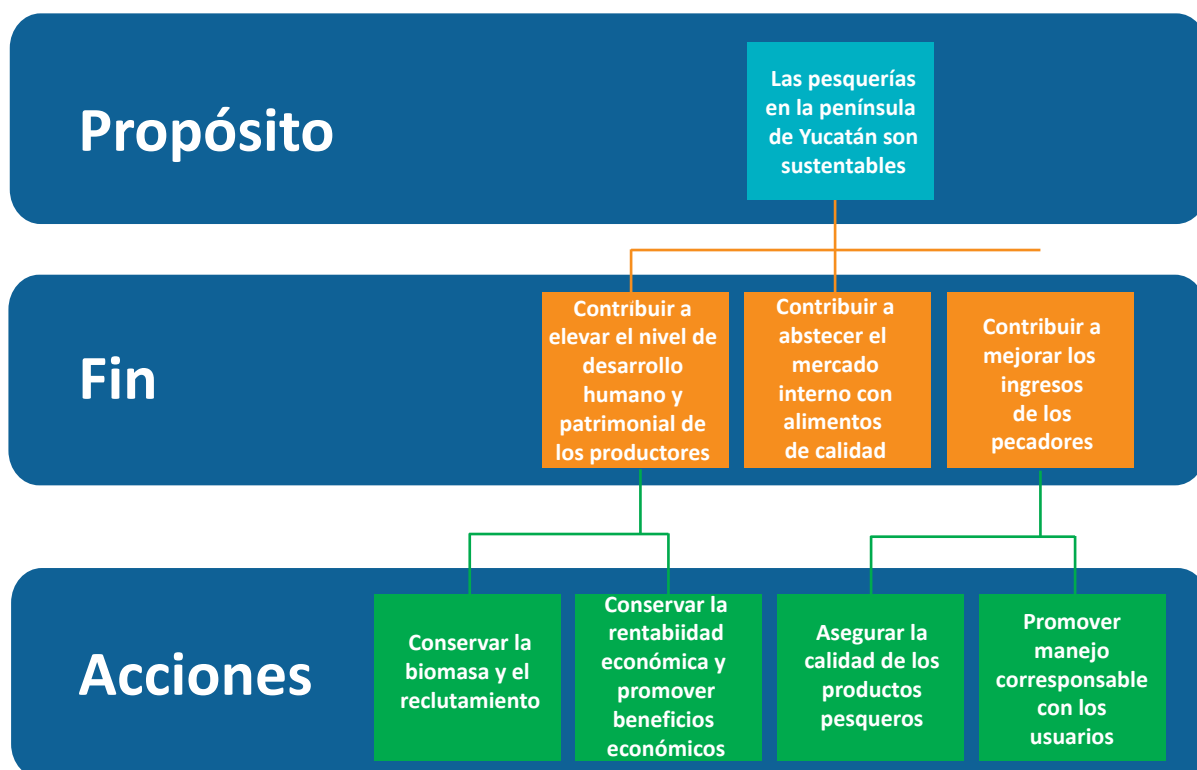
El Plan de Manejo Pesquero (PMP) (cláusula XXXVI) está definido como el conjunto de acciones encaminadas al desarrollo de la actividad pesquera de forma equilibrada, integral y sustentable; basadas en el conocimiento actualizado de los aspectos biológicos, ecológicos, pesqueros, ambientales, económicos, culturales y sociales que se tengan de ella; para el Sureste de México, hasta diciembre de 2012, el INAPESCA había elaborado siete Planes de Manejo que incorporaban varios recursos pesqueros de la península de Yucatán, mismos que fueron puestos a consideración de CONAPESCA, (tabla 1) (Hernández, 2013):

Los PMP se han llevado a cabo según la metodología de Marco Lógico-Árbol de Problemas (figura 5), para los que se definen para cada pesquería los siguientes puntos (Hernández, 2013).



**Tabla 1.** Recursos pesqueros que actualmente han sido integrados en planes de manejo pesqueros (Hernández, 2013). Para que estos planes se adopten oficialmente es necesario que sean sancionados por CONAPESCA y publicados en el Diario Oficial de la Federación (Art. 37 LGPAS).

1. Pulpo	Dos especies = 24 000 toneladas
2. Mero	Dos especies = 7 000 toneladas
3. Camarón	Cinco especies = 6 000 toneladas
4. Tiburón, cazón y raya	Cuatro especies, tres especies y cinco especies= 2 000 toneladas
5. Pepino de mar	Dos especies = 2 000 toneladas
6. Caracol	Cinco especies = 600 toneladas
7. Langosta	Una especie = 530 toneladas
Total	20 especies = 42 000 toneladas



**Figura 5.** Metodología del Marco-Lógico-Arbol de problemas utilizado para los Planes de Manejo de las pesquerías de la península de Yucatán (Hernández, 2013).



Parte de la imagen objetivo planteada para algunas de estas pesquerías de la península de Yucatán, se muestra en la tabla 2. Se observa en el Propósito del PMP de los diferentes recursos del estado, los diferentes aspectos del EEP. Aunque existe una inclusión de aspectos del ecosistema, no se integra explícitamente el enfoque ecosistémico. Otro elemento importante es que la visión de los planes de manejo está dirigida a una sola especie o grupos de especies y grupos de usuarios y no existe un enfoque ecosistémico definido en los planes de manejo pesquero hasta ahora realizados (Hernández, 2013).

Por otra parte se reconoce que la actividad pesquera esta normada por los patrones estacionales y espaciales de las especies explotadas, es decir su abundancia y presencia en los sitios de pesca. Estas normalmente, están dirigidas a recursos monoespecíficos, aunque indirectamente a los multiespecíficos (especies incidentales y/o accesorias). En la Península de Yucatán, Salas *et al.* (2004), Salas *et al.* (2006) y Salas *et al.* (2007) señalan que el esfuerzo estacional por la captura de especies objetivo monoespecíficas como la langosta y el pulpo cambia a otro tipo de

especies debido principalmente a la temporada de veda, cambios en la abundancia o disponibilidad del stock (recurso) y cambios en los precios de las especies capturadas. Por ejemplo, el pulpo (*O. maya*) se captura de agosto a diciembre después de una veda de siete meses y medio que tiene como propósito proteger el reclutamiento estacional del recurso (Solís-Ramírez, 1998). La pesquería de pulpo es la que ocupa el primer lugar en capturas en la península de Yucatán con 17.5 mil toneladas.

Otro ejemplo es el camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) frente a la laguna de Términos y costas de Tabasco cuya pesquería se desarrolla por la fuerte disminución del camarón de altamar a partir de 1994 y como alternativa para el pescador artesanal después de una crisis importante de la pesquería de camarón de altamar. Para 2012, el 34% de la captura reportada para Campeche correspondió a esta pesquería (Wakida Kusunoki, 2012). La temporada de pesca para las especies de camarón rosado (*Farfantepenaeus durorarum*), blanco (*Litopenaeus setiferus*) y siete barbas, inicia en octubre o noviembre y termina en abril, regulada por una veda para prote-

**Tabla 2.** Aspectos que toman en cuenta el EEP, en la imagen objetivo de algunos recursos del Estado de Yucatán para los que ya se han elaborado los Planes de Manejo. Tomado de Hernández (2013).

Recurso	Aspectos de EEP en la Imagen Objetivo
Pepino de mar	"...El conocimiento científico de las poblaciones del recurso, la participación de los usuarios y el compromiso de las autoridades gubernamentales permiten un manejo adaptativo, ecosistémico y colaborativo del recurso."
Pulpo	"... Los pescadores explotan ambas poblaciones de pulpo y utilizan sistemas de pesca con mínimo impacto ambiental, respetan las vedas, cuotas y tallas mínimas de captura."
Langosta	"...Algunas zonas de pesca se encuentran en Áreas Naturales Protegidas y son de uso restringido. Los usuarios se sienten comprometidos con la sustentabilidad en bien del ambiente y de sus propias familias y desean potenciar su identidad de gran grupo langostero para un mejor desarrollo biológico, ecológico, social y económico de la misma."
Mero	"...La biomasa y de la población de mero se recuperan y la actividad pesquera se desarrolla de manera ordenada respetando la normatividad, sin poner en riesgo la salud de otras poblaciones de especies de escama."
Tiburón	"...Las comunidades costeras y el sector pesquero contribuyen al cuidado de los tiburones, cazones y rayas porque están conscientes de su importancia como recursos pesqueros y como parte importante del equilibrio de los ecosistemas acuáticos."



ger la reproducción, el reclutamiento y el crecimiento individual de los reclutas de mayo a septiembre. Sin embargo para el norte del Golfo de México y la zona de Contoy, la regulación se aplica de otra manera para los juveniles de camarón café (*F. aztecus*), rojo (*F. brasiliensis*), y *F. notialis* dependiendo de las características de cada pesquería (Defeo *et al.*, 2005; Wakida Kusunoki, 2012).

Por otra parte, es importante señalar que en la pesquería de camarón realizada por la flota artesanal o industrial existe una captura considerable de especies que son simplemente descartadas, con pocas especies aprovechadas para autoconsumo. El desconocimiento del impacto de esta pesquería sobre las otras especies impide diseñar acciones para evitar distorsiones de la cadena trófica y asegurar que los procesos naturales de los ecosistemas no sufran trastornos. Así mismo, la especificidad de otras pesquerías como las de pulpo y tiburón (predadores tope), implica que se debe tener un conocimiento de las interacciones en la cadena trófica y su impacto sobre las comunidades.

La complejidad de la actividad pesquera en la península de Yucatán, como en las otras regiones del país, conlleva una fuerte presión social para acceder a más permisos de pesca, lo que acentúa la necesidad de investigación actualizada, una coordinación con los tomadores de decisiones y una fuerte comprensión del sector social, en este sentido en este manual se propone un metodología para determinar indicadores para el seguimiento de las pesquerías de la región de la península de Yucatán con un enfoque ecosistémico y se aplican como ejemplo a tres pesquerías importantes de la región: en Campeche el camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) cuya evaluación y estudios se han realizado de manera continua por varios períodos, otra en Yucatán con la pesquería de Pulpo, recursos altamente importante

a nivel económico como social y que es compartida entre los Estados de Campeche y Yucatán y otra en Quintana Roo, con la pesquería de Mero, esto como base para avanzar en la implementación del manejo pesquero con enfoque ecosistémico en la región.

La FAO, define que el objetivo principal para el enfoque ecosistémico en las pesquerías debe ser “*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*” (García *et al.*, 2003).

Para llevar a cabo este enfoque como cualquier otro, es importante haber identificado los problemas del sistema en un ejercicio participativo con los usuarios de las pesquerías, la información disponible y las necesidades relacionados con el enfoque ecosistémico de las pesquerías (EEP) de acuerdo con las posibilidades de las estrategias de manejo existentes de las diferentes pesquerías y otras actividades que impactan en el sistema. Para ello se requiere plantear objetivos clave, de desarrollo factible. Una vez que los objetivos hayan sido acordados, deberán ser priorizados tomando en cuenta su importancia ecológica y socio-económica, así como sus potenciales beneficios y los costos de su eventual implementación. La revisión de objetivos prioritarios deberá incluir también cuáles objetivos podrían ser desarrollados en el corto plazo con el conocimiento y recursos disponibles; y cuáles objetivos requerirán de mayor conocimiento y recursos antes de ser implementados. En concordancia con el código de buena conducta para la pesca responsable (FAO, 1995): “...*la ausencia de conocimiento científico no debería ser usado como razón para no utilizar medidas de conservación y manejo*”.

## El modelo del Enfoque Ecosistémico



Los modelos que han sido utilizados para el manejo de los recursos pesqueros, han sido ampliamente descritos por Plagányi (2007) por lo que en este documento se hace un breve resumen de los modelos existentes (figura 6). Se han desarrollado modelos para un solo stock, modelos multiespecíficos, modelos ecológicos, modelos de interacción con el medio ambiente y modelos económicos.

Los modelos para un solo stock, incluyen el rendimiento por recluta, la relación stock reclutamiento, los análisis de poblaciones virtuales y análisis secuencial de poblaciones y los análisis de seudocohortes. En este tipo de modelos, lo más simple es trabajar con la biomasa estimada y lo más complejo con la estructura por edades, las interacciones con el medio ambiente o con otras especies no son incluidas (Silvert & Murta, en prensa).

Los modelos multiespecies, incluyen análisis de poblaciones virtuales multiespecies (MSVPA y MSFOR (Pope, 1991; Sparre, 1991) representa varios stocks a la vez, pero no representa las interacciones ecológicas. Estos modelos se inclinan a darle importancia a la interacción de otras especies con la especie objetivo como el Modelo Mínimamente Realista (MRM) (Butterworth & Harwood, 1991). Existen otros modelos como el MULTSPEC (Bogstand *et al.*, 1997), BORMICON (Stefansson & Palsson, 1998), GADGET (Globally applicable Area Disaggregated General Ecosystem Toolbox, <http://www.hafro.is/gadget>) los cuales incorporan algunas variables del ambiente. Por otra parte, los modelos predador-presa como el

CCAMLAR (Butterworth & Thomson, 1995) solo incluyen el efecto de la pesca como resultado de la disminución de la presa, otros dos Modelos son el Modelo Basado en Individuos (Individual-Based Model) y los Modelos estadísticos multiespecies (Jurado-Molina *et al.*, 2005). De acuerdo a Silvert y Murta (en prensa), un problema fundamental con la mayoría de los modelos de la pesca es que no son capaces de conciliar los datos disponibles los cuales están muchas veces incompletos con los componentes del ecosistema, por ejemplo con los otros niveles de la cadena trófica.

En cuanto a los modelos ecológicos, estos relacionan el stock de peces al resto del ecosistema, especialmente la presa y predadores de las especies comerciales, pero con poco éxito. Por ejemplo Silvert y Murta (en prensa), señalan que de los modelos a través del proyecto SYCON, realizados para el Mar del Norte que es una de las áreas más estudiadas del mundo, solo dos incluyen varias especies (Floeter & Temming, 2001) y no son modelos dinámicos, esto impide ver posibles predicciones de cambios en los niveles tróficos altos en respuesta a los factores externos (antrópicos y naturales) ya que no han sido incorporados. Las principales dificultades para construir los modelos es la movilidad de los mamíferos marinos, peces y aves ya que sin una descripción de estos movimientos no se puede construir un modelo que incluya las concentraciones de biomasa y las interacciones ecológicas de las especies migratorias, estos autores se refieren principalmente a los mode-

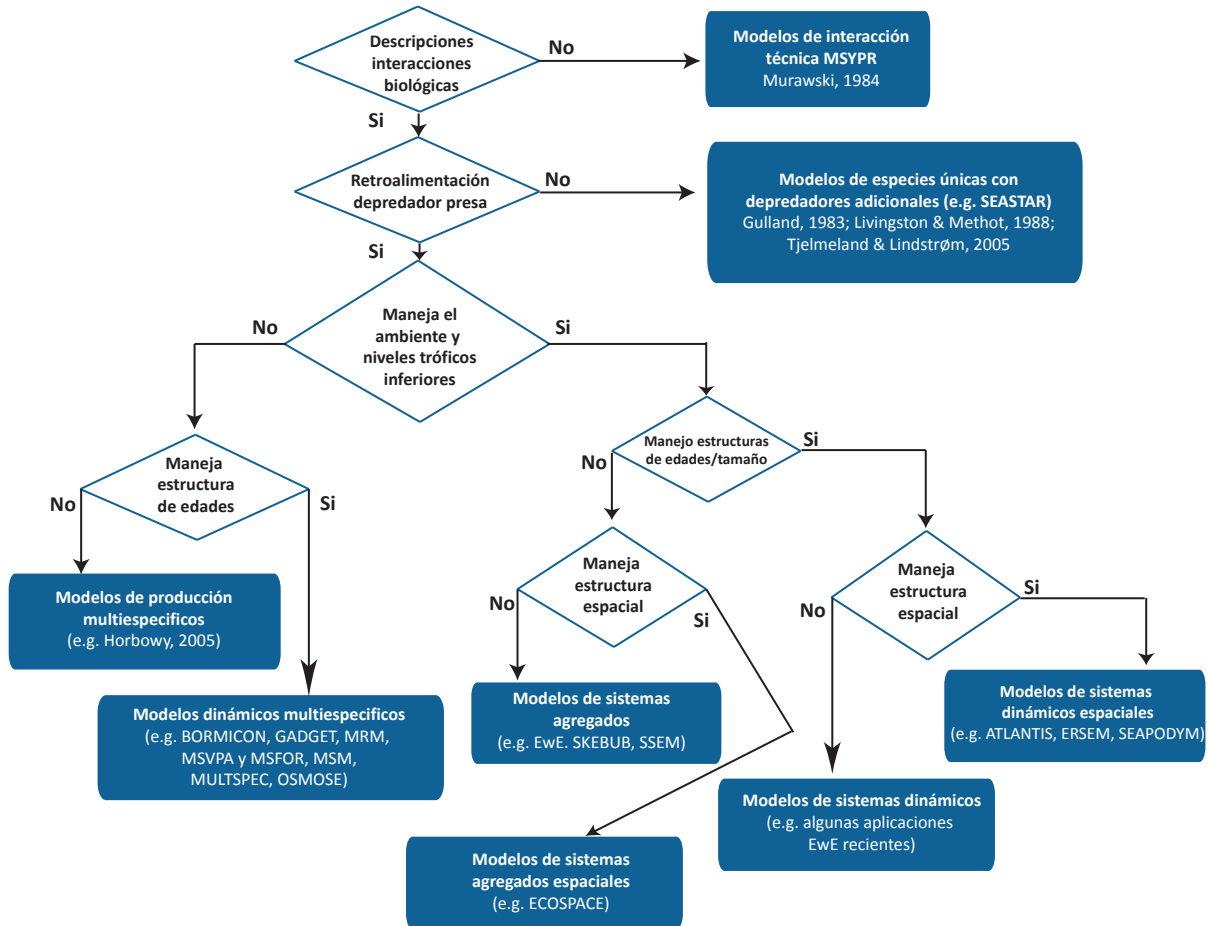


Figura 6. Diagrama de flujo que clasifica los diferentes modelos existentes propuesto por Plagányi (2007) actualizados a partir de los de Hollwed *et al.* (2000).

los desarrollados en el Mar del Norte (Silvert & Murta, en prensa).

Los modelos ATLANTIS y ECOPATH con ECOSYM (EwE) y ECOESPACE (Fulton *et al.*, 2004a-c, en prensa; Christensen y Pauly, 1992; Walters, 1998), incluyen explícitamente la mayoría de los componentes del ecosistema, así como la incorporación de los niveles tróficos más bajos y la producción primaria. Estos modelos están constituidos para modelar grandes áreas, un aspecto importante es que el flujo de biomasa dentro y fuera de los compartimientos del modelo es relativamente pequeño, comparado con lo que hay dentro de ellos, sin embargo como los ma-

nejadores y administradores pequeños se preocupan más por lo que sucede solo en las áreas de pesca este enfoque limita su utilidad práctica.

Por otra parte, una dificultad de estos modelos, es que conforme se incrementa el número de especies en el modelo, el número de parámetros se hace muy grande para tener una estimación razonable del modelo, por el número de conexiones entre los compartimientos del modelo, sin embargo si se determinan los grupos funcionales del ecosistema a estudiar, un número de 20 especies o grupos de especies, la estimación puede ser efectuada y en términos de la productividad pesquera esta información es muy valiosa

(Sheldon *et al.*, 1972; Platt & Denman, 1977; 1978; Silvert & Platt, 1978, 1980; Pope & Knights, 1982; Pope *et al.*, 1987). De hecho la FAO (2009), reconoce al modelo ECOPATH con ECOSYM (EwE) y ECOESPACE como la mejor vía de aproximación para la modelización de las pesquerías ya que aportan las bases para las pruebas de simulación orientadas al logro se la satisfacción de los objetivos perseguidos por la autoridad de ordenación de los recursos y las diferentes alternativas de normas de captura examinadas. Sin embargo para algunas de las pesquerías de la región de Yucatán, este enfoque es complejo dada la carencia de información en varios de sus compartimentos, por lo que un modelo básico y sencillo puede ser el inicio de un manejo ecosistémico siempre y cuando el sistema humano y el sistema de manejo estén fuertemente convencidos de los bienes y servicios del ecosistema para de esta manera avanzar en las buenas prácticas de Manejo.

En este caso, el primer paso deberá ser la recopilación (inventario) de los componentes del sistema, y comparado con otros modelos existentes obtener potenciales respuestas de ordenación e interesados, partiendo de la mejor información disponible, de esta manera una medida precautoria para el manejo de los recursos podría ser considerada (FAO, 2009).

En cuanto a los Modelos Bioeconómicos y la valoración de los ecosistemas, un modelo no puede ser comprendido si se ignoran los factores políticos, sociales y económicos que se manejan en la pesquería. Siempre se ha supuesto falsamente que las pesque-

rías soportarían grandes desembarques y que estos serían sostenibles, actualmente se conoce que estos supuestos no existen y que una actividad pesquera llevada de esta manera es económicamente insostenible. De acuerdo a Silvert & Murta (en prensa), la complejidad de un modelo bioeconómico radica en que cuando estos se construyen se incluye el nivel jerárquico superior o interacciones humanas, pero se ignoran algunos de los detalles finos como la alimentación de invertebrados y similares que hacen que la construcción de modelos ecológicos sea difícil.

Antes la gestión de la pesca solía basarse en el concepto de rendimiento máximo sostenible (MRS), ahora se sabe que no es realista porque el manejo de las pesquerías a un MRS no es estable. La razón principal que los seres humanos están más interesados en el beneficio económico actual que en los retornos futuros. Entonces los bioeconómicos han manejado la teoría económica de las pesquerías a través del modelo de producción en equilibrio de Gordon-Schaefer (Gordon, 1954; Schaefer, 1957; Clark, 1983) para el cual se desarrolló el Máximo Rendimiento Económico (MRE). En estos modelos se estima que hay un punto de referencia óptimo económico (PRO económico), el cual ocurre a un nivel de esfuerzo sobre el recurso que proporciona el mayor margen de ingresos sobre los costos (Caddy & Mahon 1996); de acuerdo a este modelo, este margen se encuentra antes del Rendimiento Máximo Sostenible (MRS), porque el esfuerzo de pesca al MRE ocurre a niveles de esfuerzo menores que al del MRS.

## II.1 Nueva aproximación: manejo basado en el concepto “nivel de referencia del ecosistema”

Arreguín-Sánchez *et al.* (2013) proponen un nuevo concepto en la modelización de los ecosistemas, este se basa en la definición del “*Manejo del ecosistema en el contexto de la pesca*”, estos autores proponen definir un nivel de referencia del ecosistema que im-

plica límites de pesca, para mantener el ecosistema sustentable y sobre esa base, definir los límites de pesca para los recursos individuales a partir del captura/biomasa (C/B), a diferencia del actual manejo de la pesca en el contexto del ecosistema en el que los



recursos individuales se administran independientemente uno de otro y a partir de ahí se pretende mantener un ecosistema sostenible.

Este modelo fue construyéndose a partir de la problemática pesquera en torno al colapso de la pesquería de camarón rosado en la Sonda de Campeche ya que ha sido, históricamente, la pesquería más importante de la costa mexicana del Golfo de México. La bonanza de este pesquería tuvo su auge desde 1950 hasta principios de 1970, época en que las capturas anuales se acercaron a 30 000 toneladas métricas (t), el 80% de las cuales correspondían al camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*), posterior a este periodo un continuo decremento en la captura ha sido observado y a partir de los 80's, se produjeron cambios significativos en la pesca atribuidos a distintos factores tanto antrópicos como naturales: esfuerzo de pesca, cambios en la propiedad de la flota mexicana transferida del sector privado al cooperativo, desarrollo de la industria petrolera mexicana (PEMEX) con un consecuente cierre de áreas de pesca importantes para la pesca de camarón y pérdida de hábitats de crianza, contaminación de hábitats y cambios ambientales naturales. Estos hechos causaron alrededor de 50% de reducción en la mortalidad por pesca de las poblaciones de camarón rosado (Arreguín-Sánchez, 2010).

Bajo la coordinación del Instituto Nacional de Pesca, los científicos pesqueros han diseñado diferentes estrategias para recuperar las poblaciones de camarón agotadas. El escenario "óptimo", basado en modelos de una sola especie, fue un cierre total de la pesquería por un período de diez años, al final de los cuales, la recuperación esperada debería ser del 18% del tamaño de la población que existía en la década de 1960. Otros resultados a través modelo trófico del ecosistema construido con "Ecopath con Ecosim" (EwE), indicaron una perspectiva de recuperación de aproximadamente el 25%. Esta recuperación, sin embargo, implica la regulación no sólo de la flota camaronera, sino también de la flota artesanal de las especies de peces afectados y otros invertebrados.

Con el tiempo, la sobrepesca se convirtió en la principal hipótesis para explicar el colapso de la pesquería de camarón, y los administradores pesqueros aplican una prohibición a la pesca que pretende proteger el crecimiento y los procesos de reproducción y sobre esta base, se determinó el inicio y el final de la temporada de pesca de cada año (Arreguín-Sánchez, 2001).

A partir del año 2000 surgen hipótesis alternativas para explicar el colapso de la pesquería de camarón, en particular se analiza la tendencia creciente en la temperatura superficial del mar regional que se relacionó con una reducción en la tasa de reclutamiento y a un empobrecimiento persistente de la producción primaria total de la Sonda de Campeche (Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2003; Arreguín-Sánchez, 2010). Aunque los niveles de reclutamiento tienden a aumentar una vez que las perturbaciones desaparecen, la producción tiende a la baja a largo plazo (Arreguín-Sánchez, 2008).

Surgió entonces la teoría de que una tendencia ambiental a largo plazo actúa como el principal motor de la reducción progresiva de la productividad de la pesca desde principios de 1970, y que se observa una disminución constante a largo plazo en la capacidad de carga del ecosistema de la Sonda de Campeche. La última hipótesis fue apoyada por la disminución en la producción primaria global (Arreguín-Sánchez, 2010), además se observa una tendencia a la baja en los rendimientos de los recursos pesqueros más importantes de la región como los meros, las sierras, los pargos y los tiburones. También se ha presentado una ausencia o debilitamiento de las fuentes de nutrientes externas que mejoran la producción primaria costera (descargas de los ríos y los procesos de mezcla y turbulencia (Arreguín-Sánchez, 2008).

Entonces inician los esfuerzos de investigación hacia el cambio climático y su influencia sobre los ecosistemas y las poblaciones explotadas. Arreguín Sánchez *et al.*, 2013) sugieren que la tasa de captura debería ser ajustada sobre el cambio de línea de base ambiental y a partir de esto desarrollar estrategias de

gestión basados en los ecosistemas. Estos autores partieron de la base de un modelo EwE representativo de la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche y realizaron simulaciones de los efectos del cambio climático 1956-2011 (longitud de la serie de captura) mediante la incorporación de una serie de tiempo de las variables de la pesca (CPUE y la mortalidad por pesca) y los índices climáticos en toda la cuenca del Atlántico (multidecadal índice de Oscilación, AMO). De acuerdo a sus observaciones existe un patrón inverso entre la producción primaria y la temperatura (Ramírez-Rodríguez, 2003; Arreguín-Sánchez, 2010). Las biomásas simuladas de todos los grupos funcionales en el modelo se estandarizaron para observar la evolución de la estructura de los ecosistemas, que fue observada a través de los cambios en la biomasa total y la biomasa de cada nivel trófico en el tiempo. Esto les permitió observar la evolución del ecosistema mostrando los efectos del cambio climático. Los cambios progresivos observados fueron probablemente el resultado del efecto del medio ambiente y las condiciones de los ecosistemas anteriores; por ejemplo, la evolución de un ecosistema al final de un período de calentamiento, conduce a un estado del ecosistema diferente en comparación con la evolución de un ecosistema después de un período enfriamiento.

La noción de la evolución del ecosistema es relevante para los propósitos de gestión, ya que pone en relieve la imposibilidad de volver al estado anterior de un ecosistema, en cualquier momento dado.

Basados en estos modelos, Arreguín-Sánchez y Ruiz-Barreiro, (datos no publicados) y García *et al.* (2012) han sugerido que, para lograr una cosecha equilibrada a través de todo el ecosistema preservando al mismo tiempo su estructura y función, la extracción del recurso camarón rosado, no debe superar el 40% de la biomasa promedio existente, ya que la pesca más allá de estos límites puede llevar a un estado de deterioro de los ecosistemas. Una estrategia de explotación equilibrada por lo tanto implica una “estrategia de gestión coordinada” en tiempo y

espacio que involucra simultáneamente todas las distintas pesquerías que actúan dentro del ecosistema.

Arreguín Sánchez *et al.* (2013) sugiere que la gestión de la pesca moderna en la sonda de Campeche (figura 7) debe centrarse en el reconocimiento de que el ecosistema está cambiando constantemente en respuesta al cambio climático, lo que implica que la capacidad de carga del ecosistema también está cambiando, la capacidad de carga de este ecosistema ha disminuido desde la década de 1970, y los modelos de una sola especie no ha estado proporcionando un consejo acertado para la ordenación pesquera, hay que reconocer que el ecosistema tiene diferentes configuraciones estructurales a lo largo de su evolución. Por lo tanto, los puntos de referencia para la gestión de la pesca deben ser estimados *ad hoc* para cada estado del ecosistema, para que las medidas de gestión específicas puedan acoplarse tanto con la dinámica de las poblaciones como con la evolución de los ecosistemas, por lo que para alcanzar una captura equilibrada, sin los posibles efectos negativos en el ecosistema causados por la pesca, se requiere una estrategia global que deberá suponer el establecimiento de límites de captura para un “nivel de referencia de los ecosistemas”. Estos límites deben ajustarse periódicamente, de acuerdo con la evolución del ecosistema y el nivel de la capacidad de carga, siendo la captura media máxima 40% de la biomasa existente.

Esta estrategia implica un desafío a la gestión convencional ya que las decisiones se hacen generalmente de forma independiente de otras pesquerías y sobre una base de una sola especie. Esta propuesta de ordenación basado en el concepto de la cosecha equilibrada requiere de un proceso sincronizado, con la participación de todas las pesquerías de forma simultánea, para la construcción de un marco adecuado para los ecosistemas sostenibles. Frente a un entorno en constante cambio, debería existir un compromiso conjunto de estrategias de gestión para una pesca sostenible y los ecosistemas saludables.

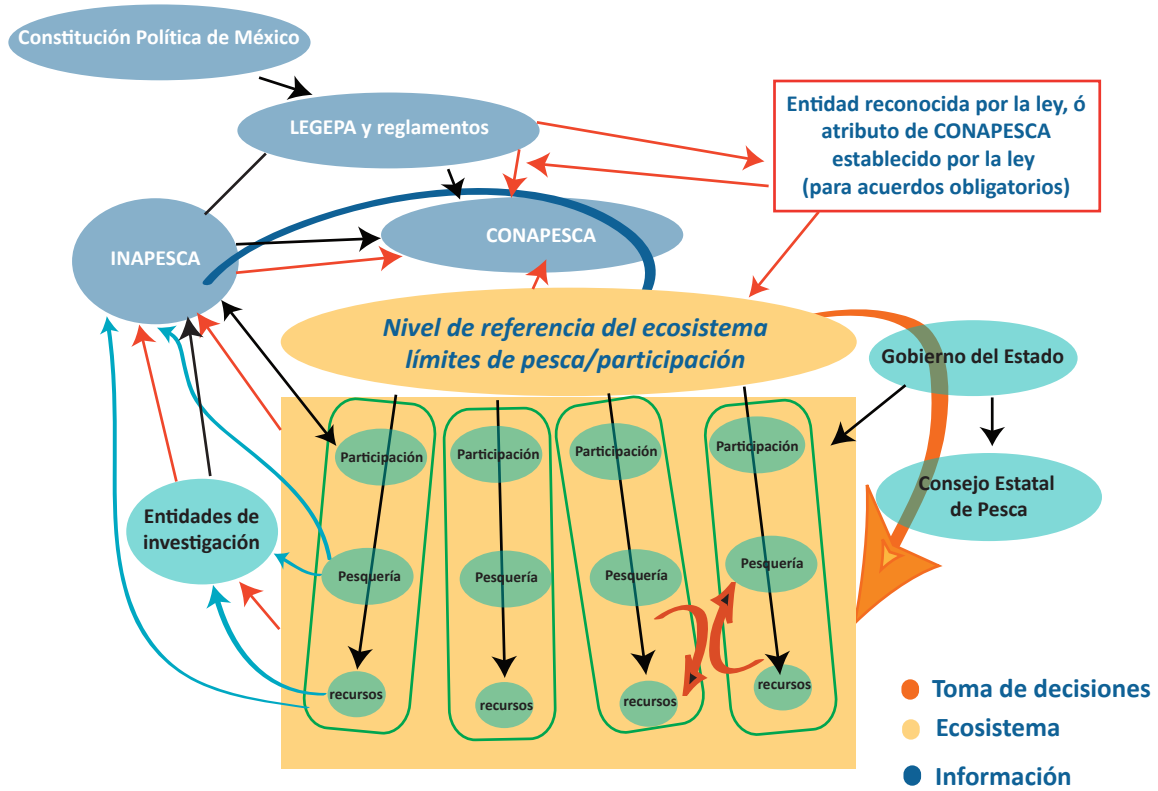


Figura 7. Diagrama propuesto del *Modelo basado en el concepto nivel de referencia del ecosistema* (Arreguín Sánchez, 2013), para el manejo de las pesquerías de la península de Yucatán.



## Costo, beneficio y riesgo



La FAO (2010) señala que la modelización económica de los patrones del ecosistema, se realiza a menudo partiendo de suposiciones muy simplificadas o careciendo de los datos requeridos y para ello se requiere de una estrecha colaboración interdisciplinaria para producir modelos matemáticos cualitativos basados en una nomenclatura biológica, económica o referida a otras teorías de las ciencias sociales, utilizables con provecho en los análisis de opciones en la política.

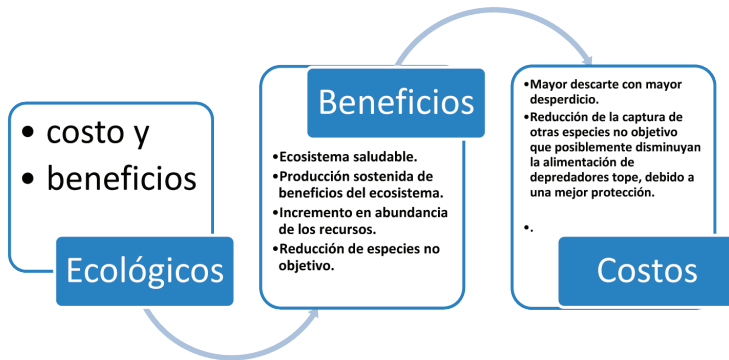
Entonces es indispensable llevar a cabo estudios de evaluaciones de costos y beneficios y sus efectos en el manejo (FAO, 2010). En el enfoque ecosistémico, se deberá contribuir al desarrollo de modelos de beneficio económico, ecológico y humano, así como la inclusión del incremento del número de empleos sostenibles y determinar el posible ingreso de rehabilitar los ecosistemas y la reducción de riesgo de deterioro de las pesquerías además de los beneficios de índole estético. Asimismo se deberán evaluar los costos de ejecución (directos e indirectos) según la forma en que se aplique el enfoque ecosistémico. Los gestores, deberán comprender y asumir las consecuencias de este manejo y definir quiénes serán las personas que deberán soportar los costos o gozar los beneficios.

La FAO señala que la valoración económica en el ámbito del manejo ecosistémico en las pesquerías es útil ya que trasciende en los recursos, sectores y las partes interesadas; al medir los valores de los servicios del ecosistema se dispone de una apreciación común. El realizar un listado de costos y beneficios probables sería un avance ante la carencia información, ayudando a los tomadores de decisiones.

En la figura 8a-d, se señalan algunos de los costos y beneficios posibles del manejo ecosistémico de las pesquerías propuestos para la región de la península de Yucatán, modificados de los propuestos por Charles y De Young (2008) y la FAO (2010).

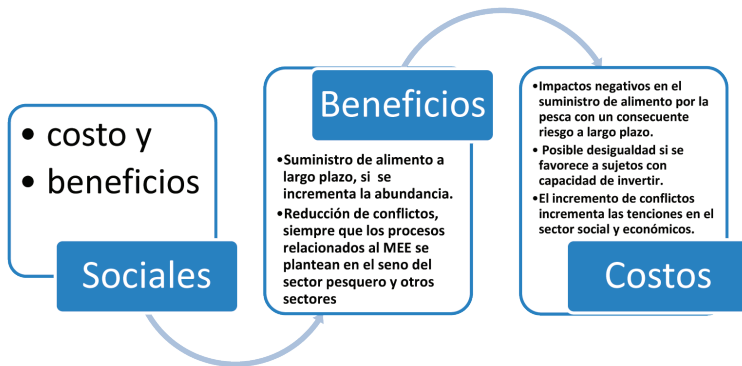
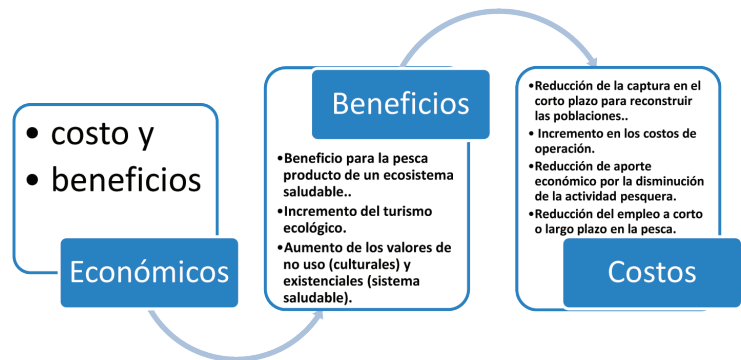
Por otra parte al evaluar los costos y beneficios, se deberá realizar la evaluación del riesgo el cual deberá formar parte de la planificación y la ejecución del EEP. Fletcher *et al.* (2002) señalan que para evaluar el riesgo, se deberán identificar los problemas y verificar que verdaderamente existen, así como los peligros potenciales clasificados según los aspectos del ecosistema por ejemplo especies objetivo, hábitat, efectos sociales y políticos así como la escala en que estos suceden (local o regional) utilizando una matriz de riesgos y dar una probabilidad cualitativa con un orden de importancia (por ejemplo remota, rara, improbable, posible, ocasional o probable) y cual deberá cruzarse o confrontarse con las consecuencias, las cuales pueden ser por ejemplo insignificantes, leves, moderadas, graves, muy graves o catastróficas, finalmente la puntuación dará la pauta para las acciones que es importante realizar (tabla 3a y b). De acuerdo a Fletcher *et al.* (2002), un índice  $> 19$  "riesgo extremo" necesitará de actividades de manejo suplementarias, mientras que valores de 1 a 6, indican que no es necesario tomar medidas en el corto plazo.

De acuerdo a la FAO (2010) muchas veces el costo del riesgo no es cuantificable, en estos casos pueden clasificarse/jerarquizarse y se puede crear una base comparativa establecida de costos y beneficios que pueden ser usados para la toma de decisiones.



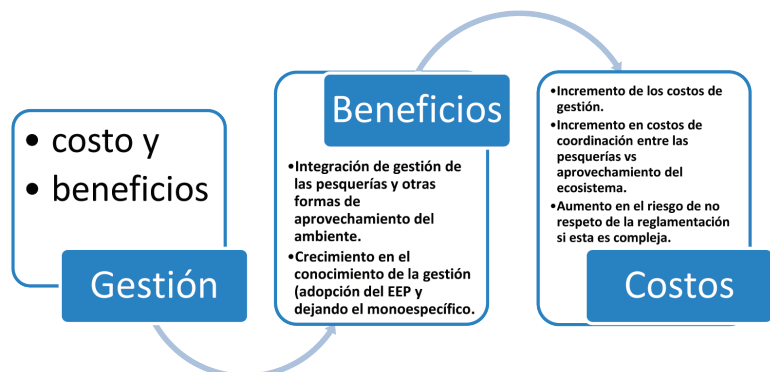
**Figura 8a.** Costos y beneficios del EEP para la península de Yucatán del componente ecológico. Adaptado y modificado de Charles & De Young (2008) ; FAO ( 2010).

**Figura 8b.** Costos y beneficios del EEP para la península de Yucatán del componente económico. Adaptado y modificado de Charles & De Young ( 2008); FAO (2010).



**Figura 8c.** Costos y beneficios del EEP para la península de Yucatán del componente social. Adaptado y modificado de Charles & De Young (2008); FAO ( 2010).

**Figura 8d.** Costos y beneficios del EEP para la península de Yucatán del componente de gestión. Adaptado y modificado de Charles & De Young. (2008); FAO (2010).



**Tabla 3a.** Matriz de riesgos propuesta para el manejo ecosistémico.  
Modificado de FAO (2010) y basado en Fletcher *et al.* (2002).

Matriz de riesgos					Consecuencias corto plazo					
					Insignificantes	Leves	Moderadas	Graves	Muy graves	Catastróficas
Problemas	Peligros	Probabilidad	Escala Local, regional	Valor						
1.-		Remota		1						
2.-		Rara		2						
3.-		Improbable		3						
4.-		Posible		4						
5.-		Ocasional		5						
6.-		Probable		6						

**Tabla 3b.** Matriz de riesgos propuesta para el manejo ecosistémico.  
Modificado de FAO (2010) y basado en Fletcher *et al.* (2002).

Matriz de riesgos					Consecuencias largo plazo					
					Insignificantes	Leves	Moderadas	Graves	Muy graves	Catastróficas
Problemas	Peligros	Probabilidad	Escala Local, regional	Valor						
1.-		Remota		1						
2.-		Rara		2						
3.-		Improbable		3						
4.-		Posible		4						
5.-		Ocasional		5						
6.-		Probable		6						



## La gobernanza

# IV

La FAO (2010), señala que los objetivos y valores sociales, influyen en la política y por tanto están reflejados en los marcos jurídico, político e institucional. Los conceptos del manejo ecosistémico de las pesquerías están contenidos en diversos instrumentos y acuerdos internacionales (ver sección I de este manual). Por otra parte existen los marcos nacionales, regionales y locales. El gestor necesariamente deberá comprender la naturaleza de estos instrumentos y en qué forma se relacionan de tal manera que comprenda como una diferencia en la interpretación de los mismos afectan el proceso ecosistémico imposibilitando su seguimiento o ejecución. Entre los acuerdos normativos esenciales que inciden en los acuerdos institucionales está el enfoque precautorio, la participación efectiva de las partes interesadas, los enfoques en la ordenación pesquera y del ecosistema, incluida la asignación de derechos de uso y la coordinación e interacción entre sectores.

En México si bien los instrumentos existen y están bien definidos, existe una desarticulación de competencias en el entorno Regional y Estatal, lo cual impide la participación efectiva de las partes interesadas, el enfoque ecosistémico de las pesquerías en la Península de Yucatán deberá buscar la comprensión y articulación de las partes. La FAO señala que los principales aspectos del contexto social, económico e institucional se deben considerar en el enfoque ecosistémico, así como la definición de los objetivos y aspiraciones de las partes interesadas y las relaciones de poder establecidas entre los grupos es decir, los servicios proporcionados por el sistema acuático

y su valoración por los grupos de partes interesadas y la sociedad, así como los marcos jurídico, normativo e institucional y el contexto socioeconómico del sistema pesquero el cual deberá incluir el empleo y los medios de vida, la situación económica de las pesquerías, el comercio, los mercados, los efectos distributivos, la equidad, la pobreza y las cuestiones de género.

Entonces la buena gobernanza en el EEP, es un compromiso político continuo y no debería estar sujeto a cambios electorales, asegurando así también un apoyo económico a estas actividades. Además deberá incorporar la participación de toda la sociedad, sin distinguir raza y sector social, marcos jurídicos justos, imparcialmente aplicados y respetuosos de los derechos humanos, transparencia en la toma de decisiones y en la ejecución de medidas de manejo, reciprocidad en la prestación de los servicios brindados en un plazo razonable, equidad entre los miembros de la sociedad asegurando mejorar y mantener su bienestar, efectividad y eficiencia en los procesos y una responsabilidad de la gestión (CESPAP, 2009).

El Manejo ecosistémico en la península de Yucatán deberá desarrollarse en escalas, es decir es un proceso evolutivo. La escala se refiere al grado de resolución con que es observado o medido el ecosistema, a nivel geográfico (local y regional) y los planos intersectoriales junto a otros usos y actividades que tienen lugar en el ecosistema y los niveles administrativos (administración local, regional y nacional) (FAO 2000).



# Metodología para la selección de indicadores de manejo basadas en la aproximación por ecosistemas



De acuerdo con la PNUMA/FAO (2000), la aproximación por ecosistemas para el manejo pesquero no pretende reemplazar a los modelos de ordenamiento existentes, sino complementarlos, introduciendo elementos ecológicos para garantizar la sustentabilidad en el aprovechamiento de los recursos pesqueros. De igual forma las consideraciones ecosistémicas no sustituyen los actuales paradigmas de la ciencia pesquera, sino más bien las consideraciones ecosistémicas que deben ser utilizados para evaluar y modificar prácticas de manejo de pesca actuales.

Algunos países como Estados Unidos y Canadá han recomendado procedimientos para incorporar la aproximación ecosistémica en el ordenamiento de su pesca. El procedimiento propuesto por el **Grupo Asesor en Pesca Marítima de los Estados Unidos para uso en los Planes de Pesca Marítima (FMPs)**, es un mecanismo denominado: **Plan de Pesca Ecosistémica (FEP)**, que sirve de nexo para los planes pesqueros existentes y proporciona un contexto para considerar acciones de manejo con respecto a todos los organismos marinos vivos, sean estos o no manejados. El principal propósito del FEP, es prescribir como las pesquerías deben ser manejadas dentro de una perspectiva ecológica y se ha recomendado acciones a ser consideradas por los Consejos de pesca en la preparación de FEPs. Basado en estos ejemplos, el siguien-

te diagrama propone la ruta de acciones para un plan de Pesca con enfoque ecosistémico para la península de Yucatán.

Para la península de Yucatán, el Grupo Asesor, bien podría ser la Comité Regional en Pesca y Acuicultura RNIIPA (Región Península de Yucatán). En este Comité, el INAPESCA a través del CRIP-Yucalpetén, tiene la figura jurídica de tener la Secretaría del Comité, de tal manera que la presencia Federal en materia de Pesca y Acuicultura siempre están presentes, asegurando con ello comunicación directa entre la federación y la región. Este Comité se compone además por un grupo de instituciones académicas que laboran en el ámbito pesquero y acuícola de la Región. Desde su creación, el Comité ha demostrado un trabajo colegiado en torno a la problemática pesquera de la región y a través de él se podría proponer la ruta de acciones para desarrollar el Plan con Enfoque ecosistémico para la región. Además deberá estar apoyado en los comités de pesca y acuicultura estatales y por las instituciones de gobierno en materia de recursos pesqueros para que sea permanentemente apoyada y exista continuidad en el proceso. A continuación se desarrolla cada paso de la ruta de acciones:

- a) **Delinear la extensión geográfica del ecosistema sobre el cual el Consejo o los gestores ejercen jurisdicción incluyendo la caracterización de la**



**Figura 9.** Acciones propuestas para el plan de pesca con enfoque ecosistémico para las pesquerías de la península de Yucatán.

**dinámica física, química y biológica de esos ecosistemas y “zona” del área para usos alternativos.**

La delineación debe incluir tanto los componentes ecológicos como los institucionales y sus interacciones. La aproximación zonal debe ser utilizada para delimitar las áreas donde debe ser evitada la pesca y en áreas donde se presentan impactos tróficos negativos. Esta aproximación zonal es utilizada para establecer áreas especiales, especialmente en la designación de áreas para protección de hábitat, etc.

**b) Desarrollar un modelo conceptual trófico.** Los administradores pesqueros deben tener un co-

nocimiento conceptual de la cadena trófica y deben usar esa información en las decisiones sobre aprovechamiento pesquero. Para cada especie para la cual existe un Plan Pesquero debe existir una descripción tanto de las especies presa como de los predadores en cada estadio de su ciclo de vida. Cuando la información para ciertas especies no está disponible, los administradores pueden utilizar la información de especies que habitan en nichos ecológicos similares o utilizar sus equivalentes funcionales como base para determinar sus relaciones tróficas. Después de lo cual los FEP, deben contener análisis anticipados de los impac-



tos de los rendimientos sostenibles de la dinámica presa-predador, aún si los sesgos en los datos lleven a una estimación altamente cualitativa.

c) **Describir los hábitats requeridos para cada estadio del ciclo de vida de las plantas y animales** que representan un “*significativo eslabón de la cadena alimenticia*” y cómo ellos son considerados en las medidas de conservación y manejo. Cada Consejo debe incluir una descripción completa para los hábitats esenciales de los peces a través de la aproximación ecosistémica basándose en los planes pesqueros actuales.

d) **Calcular la remoción total (incluyendo la mortalidad incidental)** y demostrar cómo está relacionada con la producción de biomasa, rendimientos óptimos, mortalidad natural y estructura trófica. Los impactos directos en las especies objetivo incluyen cambios en el status general de la población, estructura, edad, proporción de sexos dentro de la población y los impactos indirectos pueden ocurrir sobre especies componentes o sobre la “*salud*” del ecosistema. Una medida de la remoción total de especies objetivo debe incluir la captura desembarcada y la captura liberada (con alguna determinación de la mortalidad incidental de la captura liberada), depredación en cada estadio del ciclo de vida, y pérdidas a través de la captura incidental. Para la captura *incidental* se deberá incluir: La identificación de los principales cambios en la estructura de la comunidad y sus consecuencias e identificar cómo esos cambios pueden ser mitigados, identificar la captura incidental asociada a tipos particulares de artes de pesca, identificando cómo la captura incidental produce cambios espaciales y temporales a algunas especies dadas e identificar artes existentes o alternativas con potencial para reducir la captura incidental.

e) Evaluar cómo está caracterizada la **incertidumbre** y qué clase de amortiguadores contra la incertidumbre están incluidos en las acciones de manejo

y conservación. Se deben identificar aquellos factores y aspectos que pueden tener un alto grado de incertidumbre dentro de los ecosistemas. **Los informes de evaluación de poblaciones efectuados deben caracterizar la incertidumbre e identificar cómo esta incertidumbre está incorporada dentro de las evaluaciones.** La caracterización de las incertidumbres dentro de las evaluaciones de stock es un ejemplo de cómo la política de aproximación precautoria puede ser incorporada dentro de los FEP, y es uno de los mejores ejemplos seguros contra la dinámica desconocida de los ecosistemas. Sin embargo, la incertidumbre puede dar lugar estrategias de manejo que resulten efectivas en un sistema pero no en otros. La política de aplicación precautoria debe ser aplicada en cualquier ecosistema por tanto, debido a que cada ecosistema tiene diferentes niveles de incertidumbre y riesgo asociados, los administradores deberán desarrollar criterios específicos de riesgo para aplicar el enfoque precautorio en cada ecosistema.

f) **Desarrollar índices de salud del ecosistema como blancos para el manejo.** El uso de un objetivo como salud de los ecosistemas para guiar la administración pesquera obliga a la definición “*estados deseados de calidad de los ecosistemas*” basados típicamente en la información histórica que refleja la *estructura y la producción ecosistémica*. La *definición de la salud de los ecosistemas* es problemática en la práctica. Por lo que PNUMA/FAO (2000), recomienda definir ecosistemas “*no saludables*”, los que deberan ser evitados. Por ejemplo los objetivos de los FEP, pueden: prevenir la extinción de cualquier componente del ecosistema, mantener, por ejemplo, niveles tróficos altos en el ecosistema o para mantener biomasa béntica dentro de un rango de variabilidad natural. Cada FEP, debe desarrollar sus propios objetivos y mediciones basado en las características únicas de sus ecosistemas.

g) **Describir la información disponible de monitoreo a largo plazo y cómo ella será usada.** La ma-



yoría de la información biológica y pesquera disponible representa relativamente cortos períodos de tiempo y por lo tanto su uso para caracterizar cambios a largo plazo es muy limitado. La cantidad de información física disponible pertinente con la pesca se ha incrementado grandemente en los últimos tiempos, y es necesaria para desarrollar modelos para predecir cambios en las características oceanográficas. Cada FEP, debe incluir un plan de monitoreo a largo plazo diseñado para permitir la evaluación de los cambios de estadio en la salud del ecosistema con relación a una línea básica pre-establecida. Esto se facilita a través de la implementación de recomendaciones de las investigaciones. Los programas de monitoreo deben incluir las formas para determinar cuándo las acciones de manejo efectivamente protegen las funciones del ecosistema. Estos programas pueden tener una base empírica y ser apoyadas por muestreos estadísticos rigurosos para reducir los sesgos.

h) **Evaluar los elementos humanos, ecológicos e institucionales del ecosistema que afectan más significativamente las pesquerías, que están fuera de la jurisdicción de la autoridad y/o agencia pesquera.** Incluyendo una estrategia dirigida a esas influencias con objeto de lograr los objetivos tanto de los Planes de Manejo Pesquero como de los FEPs. Las autoridades pesqueras deben identificar los elementos más significativos que se ubican por fuera de su jurisdicción y los efectos externos más importantes en la salud de los ecosistemas y desarrollar una estrategia de aproximación para mitigar cada uno de los impactos mayores. Esta aproximación puede incluir el establecimiento de acuerdos con otras agencias y el incremento de investigaciones sobre la función de los ecosistemas o procesos que son afectados por las influencias externas y los cuales requieren mitigación.

Dentro de las recomendaciones generales para asegurar un efectivo desarrollo e implementación del FEPs, están:

1. Estimular a los Consejos para aplicar los principios, objetivos y políticas ecosistémicas en las actividades en curso.
  2. Considerar las alteraciones producidas por la pesca permitida en las interacciones presa-predador.
  3. Considerar la captura incidental producida durante las operaciones pesqueras disponibles y los impactos ocasionados por la remoción sobre las especies afectadas y sobre los ecosistemas como un todo en términos de interacciones tróficas y de la estructura de la comunidad.
  4. Minimizar los impactos de las operaciones pesqueras en los hábitats esenciales para los peces identificados en los Planes Pesqueros Marinos, por ejemplo Áreas Marina Protegidas.
  5. Proporcionar entrenamiento a los miembros y personal de los Consejos.
  6. Preparar guías para los FEPs.
  7. Desarrollar Planes Ecosistémicos de Pesca demostrativos.
  8. Proporcionar un sistema de revisión para asegurar el desarrollo y el cumplimiento de los FEPs.
  9. Establecer la legislación requerida para el manejo de la pesca por aproximación ecosistémica.
- Algunas agencias pesqueras (FAO 2001), han sugerido algunos procedimientos y medidas para avanzar hacia el ordenamiento pesquero basado en el ecosistema, así como también guías para la aplicación del principio de precaución a la pesca (FAO, 1996). Dentro de las medidas sugeridas por FAO (2001), se citan las siguientes:
- a) **Identificación de los diferentes ecosistemas**, de sus límites y características por parte de las agencias y autoridades pesqueras, en sus áreas de jurisdicción.
  - b) Establecimiento concertado entre los grupos legítimos de interés y otros grupos de: **objetivos biológicos, ecológicos (colectivos), económicos y sociales a corto y largo plazo**, para cada ecosistema, reconociendo y enfrentando los posibles conflictos e incoherencias de esos objetivos. Ello requiere del establecimiento de objetivos para cada una

de las pesquerías, considerando las características individuales de cada ecosistema, sus limitaciones y objetivos de otras partes interesadas.

- c) De acuerdo con el Código de Conducta para la Pesca Responsable, los objetivos biológicos y ecológicos (colectivos) deben incluir, la conservación de la **biodiversidad**, y la protección de las **especies en peligro**, el examen del “impacto ambiental negativo sobre los recursos”, la minimización “de la contaminación, la descarga de contaminantes, la captura por la pesca fantasma, la captura de especies no objeto... y los efectos sobre las especies asociadas y dependientes”.
- d) Como parte del establecimiento de objetivos, es necesario el establecimiento de **indicadores de sostenibilidad**, para cada ecosistema. Ellos sirven tanto para facilitar la comunicación y transparencia en la administración como para ayudar a evaluar el estatus de los elementos del ecosistema y orientar las acciones de manejo. Existe una clara relación entre los **indicadores de sostenibilidad** y los **puntos de referencia** que describen más tarde tanto los **blancos** que deben ser pretendidos como los límites que deben ser evitados. A este respecto FAO, ha desarrollado guías de Indicadores para el Desarrollo Sostenible de Captura de Especies Marinas, los cuales se describen en la siguiente sección, cuyo propósito es indicar cómo pueden ser desarrollados y utilizados indicadores de pesca sostenible y describir cómo desarrollar y utilizar un **sistema de referencia de desarrollo sostenible (SDRS)**, como una aproximación coherente para seleccionar indicadores, puntos de referencia y un marco de trabajo para su operación (FAO, 1999).
- e) **Estrategias adecuadas de manejo**. Típicamente consisten en un juego de medidas de manejo, que deben ser diseñadas para alcanzar un conjunto de objetivos. Las medidas de manejo abarcarán un combinación de medidas técnicas, áreas y temporadas cerradas, controles de entrada y salida, y un sistema adecuado de derechos de acceso a todos los usuarios. Se reconoce que las “**zonas vedadas**” desempeñan una función importante en la ordenación basada en el ecosistema.
- f) Dado los altos niveles de incertidumbre relativa al status y dinámica de los ecosistemas y de sus respuestas a la perturbación, la aplicación del **criterio de precaución** es especialmente importante en la implementación de la administración basada en el ecosistema.
- g) En necesario diseñar e implementar un **sistema de vigilancia del ecosistema para** asegurar que la información necesaria para localizar los indicadores de sostenibilidad sea colectada de una manera oportuna y factible.
- h) Debe establecerse un **proceso de consulta y adopción de decisiones efectivo** para asegurar que todos los grupos interesados sean consultados sobre cualquier cambio en las estrategias de administración que sean requeridas en función del cualquier cambio en los ecosistemas, incluyendo cambios en la naturaleza y patrones del uso humano. Esto forma parte **esencial del sistema de control adaptativo** para responder a los **inevitables y variables cambios en los ecosistemas**.



## V.1. El uso de indicadores para el desarrollo sustentable de la pesca bajo el enfoque por ecosistemas (EEP)

La consideración del desarrollo sostenible desde el punto de vista de los ecosistemas se centra en el mantenimiento de la estabilidad y respuesta del ecosistema. El desarrollo sostenible reconoce las interdependencias de las economías humanas con sus entornos, y subraya la necesidad de un conocimiento científico del funcionamiento y los cambios del ecosistema.

La ordenación pesquera para el desarrollo sostenible es una actividad que tiene muchas dimensiones y muchos niveles y debe tener en cuenta consideraciones más amplias que la mera supervivencia de las poblaciones ícticas y la pesca. Exige información y, por tanto, indicadores sobre dimensiones que superan con mucho los límites de las poblaciones ícticas y la actividad pesquera. Los cambios en la actividad pesquera deberán evaluarse con referencia a las fuerzas impulsoras del cambio económico y ecológico que influyen tanto en la demanda como en la oferta de pescado. Estas fuerzas externas incluirán reclamaciones opuestas que compiten por el uso y la ordenación de los ecosistemas marinos.

Para aplicar eficazmente un procedimiento de ordenación se requiere un sistema de seguimiento robusto y capaz de suministrar información sobre el rendimiento de los distintos componentes del dispositivo normativo y de gestión que forma parte del EEP. **Es por lo tanto necesario definir consensualmente**

**cuáles serán los indicadores, puntos de referencia e índices de rendimiento.** Resulta conveniente formular estos elementos dentro de un marco integrado y conforme a una concatenación lógica. La FAO (2000) ha elaborado orientaciones para el diseño de indicadores de desarrollo sostenible en la pesca de captura marina, basadas en el Sistema de Referencia del Desarrollo Sostenible (SRDS).

Se necesita disponer de indicadores para los diferentes niveles y etapas en el proceso del EEP que es preciso definir de acuerdo con las metas, objetivos y procesos de política, el plan de gestión y la ejecución del EEP.

Existen dos tipos de indicadores: los indicadores de resultados, que miden el grado en que se han conseguido las metas y objetivos; y los indicadores de proceso, que determinan la eficiencia de los procesos puestos en marcha para conseguir los resultados buscados. En consecuencia, el propósito que se persigue con el establecimiento de indicadores del EEP es evaluar si las medidas de manejo han producido el efecto deseado en el sistema pesquero y en el ecosistema asociado, y si esto se ha hecho de forma eficiente. En las *Orientaciones sobre el EEP* se discute el método de selección de indicadores y puntos de referencia que miden los objetivos operativos. En la tabla 4 se presentan algunos ejemplos de criterios de selección de indicadores para diferentes aspectos del EEP.

**Tabla 4.** Dimensiones (Marcos conceptuales) de la actividad pesquera de los que se derivan los indicadores del desarrollo sostenible (FAO, 2000).

Dimensiones	Criterios
Económica	Valor de la captura pesquera. Contribución de la pesca al PIB. Valor de las exportaciones de pescado y productos pesqueros. Inversión en flotas pesqueras e instalaciones de elaboración. Impuestos y subenciones Empleo Ingresos
Social	Empleo/participación Demografía Alfabetización/educación Consumo de proteínas y pescado Ingresos Tradiciones/culturas pesqueras Endeudamiento Distribución por sexo en la adopción de decisiones
Institucional	Régimen de aplicación de normas Ordenación y derechos de uso Transparencia y participación Capacidad de ordenación
Ecológica	Estructura de la captura. Abundancia relativa de las especies objetivo. Tasa de explotación. Efectos directos de las artes de pesca en especies objetivo. Efectos indirectos de la pesca en la estructura trófica. Efectos directos del arte de pesca en los hábitats importantes o críticos. Presión pesquera: comparación entre la superficie pescada y sin pescar.

Fuente : Adaptado de FAO (2000)

## V.2 Selección de indicadores para el desarrollo sustentable de la pesca bajo el principio de aproximación por ecosistemas

La ruta metodológica propuesta en este manual para la región de la península de Yucatán, ha sido modificada de Quiroga-Martínez (2009) la cual se presenta en forma de flujo o ruta, se sustenta en un proceso metodológico central que comprende 2 grandes etapas: 1) Preparación, 2) Diseño y Elaboración. A continuación se describen las distintas fases, etapas y tareas que hacen parte de este proceso, especificando

en cada etapa los respectivos insumos, productos y herramientas relevantes (figura 10).

### V.2.1 Etapa 1: Preparación

Esta primera etapa del proceso metodológico se caracteriza por establecer las bases del trabajo a realizar. Se forma y organiza el equipo de trabajo y se llevan a cabo actividades colectivas entre los diversos

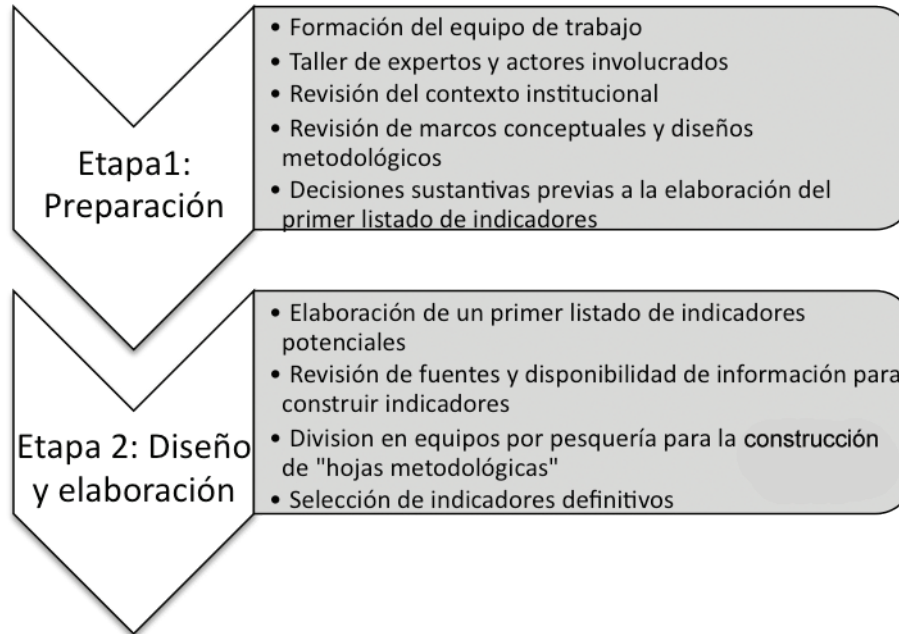


Figura 10. Ruta metodológica seguida para la selección y/o elaboración de indicadores

actores involucrados, estableciéndose así terminologías y conceptos comunes para un eficaz trabajo en conjunto. Se revisan además insumos críticos y se decide sobre aspectos sustantivos relativos al marco conceptual y el enfoque metodológico, por nombrar algunos. Durante este período se generan los principales vínculos entre los integrantes del equipo, y se forma un **grupo interinstitucional de seguimiento**, que seguirá operando a través de todo el proceso de construcción del Sistema de Indicadores (SI).

*1.1 Formación del equipo de trabajo.* El proceso de construcción de los indicadores requiere de un trabajo en equipo, en particular en el tema pesquero o de sostenibilidad del desarrollo, dada su naturaleza compleja, transdisciplinaria y transversal.

*1.2 Taller de expertos y actores involucrados.* La participación en actividades colectivas resulta crucial para poder entregar tanto los conceptos como las herramientas al equipo a cargo de construir el SI. El objetivo es potenciar las capacidades profesio-

nales en conceptos, modelos, estadísticas e indicadores, e introducir materias relevantes para un eficaz trabajo en grupo, estableciendo lenguaje y metodologías comunes, así como generando vínculos entre los participantes. Para trabajar bien en equipo, también se requiere contar con conocimientos y lenguajes compartidos en el ámbito de indicadores. De ahí que es altamente recomendable que al inicio de los trabajos, se realice una o varias actividades de instalación de capacidades en el equipo de indicadores conformado por distintas instituciones. Lo anterior permite obtener buenos resultados, a través de un curso formal que contiene elementos conceptuales, metodológicos y talleres dirigidos por expertos y actores involucrados, con alto énfasis metodológico y dinámicas de ejercicio para poner en práctica conocimientos, de forma que el equipo cuente con un lenguaje, una metodología colectiva que le posibilite y facilite el trabajo de construir y sostener los indicadores adecuadamente. Adicionalmente,

es recomendable conocer y analizar la experiencia de otras áreas o disciplinas ambientales que cuentan con mayor desarrollo en el tema, y de organismos que trabajan en el desarrollo de herramientas de apoyo a este tipo de iniciativas, plasmadas en manuales metodológicos y sistematización de experiencia.

1.3 *Revisión de contexto institucional, pertinencia nacional y experiencia internacional.* Una vez constituido el equipo que estará a cargo del diseño del Sistema de Indicadores (SI), y habiendo ya realizado las actividades correspondientes a los talleres, corresponderá la revisión colectiva por parte del **grupo interinstitucional de seguimiento** en lo referente al marco institucional, del contexto regional y también del nacional. Esto incluye un examen de las políticas existentes pesqueras en el país, y también una indagación en los usuarios y sus necesidades. Se tendrá en consideración cuáles son las instituciones con mandatos estadísticos, ambientales y pesqueros. Complementariamente, se puede realizar una revisión exhaustiva de las experiencias en la implementación de sistemas de indicadores, incluyendo otras regiones o ámbitos nacionales, así como de los países desarrollados y de América Latina y el Caribe, para que el equipo pueda conocer qué han hecho y cómo lo han hecho, siempre teniendo en cuenta que cada Sistema de Indicadores responderá seguramente a las prioridades de políticas pesqueras de sostenibilidad y de política institucional. En esta revisión, será también necesario analizar lo que están haciendo las agencias especializadas del Sistema de Naciones Unidas, en este caso particularmente la Oficina Regional del FAO-PNUMA y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Una vez realizada esta consulta, será necesario discutir y buscar un consenso sobre el grado de pertinencia del Sistema de Indicadores, es decir el grado en que capturan los principales desafíos pesqueros bajo el enfoque por ecosistemas y de sostenibilidad del país o región en cues-

tión; esto es los indicadores deben ser suficientemente específicos a las dinámicas ambientales y de desarrollo del propio país en cuestión. Pero con el mismo nivel de importancia también se tiene la conveniencia de que desde un inicio, el Sistema de Indicadores también pueda ser realizado de forma tal que sea relativamente comparable desde una perspectiva regional o internacional, lo que implica adoptar nomenclaturas y metodologías internacionalmente recomendadas.

1.4 *Revisión de marcos conceptuales y enfoques metodológicos.* A continuación, el **grupo interinstitucional de seguimiento** debe abocarse a revisar conjuntamente los principales **marcos conceptuales** (tabla 5) que servirán de base para el diseño más grueso de su propuesta de indicadores, así como el principal **enfoque metodológico** del SI. En este caso el enfoque metodológico en que se desenvuelve el SI es el **enfoque “de sistemas”**, que consiste en elaborar un grupo de indicadores, que en conjunto den cuenta de los principales procesos que se desea comprender para tomar mejores decisiones. Se trabaja en la construcción de un conjunto de indicadores que muestren tendencias vinculantes y/o sinérgicas, o sea que en su conjunto puedan dar cuenta de las principales tendencias, tensiones y causas subyacentes a los problemas de sostenibilidad. La vinculación existente entre los distintos indicadores individuales dependerá del **marco conceptual** y del **marco ordenador** que se diseñe *ad hoc*, siendo por tanto una aproximación bastante flexible y sin mayores complicaciones metodológicas. La definición del **“marco ordenador”** se convierte en un paso necesario, en tanto éste proporciona elementos que permiten organizar los indicadores y presentarlos bajo alguna lógica que tenga sentido para los usuarios. La importancia de los marcos ordenadores en este proceso, es que se constituyen en instrumentos de comunicación de los contenidos que revelan los indicadores para los usuarios. Existen varios marcos ordenadores para organizar y pre-



**Tabla 5.** Ejemplo de marcos conceptuales ambientales y sus indicadores derivados (Quiroga-Martínez, 2009).

Marco conceptual	Indicadores
Componentes del medio ambiente	Indicadores ambientales: Recursos naturales: estado de los bosques, aguas, borde costero, mares, suelos, etc. Contaminación: de aire, agua, suelos, etc. Gestión ambiental: privada (producción limpia, eficiencia energética), pública (presupuesto ambiental, evaluación impacto ambiental, etc).
Desarrollo sostenible	Indicadores de desarrollo sostenible: Dimensión económica. Producción económica per cápita. Deuda externa. Distribución de ingreso. Dimensión ambiental Disponibilidad y calidad de agua. Cobertura boscosa (deforestación). Producción y manejo de residuos. Emisores GEI y CFC. Dimensión social. Nivel de educación. Acceso a salud. Dimensión de institucionalidad. Presupuesto ambiente nacional. Acceso a internet.
Capital natural	Indicadores monetarios: Riqueza total (stock): capital natural, capital humano, capital artificial e institucional. Ahorro genuino (flujo). Condiciones de sostenibilidad: mantener constante o creciente los acervos del capital (vivir de la cosecha o rendimientos)
Sistémico (Economía-Ecología)	Indicadores de sostenibilidad del desarrollo. Eficiencia energética de la producción Proporción de energía renovable y limpia. Intensidad contaminante de la producción (residuos/producción) Intensidad material de la producción. Equidad (ingresos, género, territorial, etc.). Sostenibilidad territorial de la producción. Suficiencia territorial de la producción. Suficiencia territorial absorción/manejo residuos.



sentar indicadores, los cuales han sido propuestos o utilizados para Indicadores Ambientales, en este manual haremos mención del marco **Presión-Estado-Respuesta PER** desarrollado y recomendado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE y el marco ordenador por temas o área temática, utilizado por Canadá y la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS) de las Naciones Unidas. En general los países de América Latina y el Caribe utilizan el marco ordenador de tema y subtema, adaptado a sus prioridades nacionales o locales, según corresponda. El **Marco ordenador Presión Estado Respuesta PER**, fue desarrollado y recomendado originalmente por la OECD (1993), SCOPE (Ghent Report, 1995), el cual organiza los indicadores en tres categorías: (a) Indicadores de presión - causas del problema (emisiones y acumulación de desechos); (b) Indicadores de estado - estado del ambiente (calidad del aire urbano, calidad de las aguas subterráneas, cambios de temperatura, concentraciones de sustancias tóxicas o el número de especies en peligro); (c) Indicadores de respuesta - qué se está haciendo para resolver el problema (compromisos internacionales, tasas de reciclaje o de eficiencia energética).

1.5 *Decisiones sustantivas previas a la elaboración del primer listado de indicadores.* Una vez revisado el contexto institucional, la pertinencia nacional y las experiencias nacionales; así como los enfoques metodológicos y marcos conceptuales, corresponde al equipo central, de acuerdo con el nivel político de la institución líder, realizar las decisiones sustantivas previas al proceso de construcción de los indicadores. Dentro de las opciones sustantivas y metodológicas que es necesario realizar al comienzo del trabajo de desarrollo de indicadores, se tiene: determinar el objetivo de los indicadores, elaborar o adoptar un marco conceptual, decidir sobre el alcance temático de los indicadores, la opción metodológica y la escala que abarcarán los indicadores que se van a confeccionar. Tener

claros los propósitos contribuirá a tomar las mejores dediciones al momento de optar por el marco conceptual, el alcance temático o la escala.

## V.2.2. Etapa 2: Diseño y elaboración de los indicadores

Para la etapa de diseño y elaboración de indicadores se proponen cuatro fases que van desde la creación de un listado preliminar de indicadores, hasta la generación del Sistema Definitivo de Indicadores. En esta sección se describen y ejemplifican las herramientas centrales que se requieren en esta etapa de trabajo, las que han sido expuestas para facilitar este proceso. El conjunto de herramientas comprende el Listado Básico o inicial de indicadores, y la “Hoja Metodológica” que contiene los metadatos de cada indicador. De acuerdo con Quiróga-Martínez (2009), los procedimientos que a continuación se presentan, pueden ser utilizadas y adaptadas para el trabajo de construcción y mantenimiento de indicadores oficiales de cualquier índole, toda vez que éstos requieran, como ocurre en la mayoría de los casos, de información y colaboración proveniente de diversas personas e instituciones de acuerdo al caso concreto de cada iniciativa de formulación de indicadores.

2.1 *Elaboración de un primer listado de potenciales indicadores.* Es importante partir trabajando con un primer listado de potenciales indicadores, que refleje las necesidades de información para la toma de decisiones en el ámbito de trabajo, sea este medioambiente o sostenibilidad del desarrollo. Para elaborar un primer listado de potenciales indicadores, ha resultado muy productivo **que el equipo de trabajo comparta una visión sobre los principales problemas, metas y objetivos de manejo pesquero o de sostenibilidad sobre los cuales se quiera arrojar luz para tomar acción.** Estos problemas pueden ser identificados y consensuados mediante distintas metodologías y con diverso grado de participación. Es necesario realizar este trabajo en forma temprana con los participantes, para que sirva de base en todo el



proceso, y permita orientar una búsqueda priorizada y focalizada de los indicadores y su información estadística necesaria, a partir de una visión compartida de los problemas sobre los cuales es importante construir indicadores. A menudo estos listados se elaboran mediante un proceso de consulta donde son convocados actores del ámbito público (medioambiente, estadística, sectoriales y servicios relevantes como agua, energía, etc.) y académico. Adicionalmente, también a veces se convoca al sector privado y a las ONG del sector ambiental, para que puedan plantear sus visiones sobre los indicadores que les son necesarios. La decisión sobre amplitud de la convocatoria a participar en un proyecto para construir indicadores es de corte más bien político que técnico, depende de los objetivos y la metodología que acuerde la autoridad que lidera el proceso de construcción de indicadores con los técnicos que llevan adelante el proceso. Cuando un equipo se aboca a construir un conjunto de indicadores para monitorear en este caso el desarrollo sustentable de la pesca, se comienza realizando un listado demasiado amplio de posibles indicadores candidatos. Este listado profuso a menudo es llamado irónicamente “lista de deseos”, porque debido a la complejidad de los temas y a la diversidad de instituciones y mandatos involucrados, estos listados compendian los mejores deseos e ideas de lo que debería contener un sistema idealizado de indicadores. Luego, en el trabajo de estipulación de la viabilidad estadística de los indicadores soñados, van quedando por el camino un buen número de éstos. En la práctica, tanto el tema emergente del enfoque ecosistémico pesquero y la sostenibilidad del desarrollo pesquero, como la escasez estadística operan como criterio central de elegibilidad de los indicadores, reduciendo la lista de deseos a un listado viable bastante reducido, dependiendo del país o territorio en cuestión.

## 2.2 Revisión de fuentes y disponibilidad de informa-

*ción para construir indicadores.* Las estadísticas ambientales, sociales, económicas y pesqueras se encuentran desperdigadas en los países en diferentes fuentes, muchas de las cuales no tienen como propósito central producir datos con fines estadísticos. Entre las fuentes habituales de estadísticas figuran los registros administrativos, registros de niveles de contaminación y calidad ambiental provenientes de estaciones y procesos de monitoreo, la explotación e incorporación de nuevas preguntas en encuestas y censos, y resultados de procesos de estimación y modelización. La dinámica pesquera es compleja, transversal y sus manifestaciones medibles no pueden ser capturadas por un único tipo de levantamiento o registro sistemático en el tiempo. De ahí que construir sistemas nacionales estadísticos es una necesidad que los países han ido descubriendo y resolviendo en la medida de sus posibilidades y de la capacidad que han tenido para canalizar asistencia técnica de las agencias y de las redes regionales que se han ido construyendo en torno a este tema. Es importante establecer que en los países existen importantes desafíos respecto de la producción primaria de datos y estadísticas tanto a partir de monitoreo y explotación de registros existentes, de la interpretación de sensores remotos, de la estructuración de variables provenientes de encuestas y censos, como de la construcción de instrumentos de levantamiento específicamente pesquero. Sin embargo, a pesar del panorama muy heterogéneo, la producción primaria de datos y estadísticas ambientales ya constituye un acervo relevante en muchos países, constituyéndose entonces el desafío de canalizar esta producción, proveniente de múltiples fuentes y que se expresan en distinto formato, hacia un sistema centralizado de carácter nacional, para construir un proceso estadístico ambiental permanente en donde tengan cabida todos los actores, productores y usuarios, para ordenar el proceso con arreglo a criterios de calidad, transparencia y oportunidad en la difusión de los

productos estadísticos. En el trabajo estadístico tanto pesquero, demográfico, como económico y social, las fuentes habituales de información de donde provienen tanto series estadísticas como indicadores puntuales son los censos y las encuestas, avisos de arribo pesquero y de informes de investigación con sus correspondientes procesos de levantamiento, sus instrumentos ya desarrollados y aunque siempre perfectibles, que con el tiempo han sido claramente validados. A una considerable distancia, se sitúan algunos registros administrativos que permiten producir información estadística en ámbitos donde aún no se cuenta con encuestas adecuadas. Se debe establecer el hecho de que existen varios tipos de fuentes de datos, todos de carácter emergente, y que revisten características propias de cada tipo, contando cada una con fortalezas y debilidades que deben ser consideradas a la hora de elegir, cuando sea posible, entre dos o más tipos de fuente para calcular un indicador específico.

*2.3 División en equipos por pesquería para la construcción de hojas metodológicas* La Hoja Metodológica constituye la herramienta central del trabajo de construcción de indicadores en todo ámbito temático. La Hoja Metodológica permite definir los objetivos de los contenidos, significados, alcances, limitaciones, metodologías y disponibilidad de los indicadores que se encuentran en proceso de construcción, posibilitando que todos los participantes en el esfuerzo entiendan lo mismo a lo largo de cada paso del trabajo (La tabla 6

muestra un ejemplo de campos que componen la hoja metodológica). Llenar o poblar las Hojas Metodológicas permitirá al equipo diferenciar entre aquellos indicadores que debido a sus características técnicas y su validación estadística pueden ser parte del primer conjunto a publicar, y aquellos que necesitan quedar para sucesivas fases de trabajo. Luego de haber elaborado el primer conjunto de indicador con sus respectivas hojas metodológicas, realizado el análisis de disponibilidad estadística, y antes de seleccionar los indicadores definitivos, es necesario efectuar una división de grupos de trabajo por recurso pesquero, con el fin de discutir, analizar y decidir sobre cada indicador en base a ciertos criterios de priorización.

*2.4 Selección de indicadores definitivos.* Luego de que se tiene un conjunto de indicadores con sus hojas metodológicas plenamente revisadas y pobladas, se realizará una rigurosa selección de aquellos que merezcan, por así decirlo, constituir el primer conjunto de Indicadores Pesqueros o de Desarrollo Sostenible. A la hora de validar la relevancia (para políticas públicas, información ciudadana, etc.), así como la calidad técnica de los indicadores en construcción, será necesario que los equipos acuerden los criterios sobre los que se va a decidir si los indicadores formarán parte de un primer conjunto a ser publicado y utilizado, o si valdrá más la pena dejarlo para desarrollo ulterior, e incluso, desecharlo. La tabla 7 muestra algunos de los criterios que pueden ser utilizados.



**Tabla 6.** Descripción de campos que componen la “Hoja Metodológica” (HM).

Nombre del indicador	Se debe poner un nombre lo más claro, conciso y amistoso al usuario (e.g. Intensidad energética de la producción”) que defina exactamente lo que muestra el indicador.
Descripción corta del indicador	Se debe realizar una descripción corta de lo que muestra el indicador, sobre todo cuando éste reciba un nombre más bien científico o técnico; utilizando un lenguaje claro y simple que determine por ubicar al usuario respecto del indicador en cuestión.
Relevancia o pertinencia del indicador	Se debe de especificar la importancia que tiene el indicador propuesto en la evaluación sobre el medio ambiente o respecto de la sostenibilidad. En esencia, se trata de conectar los contenidos del indicador con los problemas y desafíos de la sostenibilidad en el territorio concreto que abarque. Esto implica definir la variable o las variables que componen el indicador, vinculándola con los problemas ambientales o de desarrollo sostenible que puede percibir o entender el usuario.
Gráfico o representación, con frase de tendencia	Elaborar un representación, idealmente gráfica, del indicador. A menudo se descubren errores y potencias no previstas desde el análisis de los gráficos (más que a partir de las tablas). Probar con varios esquemas o tipos de gráficos hasta ver el resultado óptimo de lo que se requiere mostrar con el indicador en cuestión. Elaborar una frase de tendencia que podría titular el indicador completo, o bien sólo el gráfico.
Tendencia y desafíos	Debajo del gráfico, se puede elaborar un breve párrafo donde se trasmite al usuario las implicaciones y desafíos que muestra el comportamiento del indicador.
Direccionalidad	Se trata de aclarar, explícitamente, cuál es la interpretación de cambios (aumentos o disminuciones) en el indicador. Prepara la interpretación del indicador, en el contexto de la sostenibilidad ambiental o el desarrollo.
Alcance que mide el indicador	Se debe especificar que dinámicas son las que “captura” o “muestra” el indicador. Mostrar exactamente que cosas no estaría diciendo el indicador en cuestión.
Limitaciones (qué no mide el indicador)	Se debe aclarar que otras dimensiones y dinámicas no pueden ser capturadas o vistas a partir del indicador, y que usuario menos experto pudiese dar por contenidas.
Fórmula de cálculo del indicador	Debe especificar las operaciones y procedimientos de las variables que son necesarias para obtener el valor del indicador en cada punto de observación (territorial, histórica, etc) Así, debe quedar perfectamente estipulada la unidad de medida en que se expresará el indicador.
Definición de las variables que componen el indicador	Cada una de las variables que componen el indicador debe de ser definida con detalle, de forma que no quede lugar a “interpretaciones”. Se utiliza comúnmente adoptar la definición de la institución que produce el dato, por ejemplo: “ Se utiliza el concepto de fragmentación de ecosistemas del instituto de Conservación de la Biodiversidad del Ministerio tal”.
Cobertura o escala del indicador	La cobertura del indicador puede comprender distintas escalas, o incluso combinar varias de éstas, en todo caso debe quedar bien especificado considerando a su vez la cobertura de las variables que lo componen. Ejemplos: comunal, provincial, departamental, eco-regional, cuenca, nacional.
Fuente de los datos	La fuente de datos debe quedar estipulada para cada una de las variables, en forma detallada: especificar no sólo la institución, sino también el departamento u oficina, y/o la publicación física o electrónica donde se encuentra disponible (si correspondiera) y el nombre y correo electrónico de contacto de la persona a cargo.
Método de levantamiento o captura de datos	Describir el método a través del cual se capturan o generan los datos básicos. En general, se puede mencionar las encuestas, censos, registros administrativos y estaciones de monitoreo, entre otras.
Disponibilidad de los datos (cualitativo)	La disponibilidad de los datos se refiere a que tan fácil o difícil es el acceso sistemático al dato, más allá de que formalmente se encuentre el producto. Por ejemplo, se puede decir: “Plenamente disponible en formato físico o electrónico”, o “ Disponible en forma restringida a organismos públicos” o “Dato primario disponible en encuesta de hogares, pero procesamiento ulterior para generar información requerida”, o “información reservada”.

**Tabla 6 (continuación).** Descripción de campos que componen la “Hoja Metodológica” (HM).

Periodicidad de los datos	Se debe especificar la periodicidad para cada variable que compone el indicador. Esta se entiende como período de tiempo en que se actualiza el dato. Por ejemplo: “Cada cuatro años”, “anual”, “Bimensual”, etc. Cuando corresponda, especificar la periodicidad de levantamiento, registro y publicación del dato.
Período de la serie tiempo actualmente disponible	Especificar el periodo de tiempo que comprende la serie actualmente disponible, por ejemplo: “periodo 1987-2000”.
Periodicidad de actualización del indicador	Recomendación del grupo de cada cuánto tiempo tiene sentido y es posible recalcularse el indicador para actualizar su valor.
Relación del indicador con objetivos de la política, normas o metas ambientales	Se debe explicar si existen políticas, metas, normas de calidad o incluso líneas base relevantes para el indicador, y respecto de las cuales se puede evaluar el avance en el tiempo o en distintos territorios.
Vínculo con iniciativas regionales o mundiales	Explicar todo vez que el indicador en cuestión (o uno muy similar forme parte de iniciativas de indicadores regionales o mundiales. Sea reportado a agencias especializadas o bien a las diversas convenciones ambientales internacionales. Se deberá especificar el código o número correlativo del indicador en cada iniciativa, por ejemplo “corresponde al indicador 71. de los ODM7a.
Tabla de datos	Los datos estadísticos que sirven de base para calcular el indicador permiten un análisis más profundo del indicador, así como la exploración de la óptima representación gráfica. Incluir en cuadro Excel con las series históricas requeridas para calcular cada indicador.

**Tabla 7.** Criterios de elegibilidad de los indicadores.

Criterios	
De relevancia	Pertinencia para los problemas o decisiones en que se quiere utilizar los indicadores
	Relación con metas, objetivos o normas específicas que existan en el país o en otra escala territorial, que aterriza al indicador a la realidad en términos de políticas públicas e información ciudadana.
	Disponibilidad información estadística necesaria para su cálculo.
	Calidad de la información estadística necesaria para su cálculo.
De variabilidad estadística	Existencia y calidad de la descripción del indicador a través de los metadatos de las estadísticas necesarias para su cálculo.
	Fortaleza del indicador en términos de su aceptación internacional o local basada en los criterios de calidad de la información y certeza científica de los fenómenos que pretende evidenciar.
	Simplicidad, en el sentido de que los mejores indicadores son los que muestran su significado en forma directa, clara y precisa.
	Precisión y claridad, entendiéndose que los mejores indicadores muestran su significado en forma directa, clara y precisa
Formales	Seguridad en la direccionalidad, en el sentido de que lo que muestre el valor del indicador a través del tiempo o de los territorios, sea consistente con lo que se quiere mostrar
	Consistencia interna hoja metodológica, lo que implica que todos y cada uno de los campos de la HM, por ejemplo: el nombre, la fórmula, la frase de tendencia, el gráfico y los desafíos de política, estén alineados en la misma dirección.
	Optimización de diseño del gráfico, cartográfico o representación elegida.



### V.3. Selección de indicadores para el desarrollo sustentable de la pesca bajo el principio de aproximación por ecosistemas para la península de Yucatán

Sin lugar a dudas el manejo de las pesquerías con EEP de la región, debe realizarse de manera parsimoniosa, tratando de conjuntar esfuerzos, conocimientos y voluntades lo que en el mediano y largo plazo, permitan tener un equilibrio armonioso entre el recurso, su ambiente y la sociedad.

A partir de la metodología realizada y descrita en la sección anterior se realizaron reuniones de académicos expertos en las pesquerías de la región de la península de Yucatán (Campeche, Yucatán Quintana Roo) y se detectaron los problemas que pueden impedir el manejo de las pesquerías en el enfoque ecosistémico (tabla 8), agrupándose en cuatro componentes: socioeconómico, de la población pesquera, ecosistémico y de gobernanza. Una vez detectados los problemas se solicitó que estos fueran evaluados por los expertos tomando como criterios de evaluación 1= muy importante, 2= medianamente importante, 3= solo importante. Esta evaluación fue consi-

derada como la frecuencia del voto de cada experto para ubicar a los problemas con un valor de 1, 2 o 3. Posteriormente una ponderación fue realizada multiplicando el resultado de la frecuencia obtenida en los problemas acumulados en los valores 2 o 3 por un valor de 2 y 3 respectivamente para evitar dar mayor peso al valor cuya suma de votos positivos podría ser mayor. De esta manera el problema con menos puntaje fue considerado como el más importante, continuándose el mismo criterio para ordenar los problemas.

Así mismo se definieron los objetivos, metas indicadores y parámetros (forma de medir el indicador). Los indicadores se organizan de acuerdo a su "Componente" o "Marco conceptual", así como de acuerdo al "Marco Ordenador" propuesto por Quiroga-Martinez (2009) y la UNESCO (2009). Así mismo se destacan los problemas, metas y objetivos asociados a cada uno de los indicadores (tabla 9).

**Tabla 8.** Problemas definidos por componente para el desarrollo del manejo de las pesquerías con enfoque ecosistémico (EEP) en la Península de Yucatán así como su importancia (valor), definiéndose como los más importantes los de menor valor.

Socioeconómico	Valor	Población	Valor	Ecológico	Valor	Gobernanza	Valor
Desconocimiento de los usuarios de los términos del enfoque ecosistémico en las pesquerías.	14	Falta de evaluaciones del estado de las poblaciones.	14	Degradación de los ecosistemas como hábitats esenciales de los recursos pesqueros.	14	Exclusión de los pescadores en la planificación y toma de decisiones en el manejo de la pesca.	14
Desconocimiento del nivel del esfuerzo ejercido sobre los recursos.	14	No se han identificado puntos de referencia dinámicos de las poblaciones.	15	Falta de conocimiento del efecto de la pesca en el ecosistema.	14	Falta de inspección y vigilancia (Insuficiente control en el acceso a las zonas de pesca).	17
Falta de estandarización del registro de datos y falta de capacitación para la toma de datos y concientización de pescadores para proporcionar datos de pesca fidedignos.	18	Falta de identificación de stocks y su tamaño (pulpo, langosta).	17	Desconocimiento del impacto sobre el ecosistema de eventos naturales como marea roja y huracanes además de impactos antrópicos.	15	Impunidad de los que no cumplen las leyes de pesca.	17
Es difícil obtener información económica (cadena de valor) de las comunidades pesqueras.	29	Desconocimiento de la biología de las especies.	17	Falta de conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas que permitan definir los estados del mismo.	18	Falta de articulación entre autoridades de los tres niveles de gobierno y organización comunitaria, esto hace que la escala de planeación entre manejadores y usuarios sea diferente al igual que sus objetivos.	17
No se han planteado investigaciones socio-ecosistémicas de las pesquerías.	31	Desconocimiento de distribución espacial (zonas de crianza, reclutamiento, reproducción).	17	Falta de la caracterización de hábitats críticos de las especies.	18	Falta de reconocimiento de los organismos de administración de pesquerías, la Ley Legítima a las autoridades..	17
Desconocimiento del beneficio neto de la pesca.	31	Disminución en la abundancia de algunos recursos.	25	Identificar especies importantes del ecosistema como indicadores.	21	Registros oficiales de captura no estandarizados por especie o por presentación, ni entre instituciones.	18



**Tabla 8 (continuación).** Problemas definidos por componente para el desarrollo del manejo de las pesquerías con enfoque ecosistémico (EEP) en la Península de Yucatán así como su importancia (valor), definiéndose como los más importantes los de menor valor.

Socioeconómico	Valor	Población	Valor	Ecológico	Valor	Gobernanza	Valor
Falta de registros de costos de operación.	37	Desconocimiento de los hábitos alimentarios de las especies.	27	Faltan estudios de relación recursos-hábitat, y dificultad para vincular niveles de organización (poblaciones, comunidades y ecosistemas), en escala espacial y temporal.	21	Recurrir al concepto de sistemas pesqueros, en lugar de emplear solo la investigación por recurso pesquero.	18
Inadecuada forma de organización de la cadena productiva (compromiso de extracción a toda costa para pagar sus deudas a los intermediarios).	22	Falta de conocimiento de interacciones ecológicas.	18	Faltan estudios de productividad del ecosistema.	22	Falta planeación en administración federal de las pesquerías y en continuidad de la investigación.	19
No se regula el mercado como medida de control de las pesquerías. e.g. Cupos de exportación.	25	Falta de conocimiento biológico pesquero de especies no objetivo.	21	Ausencia de información de contaminación ambiental (e.g. impacto por PEMEX, calidad del agua).	23	Políticas de apoyo del gobierno destinados al sector sin claridad.	19
El costo de operación para mantener o aumentar la producción va en aumento.	25	Desactualización de estadísticas de captura, inexistencia de la información por especie y disponibilidad de información.	16	Necesidad de compilar información multiespecífica en las pesquerías.	24	Falta del fomento en el manejo comunitario.	20
Sobrecapitalización de la flota.	29	Falta de continuidad de las líneas de investigación y proyectos.	20			Percepción de usuarios, manejadores, e investigadores de que las poblaciones son estables.	21
Las condiciones económicas de los pescadores limitan su capacidad para reconocer el impacto de sus actividades.	30	Existe una percepción de que las poblaciones pesqueras son estables y poseen un umbral único, por tanto su manejo es restringido.	20			Los indicadores empleados en aspectos ambientales, bióticos y variables socio-económicas suelen tener escalas espaciales diferentes.	21



**Tabla 8 (continuación).** Problemas definidos por componente para el desarrollo del manejo de las pesquerías con enfoque ecosistémico (EEP) en la Península de Yucatán así como su importancia (valor), definiéndose como los más importantes los de menor valor.

Socioeconómico	Valor	Población	Valor	Ecológico	Valor	Gobernanza	Valor
El nivel educativo de los pescadores y del sector en general no favorece la comprensión de los ecosistemas y de sus acciones en ellos.	26	No hay estandarización de métodos de investigación científica que permita el intercambio de información.	20			Faltan recursos para investigaciones ecosistémicas.	22
Movilización de pescadores a las zonas costeras que aumentan el esfuerzo (cuota de acceso).	29					Ausencia de definición y estandarización de mecanismos y métodos de monitoreo de las pesquerías multiespecíficas (escama).	22
La explotación de recursos pesqueros en zonas cada vez más profundas suma riesgo al bienestar de los pescadores sin estrategias de seguridad social.	25					Falta de fortalecimiento de capacidades (evaluadores y metodologías) para el manejo de pesquerías con un enfoque ecosistémico.	23
						Pescadores furtivos cuyo impacto no está evaluado	24
						Faltan alternativas productivas a los límites de pesca.	24
						No se tienen registros certeros de la mano de obra en actividades pesqueras.	24
						No se favorecen el intercambio de información de la investigación científica y se duplican esfuerzos.	25
						Insuficiente capacitación para pescadores en temas de seguridad y ambientales.	26
						Percepción de los usuarios sobre vedas mal diseñadas.	26
						No hay información sobre vulnerabilidad de las poblaciones pesqueras ante contingencias ambientales.	27
						El exceso del otorgamiento de subsidios.	28
						Falta de incorporación a la seguridad social de los actores que intervienen en la pesca.	31
						Diferencias en las perspectivas de los usos diferentes de las zonas de distribución de las especies (PEMEX, ANP, Turismo).	32



### V.3.1 Componente socioeconómico

**Tabla 9.** Objetivos, metas, indicadores, marco operador y parámetros, definidos a partir de los problemas detectados en los talleres de trabajo, por cada componente para la Región de la península de Yucatán..

Objetivos	Metas	Indicadores	Marco ordenador	Parámetros
Economía sana y productiva y bienestar social.	Existe información suficiente y apropiada sobre los diferentes componentes de las pesquerías.	<b>Programa de monitoreo y generación de información.</b>	<b>Estado</b>	Base de datos de información económica, social, esfuerzo y volúmenes de captura.
		<b>Anuario estadístico regional de las pesquerías.</b>	<b>Estado</b>	Publicación anual.
	Se cuenta con los canales de difusión eficaces hacia los usuarios.	<b>Programa de difusión hacia los usuarios.</b>	<b>Respuesta</b>	Generación de talleres, trípticos, spots de radio, documentales televisivos.
	Se mejora el desarrollo económico y la organización de la cadena productiva.	<b>Programa económico regional de desarrollo pesquero.</b>	<b>Respuesta</b>	Base de datos de información económica de los recursos pesqueros (desagregada por cada eslabón de la cadena productiva). Mecanismos para mejorar la organización economía de los usuarios. Mecanismos para darle valor agregado de los productos. Inversiones del gobierno. Inversiones del sector privado. Inversiones extranjeras directas.
		<b>Inversiones directas.</b>	<b>Respuesta</b>	
	Diversificación del empleo.	<b>Empleo total y por actividad.</b>	<b>Estado</b>	Número de empleados por actividad. Valor de la nómina por actividad.
Medio Ambiente sano y productivo.	Minimizar la destrucción de los hábitats y las alteraciones derivadas de las presiones humanas.	<b>Presiones humanas en hábitats.</b>	<b>Presión</b>	Patrones y comparación del uso de suelo. Densidad de la población. Artes y prácticas de pesca con gran impacto. Material vertido y dragado.
	Reducir el volumen de todo tipo de contaminantes introducidos.	<b>Contaminantes y su introducción.</b>	<b>Presión</b>	Volumen, número y tipo de descargas de fuente puntual. Carga de nutrientes de fuente difusa. Sedimento y nutrientes descargados. Volumen de descarga de agua de lastre. Basuras y desperdicios.

**Tabla 9 (continuación).** Objetivos, metas, indicadores, marco operador y parámetros, definidos a partir de los problemas detectados en los talleres de trabajo, por cada componente para la Región de la península de Yucatán.

Objetivos	Metas	Indicadores	Marco ordenador	Parámetros
Salud y seguridad pública.	Proteger la vida humana y la propiedad pública y privada.	<i>Enfermedades</i>	<i>Presión</i>	Cuenta de coliformes fecales. Días de cierre de playas. Cantidad de especies contaminadas. Extensión de aguas contaminadas. Enfermedades vectoriales por marisco.
		<i>Meteorología y desastres.</i>	<i>Presión</i>	Valor económico de la pérdida de fenómenos Vidas perdidas por desastres meteorológicos
Cohesión social.	Mantener una dinámica equitativa de la población.	<i>Dinámica de la población</i>	<i>Estado</i>	Grado de acceso público. Población residente y total (estacional).
		<i>Dependencia del mar.</i>	<i>Estado</i>	Dependencia de la economía. Dependencia de la sociedad.
		<i>Acceso Público</i>	<i>Estado</i>	Acceso físico. Acceso económico.
Integridad cultural.	Mantener la integridad cultural.	<i>Conocimiento, innovaciones y prácticas tradicionales; integridad cultural.</i>	<i>Respuesta</i>	Diversidad lingüística. Emigraciones de comunidades indígenas y locales. Establecimiento e implementación de políticas y programas gubernamentales favorables. Derechos de acceso a los recursos pesqueros. Manifestaciones de conocimiento tradicional.
		<i>Protección de los recursos del patrimonio costero.</i>	<i>Respuesta</i>	Número y tipo de recursos de patrimonio cultural. Porcentaje de recursos del patrimonio costero protegidos. Porcentaje de recursos del patrimonio costero vulnerables a daños por causas naturales o humanas.



### V.3.2. Componente población

Objetivos	Metas	Indicadores	Marco ordenador	Parámetros
Se tiene el conocimiento científico de las poblaciones.	Se cuenta con evaluación actualizada de todas las poblaciones objetivo.	<b>Informes o publicaciones de las evaluaciones de poblaciones objetivo.</b>	<b>Estado</b>	Número de evaluaciones poblacionales realizadas y número de proyectos de Investigación: Biomasa “standing stock”, índices obtenidos por muestreos independientes, Captura total y Esfuerzo de pesca basados en la pesquería, CPUE del muestreo de captura y esfuerzo (basada en la pesquería) o de muestreos independientes. Mortalidad por pesca tasa convencional o índice de talla media de individuos plenamente reclutados. Mortalidad Natural tasa convencional o índices relacionados con abundancia de depredadores., tasa de explotación, puntos de referencia límites u objetivos.
	Se han definido los Puntos de referencia (con enfoque ecológico) de todas las poblaciones objetivo.	<b>Informes o publicaciones de las evaluaciones con puntos de referencia.</b>	<b>Estado</b>	Porcentaje de especies con punto de referencia con enfoque ecosistémico: Puntos de referencia con enfoque ecológico: Distribución por tallas, zonas de alimentación y crianza, zonas de reproducción, porcentaje de distribución de abundancia por período (mes, trimestre, talla). Periodos de reproducción y dinámica de la población (biomasa del stock desovante o índice de abundancia del stock desovante. Biomasa del stock reclutado o índice de abundancia del stock reclutado, madurez sexual, talla de primera madurez, índice gonadosomático, alimentación, nivel trófico, crecimiento (k, linf, to), relación peso-longitud, migración (tasas convencionales o índices).
Se tiene conocimiento científico sobre las especies asociadas.	Se han evaluado las interacciones ecológicas de especies no objetivo.	<b>Publicaciones o informes sobre las especies no objetivo.</b>	<b>Presión</b>	Número de publicaciones o informes sobre especies no objetivo: No. de especies y biomasa. Porcentaje de distribución de abundancia por periodos (mes, trimestre, año).
Existe una estrategia conjunta para el manejo de las pesquerías con un enfoque ecosistémico.	Existe un comité de investigación para el manejo de pesquerías con enfoque ecosistémico que agrupa a investigadores e instituciones involucradas en el manejo e investigación.	<b>Constitución del comité.</b>	<b>Respuesta</b>	Formalización del comité, Acuerdos establecidos y Actividades realizadas.

### V.3.3. Componente ecológico

Objetivos	Metas	Indicadores	Marco ordenador	Parámetros
Organización Conservar la estructura del ecosistema a todos los niveles de organización biológica, a fin de mantener la biodiversidad y la resiliencia natural del ecosistema.	Mantener la biodiversidad.	<b>Diversidad biológica:</b>	<b>Estado</b>	Diversidad de Comunidades. Diversidad de poblaciones. Diversidad de especies. Diversidad genética. Especies Invasoras.
	Mantener la distribución de especies.	<b>Distribución de especies:</b>	<b>Estado</b>	Distribución horizontal (discontinua agregada). Distribución vertical (red alimentaria, estructura trófica).
	Mantener la abundancia de especies.	<b>Abundancia.</b>	<b>Estado</b>	Biomasa (poblaciones clave). Número de individuos (mamíferos marinos). Densidad (vegetación sumergida y organismos bentónicos).
Conservar la función de cada componente del ecosistema a fin de mantener el rol del ecosistema en la red alimentaria y su contribución a la productividad global.	Mantener la producción primaria y la reproducción.	<b>Producción y Reproducción.</b>	<b>Estado</b>	Productividad primaria: cantidad (biomasa) y calidad. Productividad secundaria. Estadios del ciclo vital. Parámetros reproductivos. Índices de supervivencia de la progenie. Tiempo de vida promedio de una generación (longevidad).
	Mantener las interacciones tróficas.	<b>Interacciones tróficas.</b>	<b>Estado</b>	Complejidad de la red alimentaria. Interacciones clave predador-presa. Especies clave y Rango de tamaños
	Mantener los índices de mortalidad por debajo de los umbrales.	<b>Mortalidad.</b>	<b>Presión</b>	Mortalidad por pesca. Mortalidad incidental (por captura accesoria). Mortalidad natural (depredación, enfermedad)



Objetivos	Metas	Indicadores	Marco ordenador	Parámetros
Conservar las propiedades geológicas, físicas y químicas del ecosistema a fin de mantener la calidad global del medio ambiente.	Mantener la salud de las especies.	<b>Salud de las especies.</b>	<b>Presión</b>	Especies en peligro de extinción. Bioacumulación de compuestos tóxicos. Enfermedades y anomalías. Calidad de los recursos marinos.
	Mantener la calidad del agua y los sedimentos.	<b>Calidad del agua.</b>	<b>Presión</b>	Propiedades de la columna de agua. Procesos y variabilidad oceanográficos y cambios de régimen. Sedimentación (e.g. transporte de sedimentos suspendidos). Contaminantes. Parámetros de eutrofización.
	Mantener la calidad de los hábitats.	<b>Calidad del hábitat.</b>	<b>Presión</b>	Tipos de hábitats. Alteración de hábitat. Cambio del nivel del mar. Integridad del paisaje y del fondo marino. Calidad de sedimentos (naturaleza y propiedades). Organización y orden (sostenibilidad del ecosistema).

### V.3.4. Componente de gobernanza

Objetivos	Metas	Indicadores	Marco ordenador	Parámetros
Garantizar arreglos adecuados en materia institucional, política y jurídica.	Asegurar la coordinación y coherencia de las autoridades y políticas administrativas.	<b>Existencia y operatividad de un mecanismo de coordinación representativo de EEP.</b>	<b>Respuesta</b>	Existe un mecanismo de coordinación, El mecanismo de coordinación está operativo, Efectos directos e influencia del mecanismo de coordinación.
	Apoyar el manejo integrado a través de legislación y regulaciones adecuadas.	<b>Existencia e idoneidad de la legislación sobre EEP.</b>	<b>Respuesta</b>	Existe legislación en materia de recursos costeros y marinos, Idoneidad de la Legislación sobre EEP.
	Valorar los impactos ambientales de las políticas, los planes, programas y proyectos.	<b>Procedimientos para planes programas y proyectos en EEP.</b>	<b>Respuesta</b>	Empleo de procedimientos para el desarrollo de turismo costero.
	Resolver los conflictos sobre el espacio y los recursos costeros.	<b>Existencia operatividad de un mecanismo de resolución de conflictos.</b>	<b>Respuesta</b>	Partes interesadas en temas clave, procedimientos y mecanismos acordados para resolución de conflictos, cambios en la proporción de conflictos mitigados, resueltos o impedimentos evitados, cambios generales en el número de conflictos.
Garantizar procesos de manejo y una implementación adecuados.	Manejar el borde costero a través de planes integrados.	<b>Existencia, estado y cobertura de planes EEP.</b>	<b>Respuesta</b>	Existencia y estado de los planes EEP, características de estos planes, extensión del litoral cubierto.
	Garantizar la implementación y el cumplimiento de planes y acciones de EEP	<b>Manejo activo en áreas cubiertas por planes EEP.</b>	<b>Respuesta</b>	Grado de implementación de los planes, acciones y proyectos EEP, incluida la infraestructura necesaria, procedimientos, herramientas jurídicas, sistemas de monitoreo y de sanción aplicados para garantizar el cumplimiento de los planes y acciones EEP, grado de cumplimiento de los planes EEP.
	Realizar trabajos rutinarios de monitoreo, evaluación y ajuste EEP.	<b>Monitoreo, evaluación y ajuste rutinarios de las iniciativas EEP.</b>	<b>Respuesta</b>	Existencia de un sistema operativo para el monitoreo y la evaluación, con sus indicadores correspondientes, consideración de los resultados en iniciativas EEP, ajustes realizados en iniciativas EEP.



Objetivos	Metas	Indicadores	Marco ordenador	Parámetros
Mejorar la información, los conocimientos, la sensibilización y la participación.	Apoyar EEP mediante estructuras administrativas sostenibles.	<i>Disponibilidad y asignación sostenibles de recursos humanos, técnicos y financieros para EEP, incluido el establecimiento de recursos adicionales.</i>	<i>Respuesta</i>	Personal, presupuesto, infraestructura.
	Asegurar que los responsables de la toma de decisiones de manejo disponen de información científica.	<i>Existencia, divulgación y aplicación de investigaciones e informaciones científicas relativas al EEP.</i>	<i>Respuesta</i>	Existencia de estudios de investigación y publicaciones científicas, conclusión de una valoración de diagnóstico que identifique las causas de raíz de la degradación costera y marina y que identifique intervenciones prioritarias, existencia y divulgación de un reporte sobre el estado de la costa, existencia y operatividad de un organismo científico asesor, existencia y operatividad de un sistema de monitoreo rutinario para el medio marino y costero, incorporación en el EEP de los insumos procedentes de investigación científica y de la valoración de diagnóstico, sección sobre el medio ambiente costero y marino en el reporte periódico sobre el estado del medio ambiente, realización de actos mediáticos que cubran temas pesqueros.
	Asegurar el apoyo sostenible de las partes interesadas comprometidas.	<i>Grado de participación de las partes interesadas y satisfacción con los procesos de toma de decisiones.</i>	<i>Respuesta</i>	Grado de participación de las partes interesadas, grado de satisfacción de las partes interesadas con su participación y los efectos directos del EEP.
	Asegurar la participación de ONGs y OBCs.	<i>Existencia y grado de actividad de las ONGs en apoyo al EEP.</i>	<i>Respuesta</i>	Existencia y características de las ONGs activas en el EEP, grado de actividad de las ONG.
	Asegurar niveles adecuados o formación superior y preparación profesional en EEP.	<i>Incorporación del EEP en los planes de estudio de formación y capacitación y en los ciclos de formación de responsables del EEP.</i>	<i>Respuesta</i>	Programa de formación y capacitación que incorporan al EEP, personas que hayan finalizado programas de formación y capacitación en EEP, empleo de personas con formación y capacitación en EEP.



Objetivos	Metas	Indicadores	Marco ordenador	Parámetros
Lograr la transversalidad del EEP en el desarrollo sustentable; lograr la transversalidad de los instrumentos económicos.	Posibilitar y apoyar EEP a través de tecnología, incluida la tecnología inocua para el ambiente.	<b><i>Empleo de tecnología, incluida la inocua para el ambiente a fin de posibilitar y apoyar al EEP.</i></b>	<b><i>Respuesta</i></b>	Disponibilidad de tecnología a un costo aceptable que posibilite y apoye al EEP, grado de empleo de la tecnología que posibilite y apoye el EEP, nivel de coordinación de la Tecnología que posibilite y apoye el EEP.
	Incorporar instrumentos económicos en políticas de manejo de pesquerías.	<b><i>Empleo de instrumentos económicos en apoyo al EEP.</i></b>	<b><i>Respuesta</i></b>	Disponibilidad de instrumentos económicos incluidos certificados de calidad ambiental en combinación con instrumentos de regulación, nivel de implementación y cumplimiento de los instrumentos económicos.
	Lograr la transversalidad del manejo de la pesquería y el ecosistema en el desarrollo sustentable.	<b><i>Incorporación de EEP en una estrategia de desarrollo sostenible.</i></b>	<b><i>Respuesta</i></b>	Existencia de una estrategia de desarrollo sostenible o Agenda 21 con capítulo de EEP, nivel de implementación del capítulo del EEP de la estrategia de desarrollo sostenible o Agenda 21.



# Propuesta de indicadores para el enfoque ecosistémico en las pesquerías de la península de Yucatán y ejemplo de aplicación en el concepto “Nivel de referencia del ecosistema”

## VI

### VI.1 Caso de estudio: la pesquería de pulpo

#### VI.1.1 Introducción

La pesquería de pulpo es una de las más importantes del Golfo de México. Sus capturas datan desde finales de los años 40s. Sus primeras investigaciones provienen de los años 60s. Es un recurso bien apreciado en los mercados local, nacional e internacional, por lo que es sometido a fuertes presiones de pesca. Adicionalmente, es un recurso muy sensible a variaciones ambientales, principalmente de temperatura y disponibilidad de alimento. En este sentido las instituciones de investigación regionales han realizado grandes esfuerzos para avanzar en el conocimiento

de los diversos aspectos biológicos, ecológicos, sociales y económicos asociados. Esto con el objetivo de avanzar hacia un manejo adecuado y racional de la explotación. De esta forma, desde hace pocos años hay un intenso esfuerzo por aplicar todo el conocimiento para alcanzar la sustentabilidad del recurso aplicando un enfoque ecosistémico de su pesquería. Así, coordinado por el INAPESCA, se elaboró un plan de manejo del pulpo con el enfoque mencionado, el cual es la base de la información que se presenta a continuación.



### a) Especies Objetivo

La pesquería de pulpo en la península de Yucatán está basada en la explotación de dos especies: el pulpo rojo *Octopus maya* y el pulpo patón *Octopus vulgaris*. El pulpo rojo aporta la mayor parte de las capturas con el 62% del total (Castilla-Ventura & López-Rocha, 2010). Los tres estados de la península de Yucatán participan en esta pesquería, siendo Yucatán y Campeche los estados que aportan casi la totalidad de las capturas, con el 75% y 24% respectivamente (Castilla-Ventura & López-Rocha, 2010). La participación de Quintana Roo es muy limitada efectuándose la pesca sólo en la parte norte del estado en el límite del área de distribución del pulpo rojo.

El pulpo rojo es un depredador de tipo atacante que se alimenta de invertebrados como crustáceos, peces y otros cefalópodos. A su vez es depredado por grandes meros y pargos (Solís-Ramírez *et al.*, 1997). La composición de la dieta no cambia substancialmente con el incremento de la talla; solo se presenta una redistribución del papel de varios de los componentes presa, un decremento en el consumo de cangrejos y un incremento en el número de peces y moluscos (Solís-Ramírez *et al.*, 1997).

### b) Distribución y hábitat

El pulpo rojo es una especie endémica y se distribuye a lo largo de la plataforma continental de la península de Yucatán hasta profundidades de 32 brazas (58 m). Es una especie bentónica que presenta un desarrollo directo, carece de una fase larvaria. Habita en praderas de *Thalassia testudinum*, en conchas vacías de gasterópodos como *Strombus gigas*, *S. costatus* y *Pleuroploca gigantea*, así como en oquedades, cuevas y entre rocas coralinas que le sirven de refugio. Su distribución abarca desde las aguas adyacentes a Cd. del Carmen, Camp. hasta Isla Mujeres, Q. Roo (Solís-Ramírez, 1994; Van Heukelem, 1977).

El pulpo patón es una especie cosmopolita, ampliamente distribuida en mares tropicales y subtropicales del mundo. Puede encontrarse hasta profundidades de 150 m. Vive en aguas que presentan temperatu-

ras entre los 6° y 33°C, siendo más común entre los 10° y 30° C. En el Golfo de México forma parte de las pesquerías de la península de Yucatán y las zonas arrecifales de los puertos de Veracruz y Tuxpan. El desarrollo embrionario es indirecto, pasando por una fase larvaria también planctónica en un periodo que va de cinco a doce semanas antes de adoptar la vida bentónica (Solís-Ramírez, 1988).

El banco de Campeche está representado por la plataforma que rodea a la península de Yucatán. Limita con la línea de costa y con la isobata de 200 metros. El Banco de Campeche tiene un área de 50,000 millas náuticas cuadradas. El gradiente de profundidad es de 1 m por Km y se presentan sedimentos formados por proporciones variables de fango, arena y conchas, además de caracterizarse por la abundancia de bancos y arrecifes coralinos (García, 1980).

Por su situación geográfica, la plataforma de Yucatán se encuentra en la zona tropical del océano (Bogdanov, 1965). La región se encuentra en la zona de influencia de los alisios, los cuales traen aire tropical desde el este. El periodo de secas es de noviembre a mayo y el de lluvias de junio a octubre.

La dinámica de las aguas en la plataforma de Yucatán está determinada fundamentalmente por una de las ramas de la corriente de Yucatán, la cual penetra al banco de Campeche por el este, por otra parte, por una corriente que sigue a través de esta misma región, en profundidades mayores de 100 m, en dirección este, procedente del Golfo de Campeche –contra corriente- (Bogdanov, 1965; Bulanienkov & García, 1975).

Vasiliev y Serrano (1973) con base a un estudio de los datos de temperatura de las aguas en el Banco de 1965-1973, mostraron que existe una gran diferencia entre la parte norte y la región suroeste del banco de Campeche, cuya división se estableció en el meridiano 90° 10'. La diferencia entre ambas áreas se establece debido a que, basándose en temperaturas de fondo, en la región norte, las temperaturas muestran una disminución notable en los meses de verano, mientras que en la región suroeste, la tempe-

ratura en verano es más alta que en invierno. Esto se debe al afloramiento, entrada de agua fría al Banco, que se produce en la porción oriental del talud de la plataforma continental durante el verano (Bogdanov, 1965; Bulanienkov & García, 1975).

Bulanienkov y García (1975) hacen referencia a dos tipos de circulación o tendencias dinámicas sobre el Banco, causadas por cambios en la intensidad de la corriente de Yucatán que vierte aguas de menor temperatura sobre el Banco. El alcance de esta masa de agua está directamente relacionado con la fluctuación del borde oeste de la corriente de Yucatán, la cual durante el cambio de posición de este a oeste lleva al Banco, en forma de pulso, una parte de la masa de agua fría de alta mar. De esta manera, la intensidad del afloramiento dependerá del grado de proximidad del borde izquierdo de dicha corriente con el talud.

El patrón anual de temperatura de superficie presenta una estrecha relación con la temperatura del aire. Los máximos se obtienen en verano entre 28°C y 29.5°C y mínimos en invierno y principios de primavera con valores entre 25°C y 23.5°C. En el caso de la temperatura del agua del fondo los mínimos corresponden a primavera y verano, registrándose en julio un mínimo de 20.5°C (Piñeiro *et al.*, 2001).

En lo que se refiere a la distribución de tipos de fondo en el banco de Campeche, García y Gómez (1974) realizaron un estudio de la tipología general y los accidentes del fondo en todo el banco de Campeche. De acuerdo al trabajo efectuado, el Banco puede ser dividido en dos regiones: la primera que se extiende desde el estrecho de Yucatán hasta el norte de cayo Triángulo oeste y que se caracteriza por el predominio de los fondos coralinos y arenosos; y la segunda, que se extiende hacia el suroeste en la que predominan los fondos fangosos. Entre los accidentes más notables está la barrera coralina que se extiende desde Alacranes hasta cayo Arenas y cuya altura oscila entre 30 y 20 m.

### c) Fauna de acompañamiento

Por el tipo de arte de pesca, no hay especies de acompañamiento, en la captura.

### d) La pesquería

La pesca de pulpo se realiza utilizando el método campechano o “al garete”. Este consiste en dejar la embarcación a la deriva, arrastrando líneas de monofilamento o cordeles donde se fija la carnada (jaiba, *Callinectes spp.*; cangrejo moro, *Menippe mercenaria*, o cangrejo araña, *Libinia dubia*) atada al extremo libre de la línea. El otro extremo, no sumergido, se ata a uno de los costados de la embarcación y a dos “jimbas” (pértigas de bambú), parte de las cuales se fija a la embarcación y parte pende a proa y popa. Los alijos emplean jimbas de dos a tres metros y de seis a siete líneas, en tanto que la embarcación usada como nodriza usa jimbas de cuatro a cinco metros y 16 líneas (Arreguín- Sánchez *et al.*, 1987; Solís-Ramírez, 1962, 1967, 1991, 1994; Solís-Ramírez *et al.*, 1997). Este método de pesca se considera sustentable debido a que permite hacer una selección de las presas con talla legal o que no están aptas para ser aprovechadas y devolverlas a su hábitat sin daño alguno. Asimismo, por la conducta de las hembras, las cuales no se alimentan cuando están cuidando sus puestas, evitando ser capturadas al no ser atraídas por la carnada. Este método de extracción necesita de condiciones de viento y corrientes (superficiales y de fondo) adecuadas para hacer más eficiente la captura.

A lo largo de la península de Yucatán se reconoce la participación de tres flotas pesqueras (Salas *et al.*, 2009). Éstas son comúnmente denominadas como flotas mayor, mediana y menor. Las embarcaciones de la flota menor o artesanal miden entre 5.5 y 9.0 m de eslora y llevan a bordo entre uno y dos “alijos” o pangas de 3.0 m de eslora. La capacidad máxima de almacenaje de la flota menor es de 0.5 t y pueden llevar a bordo hasta cuatro pescadores durante un viaje de pesca cuya duración es de un día. La flota menor está distribuida a lo largo de la costa de la península de Yucatán en todos los puertos y localidades



pesqueras de la región. Se estima un total de 1 617 embarcaciones en el estado de Campeche y de 3 330 en el estado de Yucatán.

La flota mediana está constituida por un promedio de 25 embarcaciones las cuales tienen como puerto de operación base Dzilam de Bravo (Yucatán). Estas embarcaciones de 9 a 12 m de eslora realizan viajes de pesca de entre tres y cuatro días (Salas *et al.*, 2009). Las embarcaciones de la flota mayor tienen una eslora que varía entre los 12.0 y 22.0 m y actúan como nodrizas llevando a bordo entre siete y nueve alijos. Su capacidad de almacenaje es de 5.0 a 15.0 t. Viajan entre 10 y 12 personas, tres tripulantes y un pescador por cada alijo. Los viajes de pesca por lo general son entre 11 y 14 días. Además de servir como nodrizas, estas embarcaciones, por tener una mayor capacidad de navegación, pueden llegar a mayores profundidades (Pérez-Pérez *et al.*, 2006). La flota mayor participa con alrededor de 385 embarcaciones teniendo como puerto base principal Progreso (Yucatán) (Salas *et al.*, 2012).

Debido a las características de la distribución de las dos especies de pulpo, las flotas pesqueras inciden de manera diferenciada en las poblaciones. Las flotas menor y mediana, al tener una menor autonomía, ejercen el esfuerzo de pesca en zonas cercanas a la costa en el área de distribución del pulpo rojo, incidiendo casi exclusivamente sobre esta población. La flota mayor con una amplia zona de captura puede ejercer el esfuerzo de pesca a mayores profundidades, por lo que incide también de manera importante sobre la población del pulpo patón.

#### e) Estatus de la pesquería

Según la Carta Nacional Pesquera (CNP, 2012), la pesquería de pulpo ocupa el quinto lugar a nivel nacional por su valor comercial, superada por camarón, atún, mojarra y sardina. La producción en Yucatán para los últimos cinco años es variable y para Campeche estable. Para el periodo 1998-2008, el principal productor de pulpo fue el estado de Yucatán que aportó el 70%. En Yucatán participan actualmente 70 permisionarios

de flota de mediana altura, con 385 embarcaciones y 220 permisionarios de la flota menor que operan 3 372 embarcaciones, donde participan aproximadamente 15 000 pescadores. El otro productor importante es Campeche, que contribuyó con el 29% de la producción, durante el mismo periodo. En Campeche, están registrados 379 permisos de pesca que amparan 1 749 embarcaciones menores, 1 248 alijos y 10 embarcaciones de mediana altura, donde participan aproximadamente 5 000 pescadores. El 1% de la producción restante está distribuida entre los estados de Quintana Roo y Veracruz. En la costa norte de Quintana Roo (Holbox, Isla Mujeres y Cancún), existen 18 permisionarios que operan 323 embarcaciones menores. La Captura Por Unidad de Esfuerzo en Yucatán es de 24 kg/pescador/día; en Campeche de 25 kg/pescador/día y en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) es de 7 kg/pescador/día.

Asimismo se establece que *O. maya* está aprovechado al máximo desarrollo sostenible y *O. vulgaris* tiene posibilidades de desarrollo, dado que sus capturas han sido realizadas en profundidades menores de 36 m, pudiendo ser capturado hasta 150 m.

#### f) Tendencias históricas

Aun cuando la captura de *O. maya* en Campeche inicia sus registros desde los años 40s con 50 t y que en 1965 alcanzó 1 371 t; en 1970 se observa la primera disminución importante (Solís-Ramírez *et al.*, 1997). Esta situación ocasionó la incursión de los pescadores campechanos a las aguas de Celestún de donde obtuvieron 304 t (Solís-Ramírez, 1975), marcando el inicio de la pesquería en los litorales yucatecos. La tendencia de la captura en Yucatán y Campeche, registra grandes fluctuaciones a nivel anual. A partir de 1979 Yucatán domina la producción (5 000-7 000 t anuales) y para 1996 casi se alcanzan las 20 000 toneladas, incluyendo las dos especies de pulpo de Yucatán. En Campeche oscilaron alrededor de las 2 500 t anuales, con un máximo de casi 7 000 t en 2001 y en 2009 se obtuvieron 3 900 t. (SAGARPA).

La variabilidad en las capturas, obedece a varios factores; en Yucatán, se ha señalado que los efectos meteorológicos como huracanes aparentemente han tenido un fuerte impacto en el recurso y la actividad pesquera (Pérez-Pérez *et al.*, 2006; Salas *et al.*, 2006; Salas *et al.*, 2009). Así mismo, cambios en las condiciones de mercado igualmente parecen tener un efecto en las tendencias de la captura (Salas *et al.*, 2009). Los valores promedio entre los años 1996 y 2007 en Yucatán de 8 000 t, aunque en 1995 se reportaron casi 19 000 t. Este periodo coincide con el cierre en las pesquerías de Marruecos a la exportación por lo que mercados europeos se orientaron a México (Salas *et al.*, 2006). Durante 2004 a 2007, las capturas fueron altamente variables, iniciando con más de 17 400 t en 2004 y alcanzando solamente 4 900 t en 2005. Nuevos incrementos y decrementos se observaron en años posteriores, hasta alcanzar casi nuevamente 19 000 t en 2009 (Ramos Miranda *et al.*, 2012).

#### g) Disponibilidad del recurso

Una de las acciones para mantener regulada la explotación del recurso en la península de Yucatán, son las evaluaciones de la población del pulpo *O. maya* que INAPESCA realiza con el fin de establecer la cuota de captura por año, desde 2001 (tabla 16), que permita

optimizar la explotación del recurso y en función de esto expedir los permisos (Cervera Cervera, 2009).

#### h) Manejo pesquero

El manejo de la pesquería se ha llevado a cabo desde su inicio con un enfoque monoespecífico, incluso aun con el reconocimiento de que son dos las especies objetivo, las medidas de manejo se sustentan exclusivamente en investigaciones sobre el pulpo rojo.

Existen dos Normas Oficiales Mexicanas que inciden sobre la pesquería: la NOM-008-PESC-1993 y la NOM-009-PESC-1993. La primera conforme a los siguientes términos: se aplica a las especies de pulpo (*O. maya* y *O. vulgaris*), en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y mar Caribe. Se establece una talla mínima de 110 mm de longitud del manto para la captura de las dos especies de pulpo, la prohibición del buceo con gancho, el establecimiento de cuotas de captura por región para cada temporada de pesca, y los límites permisibles del esfuerzo pesquero. La segunda norma establece un período de veda de reproducción que va del 16 diciembre al 31 julio de cada año.

Sin embargo, se ha reportado que las medidas de regulación no son respetadas debido a una alta presencia de tallas sub-legales en las capturas, una alta incidencia de hembras en las capturas al inicio

Tabla 16. Resultados de las evaluaciones de la población de *Octopus maya*, realizadas por el INAPESCA en diferentes años.

Año	Densidad (ind/km <sup>2</sup> )	Peso promedio (kg)	Biomasa estimada (ton)	Cuota de captura (ton)	Referencia
2001	1 945	0.338	17 736	13 000	Wakida <i>et al.</i> , 2001
2002	1 659	0.614	22 737	13 000	Solana Sansores <i>et al.</i> , 2002
2003	1 884	0.136	25 017	11 000	Wakida <i>et al.</i> , 2003
2004	1 968	0.607	25 944	12 000	Pérez Pérez <i>et al.</i> , 2004
2005	1 482	0.847	23,943	11 972	Solana Sansores <i>et al.</i> , 2005
2006	2 270	0.711	26 114	11 270	Pérez Pérez <i>et al.</i> , 2006
2007	1 767	0.767	20 753	12 200	Pérez Pérez <i>et al.</i> , 2007
2008	1 573	0.673	16,219	8,100	Pérez Pérez <i>et al.</i> , 2008

de temporada, la tendencia de rebasar las cuotas de captura y el uso de artes de pesca restringidos (Salas *et al.*, 2009).

### VI.1.2 Nueva aproximación: Manejo basado en el concepto “nivel de referencia del ecosistema” pulpo

Una de las medidas de manejo pesquero utilizadas convencionalmente es la tasa de captura que define el límite máximo de la proporción del stock que puede ser capturada y que permite la renovación de la población dentro niveles sustentables. Suponiendo con ello que al mismo tiempo se mantiene un ecosistema sostenible y cuya práctica podría ser definida como “manejo de la pesca en el contexto del ecosistema”. En el presente manual se propone como medida de manejo la definición de tasas de captura óptimas desde una perspectiva del ecosistema (holística) que podría definirse como “manejo del ecosistema en el contexto de la pesca” y que significa definir un nivel de referencia del ecosistema, que implica límites de

pesca para mantener un ecosistema sustentable; y sobre esa base definir los límites de pesca para los recursos individuales utilizando la captura/biomasa (C/B) (Arreguín-Sánchez *et al.*, 2013).

El nivel de referencia del ecosistema estará en función de los indicadores de organización y orden (sostenibilidad) del ecosistema y que significa “utilizar los recursos del ecosistema de manera proporcional a su capacidad de producción para no perturbar su organización y función” (= sostenibilidad a nivel ecosistema)”

En el caso de la pesquería de pulpo se recomienda una tasa de captura máxima promedio de 40% de la biomasa existente (figura 11) según el modelo de simulación de proporción de cambio del ecosistema, aumento en orden (organización – función) y aumento en entropía (degradación) según la tasa de perturbación (proporción de biomasa removida), y el nivel trófico de la especie.

El pulpo tiende a ser un predador de nivel trófico más bien alto, pero es una especie de corta longe-

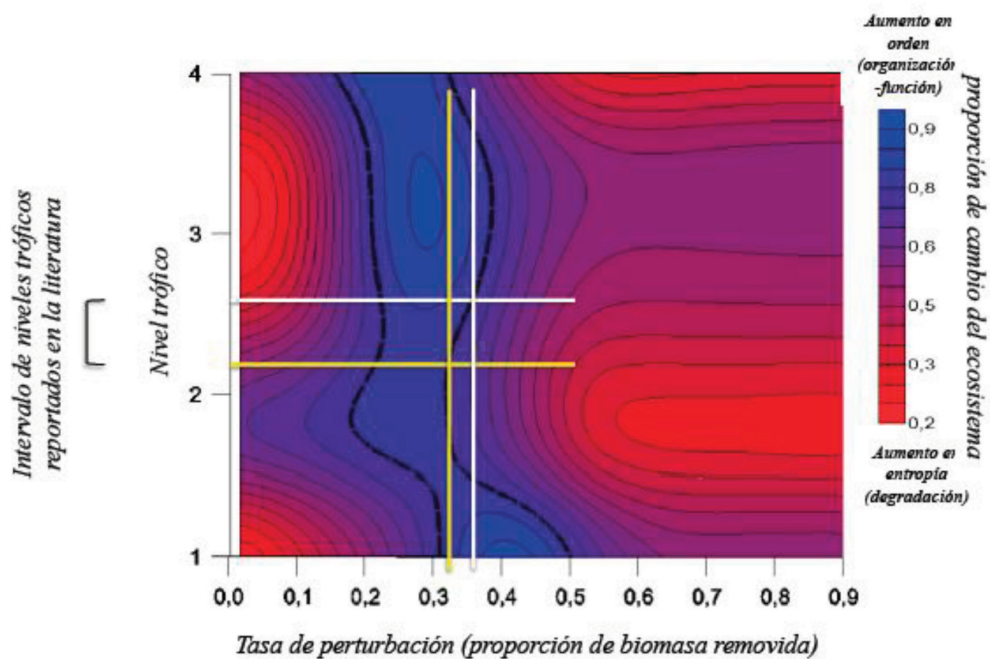


Figura 11. Tasa de captura máxima recomendada para pulpo (40%) tomando en cuenta el nivel de referencia del ecosistema.



vidad; es relativamente poco fecundo pero presenta cuidado parental sobre huevos. Esta estrategia resulta eficiente en términos de su tasa de renovación. Tiene predadores pero no es una especie forraje.

El modelo de manejo sugerido es insensible a los cambios de abundancia de las especies en el ecosistema debido a causas naturales. Partiendo de esta premisa se tendría que monitorear la población y, antes de las temporadas de veda, estimar existencias y calcular la captura permisible.

La administración del esfuerzo de pesca durante la temporada podría hacerse a través de estrategias como “escape proporcional constante”. El monitoreo continuo es de vital importancia.

Con el mismo criterio con el cual se realiza esta definición de tasas de capturas desde una perspectiva holística (ecosistema), debería hacerse para todas las especies comerciales.

La base de la recomendación es que se respeten las tasas máximas permisibles (límites) para mantener la sustentabilidad del ecosistema; si solo se establecen para un par de especies y no para el resto, y algunas otras se explotan más allá del límite definido, con estos criterios probablemente no tenga el efecto esperado.

## VI . 2 Caso de estudio: camarón siete barbas

### VI.2. 1 Introducción

Diversos esfuerzos han sido realizados por instituciones e investigadores trabajando directamente sobre la pesquería del recurso o sobre el área de estudio (Laguna de Términos y zona costera del litoral de Campeche y Tabasco). En este contexto, en los párrafos siguientes se reproducen algunos de los avances realizados y concentrados en el documento: “Hacia el Plan de Manejo de la pesquería del camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862), Flores Hernández *et al.* (2012). Estos autores realizaron un documento que concentra una gran cantidad de información en todos los ámbitos del Plan de Manejo. Aunque el esfuerzo ha sido importante, aún no se ha aterrizado el manejo ecosistémico como lo señaló (Hernández, 2013). Para este estudio de caso, se retoman los planteamientos de Manejo Ecosistémico de Pesquerías realizado y conducido por diversas instituciones incluyendo la coordinación del INAPESCA.

### a) Especie objetivo

La explotación del recurso esta basada en una sola especie (*Xiphopeaeus kroyeri*). Se ha tenido un avance significativo en los aspectos biológicos del recurso camarón siete barbas, los cuales se encuentran señalados en Flores Hernández *et al.* (2012) descrito anteriormente y que se sugiere consultar para mayor información sobre la especie. El camarón siete barbas es una especie de crecimiento rápido, madurez gonádica temprana y longevidad baja. Se encuentra en el segundo eslabon de la cadena trófica y se alimenta de rotíferos, briozuarios, políquitos, foraminíferos y pequeños crustáceos, además de materia orgánica (Cortés & Criales, 1990). Núñez y Wakida (1997) señalan que el crecimiento de esta especie, es rápido en los meses de mayo a noviembre, época más cálida en esta región, y lento entre diciembre a abril. Los valores de los parámetros del modelo ajustado fueron (sexos combinados)  $L\alpha = 137$  mm LT y  $K = 2.3$



(por año), con los valores de  $C = 0.9$  y  $WP = 0.15$  para los parámetros que determinan el comportamiento oscilatorio estacional de la curva de crecimiento. Otros estudios realizados por Flores Hernández *et al.* (2006) señalaron la presencia de una cohorte en mayo con parámetros de crecimiento:  $L_{\infty} = 13.33$  cm,  $K = 1.0$  años y  $t_0 = -0.023$  años, obtenidos para valores de estacionalidad de  $C = 0.5$  y  $WP = 0.92$  con  $R_n = 0.052$  por el modelo de von Bertalanffy.

A nivel sexo, también se realizaron estudios de crecimiento que pueden ser consultados en el documento de Flores Hernández *et al.* (2012). En cuanto a la reproducción, para el período de 1995 a 1997, Núñez y Wakida (1997) determinaron las épocas de reproducción, definidas como aquellos meses con los mayores porcentajes de hembras en fase IV de maduración gonádica y talla igual o mayor que la media de primera madurez (8.8 cm). Se reproduce durante todo el año, pero se presentan dos máximos, uno de febrero a marzo y el otro de junio a septiembre. Flores Hernández *et al.* (2006) determinaron la proporción de sexos por clase de talla y de manera mensual durante 2005-2006. A nivel talla la relación general obtenida fue de 1.1:1 observando que entre 3.5-8.5 cm tendió a ser de 1:1.

Para el período de 1994 a 1996, Núñez y Wakida (1997) estimaron coeficientes de mortalidad promedio de  $M = 0.9$ ,  $F = 1.38$  y  $Z = 2.28$ , en todos los casos por mes para organismos de ambos sexos. Estos valores implican que las cohortes de siete barbas presentaron una sobrevivencia de entre 10 y 41% por mes después del reclutamiento y que, dependiendo de la fuerza de la cohorte, sobrevivieron con números apreciables aproximadamente de dos a cinco meses después del reclutamiento.

Respecto a la mortalidad, Flores Hernández *et al.* (2006) determinaron la mortalidad total ( $Z = 4.74$ ), considerando ambos sexos, con una mortalidad natural ( $M$ ) y por pesca ( $F$ ) de 2.213 y 2.527, respectivamente. Para las hembras, el valor de  $M$  fue de 2.21 y de  $F = 2.23$  y mortalidad total  $Z = 4.44$ ; y finalmente para los machos los valores fueron:  $M = 2.41$ ,  $F = 3.24$  y

$Z = 5.65$ , el cual es ligeramente más alto que el de las hembras.

En cuanto al reclutamiento, Flores Hernández *et al.* (2006) señalan que considerando ambos sexos existen dos épocas de reclutamiento en la misma zona; la primera entre marzo-abril (donde las tallas se encontraron entre 7.75 y 8.25 cm) con un porcentaje aproximado de 10% de los individuos y el segundo en agosto-septiembre (tallas 6.25-8.25 cm) con casi el 20%, el cual sería la época más importante para el reclutamiento de la especie.

#### **b) Distribución y hábitat**

Sobre los aspectos de distribución de esta especie se han realizado varias observaciones que incluyen las preferencias por el hábitat. Según Fischer (1978); Hendrickx (1995) y Pérez-Farfante y Kensley (1997), se distribuye geográficamente en áreas arrecifales del Golfo de México y Mar Caribe incluyendo las Antillas y a lo largo de la costa Atlántica de Sudamérica extendiéndose hasta punta de Zimbros (Brasil), habitando aguas costeras hasta profundidades de 70 m; se relaciona a fondos lodosos y arenosos (Rodríguez, 1993; Lins Oliveira, 1991). Se considera que su distribución, presencia y abundancia al interior de las lagunas y estuarios, está relacionada a los incrementos en la salinidad, modificados por la dinámica propia de los sistemas (Vendeville & L'homme, 1997).

Para el sur del Golfo de México, Zarur (1961) y Román Contreras (1988) señalan que *X. kroyeri* está poco representado en el interior de la laguna de Términos y se ubica exclusivamente en la boca de Atasta y boca del Carmen. Por otra parte, se ha señalado que la distribución de la especie en la laguna de Términos sigue un régimen fluvial, concentrándose al sur y sureste, en áreas con la mayor influencia dulceacuícola (Signoret, 1974; Aguilar Sierra, 1985; Mex Gasca, 2002) y que está asociada a la distribución del camarón blanco *L. setiferus*, Gracia (1989). Núñez y Wakida (1997) determinaron la densidad en el área de pesca y señalan que los valores de concentración mensual (densidad) en toda el área de estudio fluc-

tuaron entre cero y 475.8 kg por Km<sup>2</sup> y en general fueron mayores en los estratos de dos y cuatro brazas de profundidad. También se observaron cambios en las concentraciones de abundancia a nivel temporal y a distintas profundidades. Para mayor detalles ver Flores Hernández *et al.* (2012).

El área de pesca presenta una alta variabilidad de salinidad de 6.8 en la desembocadura de ríos hasta 34.7 en la zona marina (Ramos Miranda *et al.*, 2005). Los sedimentos en la zona son biogénicos en un 90% y el restante 10% es de origen terrígeno proveniente de los ríos (Yáñez-Correa, 1971). El oleaje a lo largo de la costa Tabasco-Campeche proviene principalmente del noroeste y del sureste. La altura de las olas alcanza promedios de 0.5 a 0.9 m, en 3 y 5 m de profundidad, hacia mar abierto de isla del Carmen.

#### c) Fauna de acompañamiento

La fauna de acompañamiento de la pesquería ha sido estudiada por varios autores (Nuñez & Wakida, 1997; Ayala Pérez *et al.* (2005); Flores Hernández *et al.* (2007).

Entre febrero de 2003 y febrero de 2004, se determinaron un total de 94 especies de peces agrupadas en 63 géneros, 35 familias y 12 órdenes. El orden Perciformes fué el más representado con 15 familias, destacaron la familia Sciaenidae con 7 géneros y 11 especies. Las cuales fueron muy abundantes en número de individuos (24 767) y peso (337.4 kg) y representaron el 51% y 60% respectivamente de la captura total. Entre estas especies, el bagre *Cathorops melanopus* fué la más abundante, 42% en número y 46% en peso con amplia distribución y preferencia bien localizada, otras estimación has sido realizadas por los mismos autores y pueden ser consultadas en estos trabajos. Así mismo varios índices ecológicos de diversidad han sido estudiados por estos autores, mostrando la amplia información ya obtenida derivada de esta pesquería.

#### d) La pesquería

El camarón siete barbas, es explotado casi exclusivamente por la flota ribereña, ya que las capturas son

bajas por la flota camaronera de altura. El área de pesca de esta especie es la zona costera de Tabasco y Campeche incluyendo la zona suroeste de la laguna de Términos (Wakida & Núñez, 2003). Parte de esta región ha sido señalada como un importante criadero de diversas especies, de tal manera que la región de la Laguna de Términos, fue decretada Área Natural de Protección de Flora y Fauna en 1997 (INE, 1997). En esta región, este recurso ha adquirido importancia desde el punto de vista social debido al número de empleos directos que ha adquirido esta actividad. Esta pesquería inicio oficialmente sus actividades como pesca de fomento en 1997 y fue declarada como pesca formal en 1998 y da empleo a por lo menos a 741 personas de Isla del Carmen, En 1996, la captura obtenida de *X. kroyeri* entre isla del Carmen y Atasta (zona donde se concentra la actividad pesquera sobre) representó el 1.4% de la producción nacional camaronera. Actualmente se encuentra explotado a su máxima capacidad (SAGARPA, 2011).

#### e) Estatus de la pesquería

Tradicionalmente, la actividad pesquera ha sido la base económica de las comunidades asentadas en los alrededores de la laguna de Términos y alcanzó su pleno auge en la década de los cuarenta; la pesca de camarón es el eje económico de la región, le sigue la escama y el ostión. La importancia relativa de esta zona ha variado de manera significativa en los últimos diez años, cuando la sonda de Campeche comenzó a aportar más del 50% del volumen de captura en el litoral y pasó a ocupar el segundo puesto con un 22% en 1998. Las especies de mayor importancia eran el camarón blanco (*L. setiferus*) y el rosado (*F. duorarum*), con un 18 y 41% respectivamente; el camarón café (*P. aztecus*) aportó un 38% de las capturas. Otras especies como el siete barbas (*X. kroyeri*) aportó cerca de 1 700 toneladas en 1999, para la región de la isla del Carmen, por lo que prometía reemplazar a las otras especies de camarón al bajar las capturas de éstas.



Actualmente la actividad pesquera en el estado de Campeche se encuentra en crisis, cuyos orígenes son de carácter económico y ecológico. Existe una tendencia descendente en el rendimiento de la flota camaronera del Golfo de México en los últimos años. Esto puede atribuirse a un incremento en el esfuerzo pesquero sobre los recursos en zonas protegidas, disminución del esfuerzo de la flota de altura y la reducción del área de pesca por expansión de la infraestructura petrolera en la Sonda de Campeche. La captura de camarón con redes de arrastre causa un fuerte impacto o mortalidad sobre otros componentes de la comunidad y la expansión de actividades productivas en la franja del litoral de Campeche ha contribuido a alterar los ecosistemas y aumentar la incidencia de contaminantes, mermando la calidad de las aguas costeras. Por otra parte, las redes de arrastre provocan la alteración mecánica del sustrato, como en las zonas de vegetación sumergida de pastos marinos, que son utilizados por numerosas especies como zonas de refugio.

Otros factores que afectan a la actividad pesquera en la región son de carácter de ordenamiento del uso de las zonas costera y marina. La zona costera ha considerado formas y modos de producción dominantes en la región que han sido determinantes en los cambios sociales y ambientales que se tienen en la zona, poniendo en peligro los ecosistemas terrestres y acuáticos por el uso irracional y desmesurado de los recursos naturales.

Para determinar el número de lanchas que podrían realizar el número óptimo de viajes se compararon gráficamente las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) y su promedio durante todas las fases de la pesca de fomento (CPUE prom.); además, del número de lanchas que reportaron captura por mes. Otro método se utilizó para determinar el esfuerzo óptimo para alcanzar el Máximo rendimiento sostenible biológico estimado. Al comparar las curvas de CPUE, CPUE prom. y el número de lanchas que reportaron producción mensualmente se observaron dos períodos, uno de diciembre de 1994 a febrero de 1996

se apreció que la captura por unidad de esfuerzo se mantuvo estable entre 68 y 85 kg/viaje y de forma similar el número de lanchas, entre 154 y 176 lanchas. En el segundo, de marzo de 1996 a abril de 1997 se observó una tendencia negativa en cuanto a la CPUE, de 91 a 26 kg/viaje y un aumento en el número de lanchas, con un máximo de 274 y un promedio de 193. Con estos resultados se estimó que el número de lanchas "óptimo" entre 158 y 200 lanchas (Núñez & Wakida, 1997). Se calculó que el máximo rendimiento sostenible biológico se alcanzaría realizando sólo 31 000 viajes de pesca al año. Si se supone que cada mes una lancha realiza 25 viajes y la temporada de pesca fuera de seis meses.

Núñez Márquez y Wakida Kusunoki (2002) analizaron los efectos de la veda del 2000 y 2001 sobre la población y la pesca de camarón siete barbas de Campeche, reportando capturas de 2000 toneladas de camarón entero por temporada, que han llegado a representar el 6% de la producción de camarón del Golfo de México. SAGARPA (2005) señala que entre el año 2000 y el 2004 la captura de siete barbas ha empezado a disminuir hacia los niveles que tenía durante la pesca de fomento (1 300 ton) y los muestreos directos de la población de camarón en la zona de pesca de la flota principal, realizados por el INP conjuntamente con los pescadores ribereños, señalan que a pesar de que la reproducción del recurso ha aumentado notablemente en las tres últimas vedas el reclutamiento de camarones jóvenes y la abundancia consecuente han tendido a disminuir en el mismo período. Lo mencionado concuerda con lo reportado en los siguientes estudios: Mex Gasca (2002) menciona que la especie se encuentra en un intenso nivel de explotación (Tasa de explotación E), siendo las hembras ligeramente más explotadas (hembras  $E=0.60$  y machos  $E=0.48$ ), producto de su mayor vulnerabilidad por ser de mayor talla. Flores Hernández *et al.* (2004) realizaron un estudio sobre la flota ribereña de Campeche en la temporada de pesca 2003-2004 y determinaron que los desembarques están disminuyendo con respecto a la captura promedio (1 500

ton/año). Núñez Márquez (2004) estudió algunas relaciones entre la población y la pesca de dicha especie durante el ciclo de veda-pesca mayo 2002-abril 2003 y menciona que después de la veda las mayores capturas se obtuvieron en febrero y marzo con el mayor esfuerzo de pesca, pero con el menor rendimiento. Ramos Miranda *et al.* (2005) determinaron que el esfuerzo de pesca se encuentra en el nivel máximo, impactando a organismos que no han alcanzado la primera madurez gonádica. En este sentido, la Carta Nacional Pesquera (2006) reporta que el recurso está en su nivel máximo sostenible. Wakida Kusunoki (2005) realizaron una evaluación de la pesquería mediante un modelo de biomasa dinámica para el período de 1994 a 2004 e indican que los niveles de captura y esfuerzo de pesca en los últimos años fueron excesivamente elevados, concluyendo que la población del camarón siete barbas se encuentra explotada a su máxima capacidad y recomiendan reducir los niveles de captura y de esfuerzo actuales para evitar la sobrepesca y recuperar los niveles de biomasa. En otro estudio biológico-pesquero para el período 1995-2004, se analizaron las tendencias mensuales y anuales de la captura reportada en avisos de arribo y se estimaron la proporción de sexos y la talla media de captura por sexo, por mes y por zona de pesca y se realizó un análisis de pseudocohortes por clase de longitud utilizando el software ANALEN para estimar mortalidad por pesca (F) y tasa de explotación (E). Los valores de tasa de explotación por sexo ligeramente mayores que 0.5 ( $E = 0.58$  para las hembras y  $E = 0.51$  para machos) permitió concluir que ya no es posible aumentar el esfuerzo de pesca sin poner en riesgo a la población (Ramos-Miranda *et al.*, 2005). Esto significa que probablemente el recurso pudiera estar más cerca de la sobreexplotación que en el nivel máximo, debido a la incertidumbre existente sobre las estadísticas pesqueras. Pérez Sánchez (2007) reporta que en la temporada 2006 la actividad llegó a niveles de sobreexplotación del recurso ( $E > 0.5$ ), señalando que es conveniente mantener los mecanismos de regulación del recurso y sobre todo no aumentar el es-

fuerzo pesquero. Flores Hernández *et al.* (2008) analizaron muestras de la composición por tallas de la población, obtenidas mediante muestreos directos de febrero de 2006 a enero de 2007, utilizaron las rutinas de FISAT para estimar crecimiento individual, mortalidad total, mortalidad natural, tasa de explotación (E) y rendimiento máximo sostenible (RMS). Uno de los resultados de RMS (1 980 t) cercano a la captura anual total reportada y el valor de tasa de explotación ( $E = 0.52$ ), les llevó a concluir que el recurso está siendo explotado a su máxima capacidad.

#### f) Tendencias históricas

La pesquería de siete barbas se mantuvo como pesca de fomento (1994 a 1997) y durante este período en Ciudad del Carmen se reportaron capturas cercanas a 1 300 t de camarón entero por año, estas capturas fueron consideradas como estables para el INAPESCA. El esfuerzo de pesca promedio fue estimado en 23 mil viajes de pesca/año y el rendimiento de 59 kg de camarón entero por viaje aunque con tendencia a la baja. En 1997 fue reglamentada como pesquería comercial y desde este año la tendencia en las capturas fue en incremento hasta 2003 con 1 900 t anuales, esfuerzo de alrededor de 39 mil viajes/año y rendimientos promedio de 49 kg de camarón entero por viaje anual. A partir de 2004 la captura promedio se ubica en 779 t anuales, esfuerzo de 22 mil viajes de pesca y rendimientos de 36 kg en promedio por viaje (Wakida Kusunoki *et al.*, 2012).

Se considera que durante los últimos nueve años la pesquería se encuentra estable, aunque en niveles bajos de esfuerzo, captura y rendimientos de pesca. Los camarones que nacen durante la mayor parte de la veda contribuyen a la pesquería en el primer trimestre de la temporada de pesca (octubre-diciembre) y en los últimos cinco años el esfuerzo ha tendido a incrementarse, pero los rendimientos de pesca se han mantenido relativamente estables alrededor de 35 kg de camarón entero por viaje (Wakida Kusunoki *et al.*, 2012).



### g) Disponibilidad del recurso

Los primeros estudios realizados a esta especie en la zona de pesca fueron efectuados por el CRIP de Ciudad del Carmen a partir de 1994. Por otra parte, Flores Hernández *et al.*, (2006) determinaron el standing stock del recurso en el área de pesca, tomando en cuenta que se requiere de la biomasa promedio total de *X. kroyeri* para toda el área muestreada (standing stock) durante 2005-2006, utilizando como base el criterio de Loesch *et al.* (1976) quienes consideraron que la red de arrastre camaronesa "chango" con la cual se hizo la estimación, tiene una eficiencia del 40% para juveniles de camarón café (*Farfantepenaeus aztecus*). En el caso de *X. kroyeri*, el valor de "Standing stock" calculado fue 1 674.21 t. Esto es considerando que las tallas a las cuales la especie se captura son similares a las del camarón café. Sin embargo, con el fin de comparar el RMS considerando una mejor retención de *X. kroyeri*, se determinó también la biomasa promedio utilizando al 50% de probabilidad de captura por la red, obteniendo así un valor de 1 339.37 t. Por lo tanto el RMS, se obtuvo teniendo como base éstas dos biomásas y además se calculó con dos valores de rendimiento (Y), uno fue el promedio de captura desde 1997 a 2006 (1 980 t) y el otro fue la captura reportada para 2006 (970 t) (SAGARPA, 2007). De tal manera que se obtuvieron cuatro valores de RMS, los cuales fueron de 2,528 t, 2 132 t, 2 225 y 1 772 t. Los dos primeros se obtuvieron con los valores de rendimiento de 1 980 y 970 t, y la biomasa promedio de 1 674.2 t. Los dos últimos se calcularon con los mismos valores de rendimiento, respectivamente, pero con la biomasa de 1 339.4 t.

### h) Manejo pesquero

La pesquería de camarón siete barbas, se rige por los siguientes instrumentos legislativos, mencionados en la Carta Nacional Pesquera (2010); NOM-002-PESC-1993 (DOF 31/12/98) que establece las regulaciones generales de la pesca del recurso camarón en aguas marinas y sistemas lagunares, estuarios y bahías., NOM-002, la modificación de NOM-002-

PESC-1993 (DOF 28/11/06) que establece la potencia nominal máxima de los motores fuera de borda utilizados por embarcaciones menores, la NOM-009-PESC-1993 (DOF 04/03/94), que establece el procedimiento para fijar vedas a la pesca.

Además existe un AVISO por el que se da a conocer la autorización para la pesca comercial de camarón siete barbas en las aguas marinas costeras de los estados de Campeche y Tabasco (DOF 14/11/97), la NOM-061-PESC-2006 que establece las especificaciones técnicas sobre los excluidores de tortugas marinas utilizados por la flota de arrastre camaronesa en aguas de jurisdicción mexicana (DOF 22/01/07), el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en el que se señala que en materia de Áreas Naturales Protegidas se requiere de autorización por parte de la SEMARNAT para realizar todo permiso del aprovechamiento de recursos pesqueros dentro de un ANP (art. 88 fracc VI); y este deberá llevarse a cabo en las áreas, épocas y límites, artes y equipos que el Programa de Manejo correspondiente establezca atendiendo a su zonificación establecida, avisos de veda y NOM y las regulaciones del Decreto del establecimiento del Área de Protección de Flora y fauna "Laguna de Términos" (DOF 06/06/94) y su Programa de Manejo (DOF 04/06/97).

El recurso cuenta con las siguientes estrategias de manejo (FAO, 1997): Controles de entrada, Límites de esfuerzo, épocas de veda y Áreas de exclusión (hábitats críticos).

Medidas técnicas: Especificaciones de artes de pesca y excluidores de tortugas.

Actualmente existen permisos para 250 embarcaciones de pesca de siete barbas, las cuales dependiendo de las condiciones de trámites pueden temporalmente reducirse en número.

Por otra parte, tanto los aspectos socioeconómicos de la pesquería, como los de la biología son importantes para establecer la evaluación, el manejo y el ordenamiento de la explotación (Milton 2001, Stobutzki *et al.* 2001; Astles *et al.*, 2006; Astles *et al.*,

2009). Caddy y Mahon (1996) proponen el manejo de las pesquerías a través de Puntos de Referencia (PR), que son retomados por Caddy (2002) y mostrados como indicadores de semáforo (Light Traffic LT) para las pesquerías. De Young *et al.* (2008) señalan que las metas del manejo integral de las pesquerías reflejan el estado del mundo en términos de la necesidad de implementación del enfoque ecosistémico de las pesquerías. Algo muy importante de este enfoque es que se deben balancear los diversos objetivos sociales. La información institucional, social y económica forma un componente esencial para las políticas de manejo. Dicha información es esencial para evaluar costos y beneficios relacionados a cualquier decisión de manejo. Así, beneficios y costos incluyen externalidades positivas y negativas del manejo basado en el ecosistema y en otros enfoques tanto como beneficios y costos incurridos por los individuos. Dichos aspectos son también contemplados en el Plan de Ordenamiento del Municipio del Carmen (Villalobos, 2008), el Ordenamiento Territorial del Estado de Campeche (Rivera Arriaga *et al.*, 2007) y el Plan de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (INE, 1997); así como el diagnóstico del APFF Laguna de Términos Laguna de Términos (Villalobos Zapata *et al.*, 2010). Es importante considerar que en los aspectos institucionales, sociales, económicos e incluso biológicos, el rol del mercado, manifestado a través de quienes compran el recurso y lo llevan al consumidor final, puede ejercer un punto de presión importante sobre la explotación de la pesquería y sobre el ingreso neto de los pescadores. Es necesario tener en cuenta el proceso pesca-comercialización dentro de los puntos a regular en el ordenamiento pesquero, para así regular su impacto tanto en el aspecto biológico como socioeconómico.

La posibilidad de que la pesca tenga efectos importantes a nivel del ecosistema, y que éste debería ser considerado como parte de la unidad de evaluación y manejo, ha sido expresada por varios científicos (Sherman & Alexander, 1986; Sherman *et al.*, 1993). La pesca tiene diversos efectos directos en los eco-

sistemas marinos ya que es responsable del incremento en la mortalidad de las especies objetivo de explotación, incluyendo la pesca incidental y los descartes, así como de causar disturbios en los hábitats. Estos efectos directos tienen a su vez implicaciones indirectas sobre otras especies. Por ejemplo, la pesca puede remover especies que son presas u otras que las consumen como alimento; o bien, pueden remover depredadores que ejercen control en el sistema natural; más aún, la reducción en la densidad de algunas especies puede afectar algunas interacciones y resultar en la proliferación de especies no deseadas (en el sentido de que no son objetivo de pesca).

Dada la relevancia que ha adquirido la pesquería de siete barbas en la zona costera del sur del Golfo de México, para evaluar su impacto potencial en el ecosistema Arreguín Sánchez *et al.* (2005) elaboró un modelo que representa la estructura trófica del ecosistema donde se explota esta especie. Con base en un modelo trófico del ecosistema se exploraron escenarios de manejo para el camarón siete barbas, en tiempo y espacio. Para realizar esta modelización se utilizó Ecopath, el cual es un modelo trófico de biomasa balanceado propuesto inicialmente por Polovina y Ow (1983), Polovina (1984) y expandido y mejorado por Christensen y Pauly (1992) además por Pauly *et al.* (2000), que incorpora una cantidad importante de elementos de la teoría de ecosistemas y de manera notable conceptos derivados de los trabajos de Ulanowicz (1986). Las estadísticas básicas por grupo incluyen: eficiencia bruta y neta, flujos a detritus, nivel trófico, índice de omnivoría, respiración, asimilación, coeficientes de mortalidad (total, por pesca, natural por depredación y natural por otras causas excepto depredación), alimento consumido (biomasa), nicho trófico de presas y depredadores, entre otros. Para el ecosistema, las estadísticas básicas son: total de consumos; flujos totales a respiración, flujos a detritus, total de flujos del sistema; producción total y neta; eficiencia bruta; producción primaria neta total; biomasa y captura totales, índices de conectancia y de omnivoría. Finalmente, para los índices de flujos de



la red trófica las estadísticas son: ascendencia por grupo, ascendencia total, capacidad de desarrollo del sistema (ascendencia, “overhead” y capacidad, cada uno expresado para importación, flujos internos, exportación y respiración); total de vías de flujo en el sistema y contenido de información; ciclos y longitudes de las vías de flujo (reciclaje, o índices de reciclaje en predadores, índices de Finn (1976) para reciclaje y longitud de vías de flujo); flujos relativos y absolutos entre grupos; flujos y biomasa por nivel trófico; transferencia de energía, flujos a importación, consumo por predación, a exportación, a detritus, a respiración y total; producción primaria requerida para sostener los consumos por todos los grupos y la pesca; impactos directos e indirectos (entre grupos). Para la construcción del modelo, todos los datos de entrada fueron estandarizados en términos de unidades de biomasa por unidad de área por unidad de tiempo (e.g. g m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>). Primero se realizó un proceso de balanceo del modelo, consistente en satisfacer la condición establecida por la ecuación de producción biomasa para todos los grupos.

Posteriormente se procedió a la calibración del modelo, proceso que consiste en dos etapas, probar su consistencia, esto es, que haya lógica en los procesos biológicos representados (tales como una relación Respiración/Biomasa mayor para los grupos más activos, etc.) y validación, que consiste en ajustar estadísticos estimados por Ecopath con otros obtenidos de manera independiente, tales como la tasa de mortalidad por pesca y tasa de cosecha, entre otros.

Con el objeto de evaluar los impactos de la pesca en el ecosistema, una vez construido el modelo Ecopath se simuló los efectos de tasas de cosecha incrementando consistentemente y evaluando su efecto sobre los principales atributos estadísticos del ecosistema.

Con respecto al modelo trófico del ecosistema se observó que, se trata de un sistema en principio maduro sensu Odum (1971) en el sentido de que casi toda la producción es utilizada en el sistema para su mantenimiento. El sistema se caracteriza por la do-

minancia de la cadena asociada a detritos y al parecer esto define un dominio de control del tipo “abajo hacia arriba”. No obstante esta condición puede ser debido a que se trata de un sistema costero de baja profundidad, donde los grandes depredadores tope se ubican fuera del área de estudio. Esto también pareciera confirmar que el sistema, además de ser dominado por especies de niveles tróficos bajos, se trata de una zona de crianza y alimentación de muchas otras especies. En cuanto al papel del camarón siete barbas en el ecosistema, los análisis reflejan un poco impacto de su explotación sobre atributos de estructura, organización y función. En esencia esto se debe a la presencia de otras especies que desarrollan un papel trófico muy similar con las cuales la superposición de nicho en términos de sus presas es casi total, mientras que en términos de sus depredadores es alrededor de 70%. Esto hace que los experimentos de simulación de sobrepesca sólo afecten la biomasa del recurso objetivo con poco impacto en el ecosistema. Por lo que se refiere a la simulación dinámica de las estrategias de manejo considerando criterios de optimización múltiple en términos económicos, sociales y ecológicos, el análisis de viabilidad efectuado sugiere que no es posible aumentar el esfuerzo de pesca sin afectar dichos criterios. De hecho, desde el punto de vista ecológico el posible incremento de la intensidad de la flota camaronera no debería ser mayor a 3%. Sin embargo, incrementos mayores tienen aún poco impacto ecológico, siendo que por ejemplo, un incremento de 10% reduce en índice ecológico en un 1%.

El análisis de eficiencia y riesgo para el escenario optimizado indica que la mayor fuente de variación de las biomasa es el ambiente natural. Los niveles definidos como PRB son sobrepasados en varios recursos de niveles tróficos bajos, pero no por efecto de la pesca. En este sentido deberán ubicarse la relación producción respiración biomasa (PRB) que consideren esta situación.

El análisis espacial representó de manera aceptable la distribución de las especies de camarón y de las



flotas, no obstante poco se puede hacer en términos de aumentar la eficiencia mediante cambios en la forma como se distribuye el esfuerzo en el espacio. Esto se debe fundamentalmente a la presencia de varios puertos provocando costos de operación estimados similares. Deberá de buscarse la manera de identificar las bases que tienen las flotas para poder efectuar la asignación y de esa manera evaluar los costos diferenciales de dirigirse todos a los mismos campos pesqueros.

Por último, la simulación de AMPs sugiere desde luego un beneficio en términos de supervivencia de los organismos. Se probaron dos AMP, una al poniente, frente a la región de la desembocadura de los ríos, y otra en la zona de la boca de entrada a la Laguna de Términos, incluyendo tanto al sur como al norte de la región occidental de la isla. La AMP simulada en la zona oriental resulta de gran interés dado que la zona más importante para la pesca del camarón siete barbas se encuentra justo hacia la región poniente. En este sentido coincidiría además como una extensión del área de protección de flora y fauna de la Laguna de Términos. No obstante, por el momento no se

considera necesario recurrir a este tipo de estrategias de manejo.

### VI.2.2 Nueva aproximación: Manejo basado en el concepto “nivel de referencia del ecosistema” camarón siete barbas.

Arreguín-Sánchez *et al.* (2013) proponen un nuevo concepto en la modelización de los ecosistemas, este se basa en la definición del “Manejo del ecosistema en el contexto de la pesca”, estos autores proponen definir un nivel de referencia del ecosistema que implica límites de pesca, para mantener el ecosistema sustentable y sobre esa base, definir los límites de pesca para los recursos individuales a partir del captura/biomasa (C/B), a diferencia del actual manejo de la pesca en el contexto del ecosistema en el que los recursos individuales se administran independientemente uno de otro y a partir de ahí se pretende mantener un ecosistema sostenible.

Estudios recientes de Arreguín-Sánchez y Ruiz-Barreiro (datos no publicados) y García *et al.* (2012) han

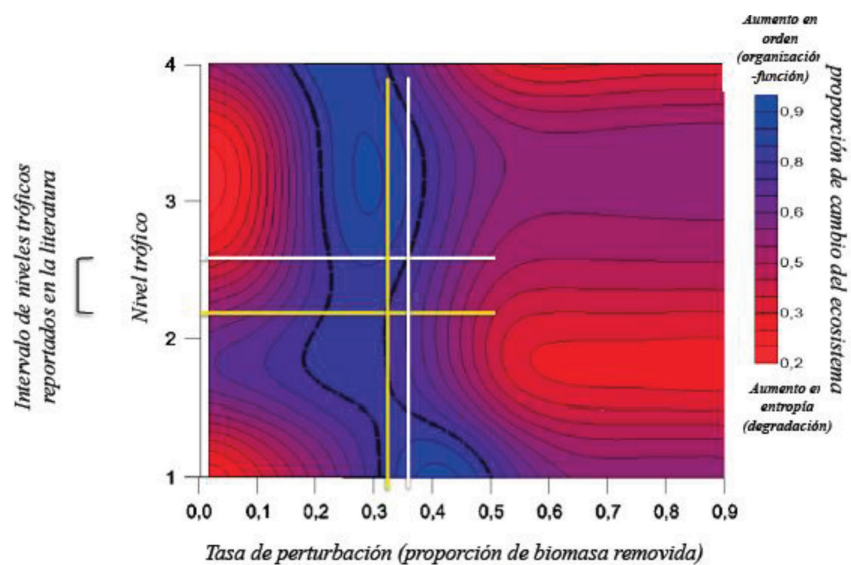


Figura 12. Nivel de tasa máxima de biomasa a explotar para el camarón siete barbas (C/B=0.35) (Arreguín Sánchez, 2013, datos no publicados).



sugerido que, para lograr una captura equilibrada a través de todo el ecosistema preservando al mismo tiempo su estructura y función, la explotación ejercida sobre diferentes especies objetivo no debe superar el 40% de la biomasa existente, como promedio. Pescar más allá de estos límites puede llevar a un estado de deterioro de los ecosistemas. Una estrategia de explotación equilibrada por lo tanto implica una “estrategia de gestión coordinada” en el tiempo y el espacio que involucra simultáneamente a todas las pesquerías que actúan dentro del ecosistema.

La administración moderna de la pesca en la sonda de Campeche debe centrarse en los siguientes aspectos:

- 1) El reconocimiento de que el ecosistema está cambiando constantemente en respuesta al cambio climático, lo que implica que la capacidad de carga del ecosistema también está cambiando, en contra de la supuesta en los modelos de una sola especie.
- 2) La capacidad de carga del ecosistema sonda de Campeche ha ido disminuyendo desde la década de 1970, y los modelos de una sola especie no ha estado proporcionando un consejo adecuado para la ordenación pesquera. Actualmente, las acciones de gestión derivados de estos modelos han demostrado un mayor grado de incertidumbre del que normalmente se espera y, por lo tanto, una menor probabilidad de éxito.
- 3) Los puntos de referencia para la gestión de la pesca son cantidades fijas que no consideran la evolución del ecosistema. Esto aumenta la incertidumbre y potencialmente crear puntos de referencia falsos o sesgados para las decisiones de manejo.
- 4) Hay que reconocer que el ecosistema tiene diferentes configuraciones estructurales a lo largo de su evolución. Por lo tanto, los puntos de referencia para la gestión de la pesca deben ser estimados *ad hoc* para cada estado del ecosistema para que las medidas de gestión pueden acoplarse tanto con la dinámica de las poblaciones y la evolución de los ecosistemas.
- 5) Para alcanzar una explotación equilibrada (balanceada), sin los posibles efectos negativos en el ecosistema causados por la pesca, se requiere una estrategia global. Una estrategia que probablemente supondría el establecimiento de límites para la cosecha de un “nivel de referencia de los ecosistemas”. Estos límites deben ajustarse periódicamente, de acuerdo con la evolución del ecosistema y el nivel de la capacidad de carga, siendo la cosecha media máxima 40% de la biomasa existente.

El camarón, a pesar de ser una especie de bajo nivel trófico, y alto potencial de crecimiento poblacional, también es una especie forraje que juega un importante papel en el sostenimiento ecosistema (organización/función).

De esta manera, el modelo de manejo sugerido es insensible a los cambios de abundancia de las especies en el ecosistema debidos a causas naturales. Partiendo de esta premisa lo que tendría que hacerse en ambos casos es monitorear las poblaciones y, antes de las temporadas de veda, estimar existencias y calcular la captura permisible (tasa de captura =  $C/B$ ) y si se sabe el nivel límite de pesca (e.g. 0.35) puede estimarse por consiguiente la captura (figura 11). Para el caso del camarón siete barbas el nivel limite de captura no debe ser mayor al 35%.

Para administrar el esfuerzo durante la temporada se propone una estrategia como el “escape proporcional constante”. Con el mismo criterio con el cual se realiza esta definición de tasas de capturas desde una perspectiva holística (ecosistema), debería hacerse para todas las especies comerciales.

La base de la recomendación es que se respeten las tasas máximas permisibles (límites) para mantener la sustentabilidad del ecosistema; si solo se establecen para un par de especies y no para el resto, y algunas otras se explotan más allá del límite definido con estos criterios probablemente no se logre el objetivo.

Esta propuesta de ordenación basada en el concepto de la cosecha equilibrada requiere de un proceso sincronizado, con la participación de todas las pes-

querías de forma simultánea, para la construcción de un marco adecuado para los ecosistemas sostenibles. Frente a un entorno en constante cambio, debería

existir un compromiso conjunto de estrategias de gestión para una pesca sostenible y los ecosistemas saludables.

### VI.3. Propuesta de indicadores del manejo de la pesquería: pulpo, siete barbas

En la sección V.2, se señalan los pasos a seguir para seleccionar los indicadores. Como se mencionó la selección se compone de dos etapas; la primera corresponde a la preparación y la segunda al diseño y elaboración. Para la primera etapa, Investigadores de diversas instituciones han realizado de manera independiente estudios sobre el pulpo y el camarón siete barbas. Para el caso de mero de Quintana Roo, la información es aún incipiente. Basados en estas experiencias, se desarrollaron diversos talleres de expertos y actores involucrados en las pesquerías, se revisó el contexto institucional en el que se enmarcan y se definió el marco conceptual y diseño metodológico (Marco lógico-Árbol de problemas), a partir del cual se identificaron los problemas en torno al manejo de las pesquerías con enfoque ecosistémico en cuatro componentes (población, socioeconómicos, ecológicos y de gobernanza) los cuales fueron ponderados de acuerdo a la importancia considerada por los expertos (ver tabla 8).

Durante la etapa 2 se retomaron las matrices que asocian problemas-objetivos-metas, a los cuales se les vincularon los indicadores de actividad asimismo, se identificaron los indicadores de manejo (parámetros). Para este manual se tomó como definición de indicador de manejo la del Manual de la UNESCO (2009) y que señala que los indicadores son afirmaciones cuantitativas y cualitativas o parámetros medidos u observados que pueden emplearse para describir situaciones existentes y medir cambios o tendencias a los largo del tiempo. Sus tres funciones principales son: la simplificación, la cuantificación y la comunicación.

Las matrices u hojas metodológicas de los indicadores para cada recurso se presentan de la tabla 17 a la 24 en donde se seleccionaron los adecuados para cada caso de estudio, es decir las pesquerías de pulpo y camarón siete barbas.











**Tabla 20. Relevancia indicadores para metas y objetivos propuestos en el ámbito de la gobernanza en la pesquería de pulpo de la península de Yucatán.**

Objetivos	Metas	Relevancia indicadores para metas y objetivos propuestos en el ámbito de la gobernanza en la pesquería de pulpo de la península de Yucatán.																	
		Mecanismo de coordinación	Mecanismo de coordinación de influencia del mecanismo de Factores directos e influencia de coordinación	Legislación en materia de recursos pesqueros y costeros	Idoneidad de la legislación en MEEP	Empleo de procedimientos para desarrollo de turismo costero	Partes interesadas en temas clave	Procedimientos y mecanismos acordados para resolución de conflictos	Cambios en la proporción de conflictos mitigados	Cambios generales en el número de conflictos	Grado de implementación de acciones, planes y proyectos	Procedimientos, herramientas jurídicas y sistemas de monitoreo	Cumplimiento de los Planes de manejo con EEP	Existencia de un sistema operativo para el monitoreo y la evaluación con sus indicadores correspondientes	Consideración de los resultados en las iniciativas del EEP	Ajustes realizados a las iniciativas con EEP	Personal	Presupuesto	Infraestructura
Garantizar arreglos adecuados en materia institucional, política y jurídica	Asegurar la coordinación y coherencia de las autoridades y políticas administrativas	X																	
	Apoyar el manejo integrado a través de legislación y regulaciones adecuadas		X	X															
	Valorar los impactos ambientales de las políticas, los planes, programas y proyectos																		
Garantizar procesos de manejo y una implementación adecuados	Resolver los conflictos sobre el espacio y los recursos costeros						X												
	Manejar el borde costero a través de planes integrados							X	X	X									
	Garantizar la implementación y el cumplimiento de planes y acciones de EEP										X	X							
Apoyar EEP mediante estructuras administrativas sostenibles	Apoyar EEP mediante estructuras administrativas sostenibles												X						
														X	X	X			



















## VI.4. Estudio de caso: mero de Quintana Roo

### VI.4.1 Introducción

Para este estudio de caso, el nivel de análisis consistió en generar y buscar la información sobre esta pesquería y definir cuales son los principales problemas para el enfoque ecosistémico de la pesquería, partiendo de los definidos para la región (ver sección V). Por lo que no se realizaron las matrices de los indicadores (hojas metodológicas) para esta pesquería. La tendencia de este recurso desde 2000 al 2009, muestran que este recurso multiespecífico aportó el mayor volumen anual desembarcado y valor económico, con el 75.9 % y 41.5% del total estatal, respectivamente (Sosa Cordero, 2011; Sosa Cordero & Ramírez González 2011). En Quintana Roo son contados los estudios sobre la pesquería de meros, incluyendo tesis (Rodríguez Martínez, 2007), reportes inéditos (Sosa Cordero *et al.* 2002; 2009) y diversas publicaciones (Castro Pérez 2008; Sosa Cordero y Ramírez González 2009). Por lo tanto, la pesquería de meros de Quintana Roo se considera con pocos datos (“data-sparse”). Tal situación, sin embargo, no es sinónimo de ausencia de información. Como luego se verá, existe un rico acervo de conocimiento local de tipo ecológico entre los pescadores de Quintana Roo; además de información biológica-ecológica sobre varias especies de meros reportada en áreas adyacentes, como el estado de Yucatán (Brulé *et al.*, 1999, 2003, 2004), Belice, Cuba, Florida e Islas Caimán, entre otros.

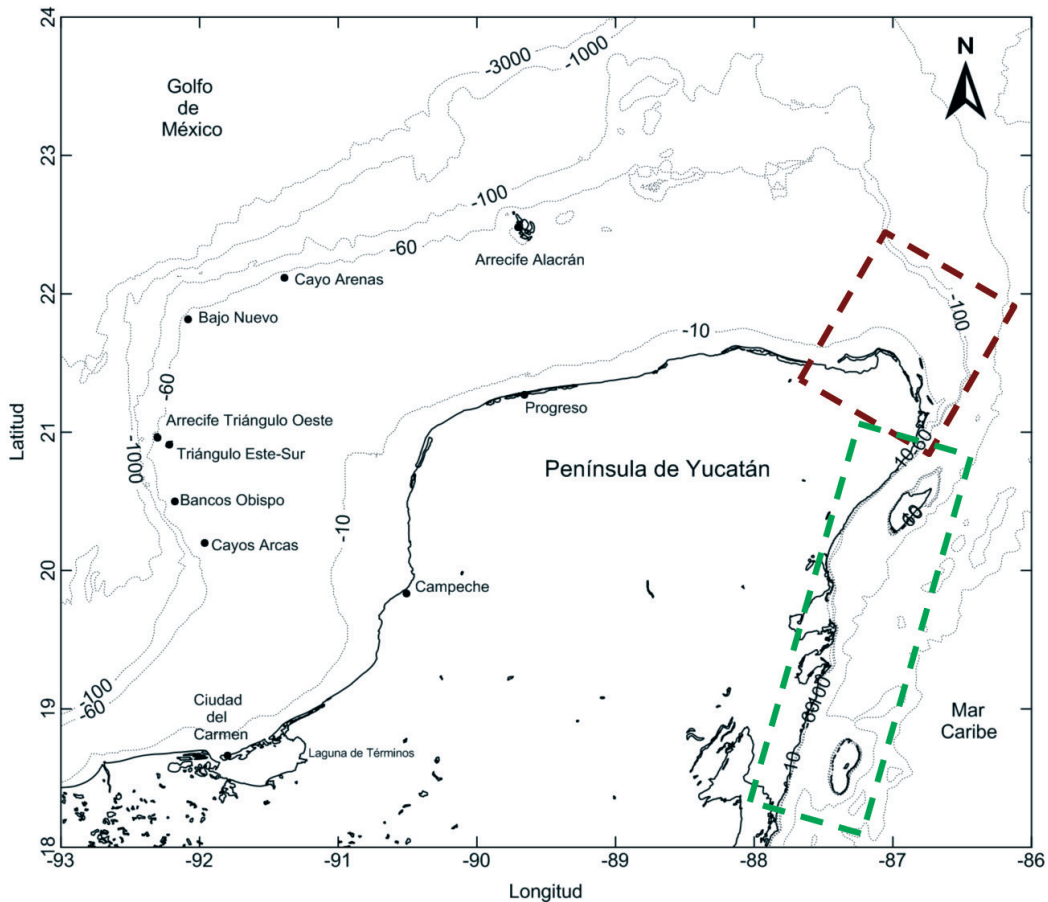
Durante 2012 el Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA) desarrolló una actividad intensa en Yucatán y Quintana Roo, con vistas a preparar el plan de manejo del recurso mero, lo que incluyó el acopio de información y talleres participativos con usuarios y partes interesadas de ambas entidades. El plan de manejo ya fue completado y es previsible su publicación en próximas fechas. El plan es un antecedente de suma importancia, merece ser apoyado y fortalecido, en razón del avance que significa para la región peninsular. Este trabajo es un ejercicio que explora la

aplicación del EEP de FAO en la pesquería de meros del Norte de Quintana Roo; una pesquería con escasez de datos. El presente trabajo propone construir sobre las bases existentes de información previa y el mismo plan de manejo de publicación inminente; con hincapié en la aplicación del EEP de FAO. Para ello se emplea información disponible en la literatura, el conocimiento local de los pescadores, además de datos recientes de captura-esfuerzo y composición de la captura por especie y talla, colectados de Julio a Septiembre de 2013 en Puerto Juárez-Cancún. Esto último en el marco del proyecto “Diseño de indicadores y metodologías para la aplicación del enfoque ecosistémico en las pesquerías de Yucatán, Campeche y Quintana Roo”, con participación de académicos de tres instituciones, EPOMEX de la Universidad Autónoma de Campeche, UM-Sisal de la UNAM y El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

La justificación remite al propósito de desarrollar una experiencia a escala local en el norte de Quintana Roo, donde la actividad pesquera tiene su base en Puerto Juárez-Cancún, con asentamientos provisionales cerca de Laguna Chacmucuc. El área de pesca incluye la plataforma continental desde Punta Petempich, cerca de Puerto Morelos, al límite más noroeste de la plataforma, al norte de Isla Contoy, frente al Canal de Yucatán (figura 13). Al este, su límite lo define el borde de la plataforma, lo que comprende un amplio sector de la plataforma situada frente al litoral oriental de Isla Mujeres e Isla Contoy (figura 13).

Elegir una escala local, según FAO (2009) busca que *“la experiencia en el desarrollo de soluciones locales apropiadas, ... por un proceso participativo e incluyente, y el mayor entendimiento ganado al tener que reaccionar a asuntos más amplios, pueda desencadenar una aproximación más holística y exhaustiva en la aplicación del EEP...”*. En este caso, se busca fortalecer a escala local los objetivos del plan de manejo





**Figura 13.** Norte de Quintana Roo (cuadro superior), área objetivo en la aplicación del EEP de FAO, a escala local. El rectángulo inferior abarca las zonas central y sur del estado.

de la pesquería de meros en la península de Yucatán, recién elaborado, que abarca una mayor escala espacial.

Hay dos razones adicionales para trabajar a escala local. Primera, los límites geográficos de jurisdicción estatal reciben políticas diferenciadas por entidad federativa. En Yucatán, por la importancia social y económica del recurso mero, el gobierno estatal otorga apoyos directos a los pescadores durante la temporada de veda. Esto no ocurre en Quintana Roo.

Segunda, algunos pescadores de Quintana Roo perciben que la activa flota mayor yucateca ha diezariado

al recurso mero en sus áreas de pesca tradicionales; en tanto que la incipiente flota de Quintana Roo ha ejercido menor presión de pesca en sus áreas de pesca, por lo que aún cuenta con existencias aceptables de meros. Aunque sea una percepción, la falta de monitoreo regular de la pesquería de meros en Quintana Roo, impide por ahora evaluar si cuenta o no con respaldo de la evidencia (datos duros).

En cuanto al proceso para desarrollar un plan de manejo con el EEP de FAO, este trabajo aporta elementos de la etapa preparatoria (a), la etapa (b) identificación de cuestiones de manejo; además de incluir



propuestas de la etapa (e) monitoreo. Se da por hecho que el proceso de construcción del EEP comenzó con anterioridad, al existir un plan de manejo de meros de inminente publicación, bajo la responsabilidad y liderazgo de la autoridad federal (CONAPESCA), con apoyo técnico del INAPESCA y contribuciones de académicos de la región peninsular.

#### VI.4.2 Elementos del EEP. Etapa preparatoria

##### a) Descripción de la pesquería de meros y su importancia

La pesquería de meros en Quintana Roo es parte de la pesquería de escama-recurso multiespecífico formado por peces de varias familias, dominado por meros (serránidos) y pargos (lutjánidos). Los meros y especies afines son peces de la familia Serranidae, que pertenecen a la sub-familia Epinephelinae y tribu Epinephelini (Brulé *et al.* 2004). En Quintana Roo, el inventario taxonómico de peces marinos registra dieciséis especies de meros y afines (Schmitter-Soto *et al.*, 2000). Entre las especies presentes en las capturas comerciales están el mero *E. morio*, mero criollo *E. striatus*; el abadejo blanco *M. microlepis*, negrillo o abadejo negrillo *M. bonaci*, cabrilla-payaso *E. guttatus* y otras cabrillas *M. venenosa*, *M. interstitialis* y *M. tigris* (Tabla 25). En muestreos de la captura en Puerto Juárez, de Julio a Septiembre 2013, hubo ejemplares de fiat *E. nigrinus*, lenteja *E. drummondhayi*, gallina *M. phenax*, cabrilla *E. fulva* entre otros (tabla 25). Además, sobresale la cherna *E. itajara*: un serránido de especial consideración. Aunque hoy en día sea especie rara, hace dos décadas aparecía con mayor frecuencia en la captura comercial. Por tanto, no puede soslayarse la cherna, un recurso cuyo valor va más allá de lo pesquero y económico; por su relevancia ecológica y cultural en Quintana Roo y toda la península.

Hay marcados patrones de distribución espacial en las especies de meros en las costas de Quintana Roo (tabla 25). En caladeros del área norte que nos ocupa, la principal especie de mero es *E. morio* con me-

nor presencia de mero criollo *E. striatus* que domina en las zonas central y sur, de Puerto Morelos a Xcalak, y Banco Chinchorro (figura 13, tabla 25). En los abadejos, el abadejo blanco *Mycteroperca microlepis* domina en el área norte; mientras que el abadejo negrillo *M. bonaci* lo hace en las zonas central y sur (figura 13, tabla 24). Estos patrones espaciales fueron corroborados por el conocimiento local de los pescadores (Sosa-Cordero *et al.*, 2009); según datos que se presentan más adelante.

##### b) Importancia de los meros y especies afines

Los meros y especies afines ocupan un lugar destacado en los desembarques de escama en Quintana Roo, según las estadísticas oficiales de la Subdelegación de Pesca-Quintana Roo CONAPESCA-SAGARPA (tabla 26). De 2000 a 2011, meros (27.2%) y abadejos (3.9%) en conjunto aportaron un tercio (31.1%) de los desembarques totales de escama (tabla 26). Cabe señalar que los registros oficiales de meros y abadejos representan mezclas de varias especies (ver tabla 26); por lo que hace falta mejorar el registro de las especies de meros y abadejos. En esta tarea, se abren oportunidades de colaboración entre varias instituciones académicas, junto con la CONAPESCA.

Otro aspecto de la importancia social y económica de los meros y especies afines, son las importaciones de meros por Estados Unidos de América (EUA) desde México según datos del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS, por sus siglas en inglés), dependencia de NOAA-Departamento de Comercio de EUA. Aunque se desconoce el aporte porcentual de Quintana Roo a este flujo comercial, hay evidencia de que parte de los meros, abadejos y cabrillas de primera calidad y gran talla, proviene del norte de Quintana Roo. Al menos una empresa localizada en Puerto Juárez exporta directamente a EUA meros y abadejos. Hay intermediarios que compran meros en I. Holbox y Chiquilá, que los canalizan a su vez a las empresas exportadoras de Progreso, Yucatán. Esta producción selecta en presentaciones, entero (eviscerado) congelado y filete, se destina al mercado de

**Tabla 25.** Meros y afines presentes en la captura comercial de Quintana Roo, con observaciones de ocurrencia por zona de pesca y mención de otros factores.

Meros, abadejos y cabrillas: Especies objetivo		
Nombre común	Nombre científico	Observaciones en Quintana Roo
Mero	<i>Epinephelus morio</i>	Domina en la zona norte, asociada a la extensa plataforma continental.
Mero criollo	<i>Epinephelus striatus</i>	Domina las capturas de zonas central y sur, de plataforma estrecha y más arrecife.
Abadejo /Abadejo- negro	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Domina en las zonas central y sur; abunda también en la zona norte .
Abadejo / Abadejo blanco	<i>Mycteroperca microlepis</i>	Domina en la zona norte, asociada a la extensa plataforma, más hacia el Golfo.
Cherna	<i>Epinephelus itajara</i>	Especie rara en las capturas actuales; de valor ecológico, socio-cultural.
Cabrilla-Payaso	<i>Epinephelus guttatus</i>	Ocurrencia moderada, poco cotizada por su pequeña talla.
Fiat	<i>Epinephelus nigritus</i>	Ocurrencia moderada, asociada a aguas más profundas, cerca del cantil.
Lenteja	<i>Epinephelus drummondhayi</i>	Moderada frecuencia en la zona norte; asociada a la extensa plataforma.
Gallina o gallinola	<i>Mycteroperca phenax</i>	Baja a moderada frecuencia en la zona norte; asociada a la extensa plataforma.
Cabrilla	<i>Epinephelus fulvus</i>	Baja frecuencia en la zona norte; asociada a la plataforma extensa.
Cabrillas-Abadejos	<i>Mycteroperca tigris</i> <i>Mycteroperca venenosa</i> <i>Mycteroperca interstitialis</i>	Ocurrencia estacional en ciertas áreas; asociadas a aguas profundas, cerca del cantil.

exportación de EUA, y en menor medida de Europa. Es recomendable evaluar la magnitud y grado de consistencia de la contribución de los pescadores de Quintana Roo a este mercado.

### c) Población y flota pesquera en la pesca de meros y especies afines

En la zona norte de Quintana Roo, los pescadores de escama con sus embarcaciones y artes de pesca –palangre, línea y cordel, en menor grado arpón con buceo; se identifican como los usuarios directos de los meros y especies afines. Se reporta el número de estos usuarios (Tabla 27). Los datos de las cooperativas fueron comunicados por los directivos en 2009, los de permisionarios son estadísticas oficiales de

2006 (INEGI-Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2007). En la zona nortede Quintana Roo, 1,774 pescadores inciden sobre meros y afines (Tabla 27). Del total, 862 (48.6 %) son socios de cooperativas cuyo principal objetivo por ocho meses, Julio-Febrero, es la langosta. En cooperativas langosteras solo una parte de los socios participa en la pesca de meros, aunque esa fracción aumenta en algunos meses y áreas de pesca. El número restante: 912, se dedican más a la escama, 169 (18.5%) son socios de cooperativas que trabajan escama, y 743 (81.5%) son permisionarios y pescadores asalariados que operan lanchas de permisionarios.

La flota de la zona norte de Quintana Roo consta de 496 embarcaciones (tabla 27). La mayoría, 469



**Tabla 26.** Desembarques 2000-2009 de escama y recursos selectos en toneladas de peso eviscerado, en Quintana Roo.  
Fuente: Subdelegación de Pesca-Q. Roo, CONAPESCA-SAGARPA.

Años	Escama	Meros	Abadejos	Pargos	Huachinango
2001	1673	498.3	96.8	109.6	16.5
2002	1746	573.6	101.2	107.7	7.5
2003	2081	553.6	111.2	112.6	14.3
2004	2333	486.7	65.2	135.9	9.2
2005	1895	514.0	58.8	113.9	11.9
2006	2320	587.5	67.4	169.8	47.7
2007	2360	769.9	77.1	138.4	52.7
2008	2301	691.4	75.8	122.4	37.4
2009	2963	703.9	101.2	137.6	18.8
2010	2281	689.4	81.2	119.0	35.0
2011	2434	433.1	79.4	140.6	26.5
2000-2011		27.2%	3.9%	5.9%	1.1%

**Tabla 27.** Pescadores y flota de Quintana Roo y de la zona norte: socios de cooperativas y permisionarios que son usuarios de meros y especies afines. Se incluyen las embarcaciones por tamaño: lanchas, medianas (Med) y nodrizas. En paréntesis se indica el número de socios y aspirantes de cooperativas, según datos directos de 2009.

Zona	Tipo de Usuario	Pescadores	Embarcaciones		
			Nodrizas	Mediana	Nodrizas
Norte	Coops Langosteras (11)	862 (434 ; 428)	296	9	4
	Coops Escameras ( 5)	169 (121 ; 48)	53	1	--
	Permisionarios	743 <sup>a</sup>	120 <sup>b</sup>	7 <sup>b</sup>	6 <sup>b</sup>
	Zona Norte	1774	469 <sup>b</sup>	17 <sup>b</sup>	10 <sup>b</sup>
Quintana Roo	Coops Langosteras (20)	1244 (717 ; 527)	460	10	7
	Coops Escameras ( 6)	220 (172 ; 48)	64	1	--
	Permisionarios	932 <sup>a</sup>	164	30	--
Totales			688	41	7
Gran total		2396	736		

**Notas:** a) Cifras 2007 de permisionarios y sus embarcaciones según INEGI-Gobierno del Estado (2008). Esta fuente no separa embarcaciones por zonas, por lo que se incluyen estimaciones provisionales; b) Estas sumas son las mejores estimaciones provisionales, ver el inciso anterior.

(94.6%) son menores: lanchas de fibra de vidrio y motor fuera de borda. De las 27 restantes, diecisiete (3.4%) son embarcaciones medianas, siete de permisionarios y diez de cooperativas; además de diez (2%) embarcaciones nodrizas (tabla 27). Las nodrizas reciben capturas diarias de varias lanchas, almacenan y trasladan el producto de las áreas de pesca al puerto de desembarque. Llevan gasolina, víveres y agua potable a las áreas de pesca.

Se recomienda actualizar el registro anual de la población y flota pesqueras, tanto de las cooperativas como de permisionarios. En los muestreos de 2013 hubo un número de embarcaciones y pescadores que hace falta regularizar. Esto se relaciona con la necesidad de mejorar los registros de población y flota pesqueras; así como de las capturas.

#### d) Desembarques anuales de meros

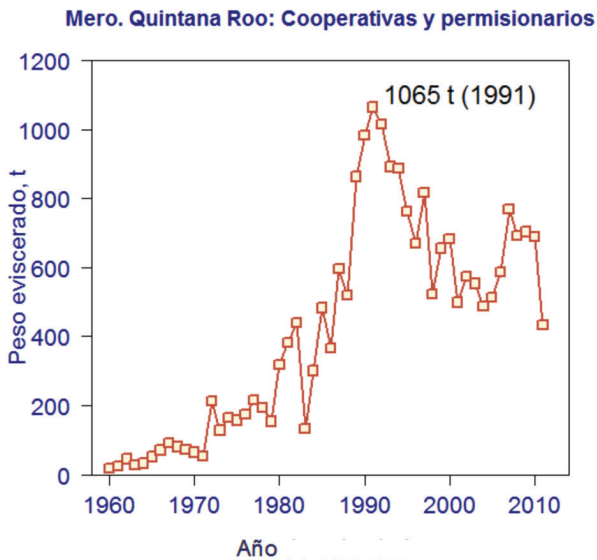
La serie histórica 1960-2011 de desembarques anuales de meros en Quintana Roo, de 1960 a 1981 son estadísticas oficiales recopiladas de varios documentos; a partir de 1982 son cifras de la Subdelegación de Pesca en Chetumal, CONAPESCA-SAGARPA (figura 14). Se aprecia una etapa de crecimiento lento de 1960 a 1980 (figura 14), y otra de crecimiento rápido de 1981 a 1991 (figura 14). En 1991 se obtuvo una captura máxima de 1065 toneladas (t), a lo que siguió un sostenido descenso de 1992 a 2004 (figura 14). De 2005 a 2010 hubo una leve recuperación en los desembarques, aunque en 2011 se registró un nuevo descenso (figura 14).

Es evidente la caída de las capturas de meros y afines en Quintana Roo. Es complicado evaluar su magnitud y significado para las distintas especies, debido a lo siguiente: a) Los desembarques anuales suman los desembarques por zona y mezclan varias especies; b) Se ignora el nivel de sub-registro de las capturas debido a que los pescadores omiten el reporte obligatorio, además de limitaciones del formato para reportar capturas y la falta de oficinas y personal de CONAPESCA-SAGARPA. Por otro lado, no hay datos

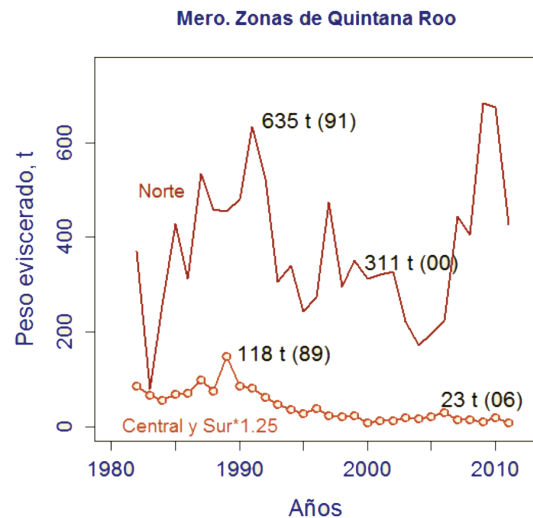
del esfuerzo de pesca en meros y afines de Quintana Roo. Conocer las tendencias del esfuerzo permitiría saber si disminuyó el esfuerzo sobre estos recursos, como factor causal del declive de las capturas.

Desde 1982, solo para cooperativas se pueden separar por zonas de pesca los desembarques anuales de meros y afines (Subdelegación de Pesca-Q. Roo, CONAPESCA-SAGARPA). Hay fuertes diferencias entre zonas (figura 15). Las capturas de las cooperativas de la zona norte y el combinado de cooperativas de las zonas central y sur sufrieron notables caídas (figura 15). La captura de cooperativas norteñas tuvo un máximo de 635 t en 1991 (figura 15); al que siguió un abrupto descenso de 54%; al pasar de 524 t en 1992 a 243 t en 1995, con leve recuperación en los años siguientes (figura 15). De 1995 a 2003, hubo otro descenso fuerte, de 64%, al pasar de 474 t en 1995 a solo 173 t en 2003 (figura 15). Las bajas capturas de las cooperativas del norte se asocian a dos especies: mero *E. morio* y abadejo blanco *M. microlepis*, que ahí dominan –según el conocimiento local de los pescadores.

Los desembarques de meros de las cooperativas de las zonas central y sur, tuvieron un máximo de 118 t en 1989 (figura 15); seguido de una sostenida tendencia decreciente que duró hasta mediados de los 1990s, con solo 21.4 t en 1995 (figura 15). A partir de 1997, las capturas anuales de meros por cooperativas de las zonas central y sur se estabilizaron, con fluctuaciones en torno al promedio de 14.9 t (figura 15). Sosa-Cordero y Ramírez-González (2008) señalan un descenso dramático de 82% en las capturas promedio de dos períodos; 78.1 t en 1987-1991 y 13.8 t en 2000-2006. La captura actual combinada de las zonas central y sur es menor que las 20-30 t de mero obtenidas solo en la zona sur en los años 1960s (Solís-Ramírez 1966). La caída en las capturas de meros y afines de las cooperativas en las zonas central y sur, se relaciona con las dos especies que ahí dominan, el mero criollo *E. striatus* y el abadejo negrilla *M. bonaci*.



**Figura 14.** Evolución de los desembarques de meros, en toneladas de peso eviscerado, de acuerdo con estadísticas oficiales, de 1982 en adelante fueron suministradas por la Subdelegación de Pesca, Chetumal CONAPESCA-SAGARPA.



**Figura 15.** Desembarques de meros, en toneladas de peso eviscerado, 1982-2011 para cooperativas pesqueras de la zona norte (línea continua) y el combinado de cooperativas de las zonas central y sur (líneas y círculos). Fuente: Subdelegación de Pesca, Chetumal CONAPESCA-SAGARPA.

### Conocimiento local sobre el recurso mero y especies afines.

Por la relativa escasez de datos sobre la pesquería, se recurrió a averiguar información sobre el recurso meros y especies afines explorando el conocimiento local de tipo ecológico (Hamilton *et al.* 2012) entre los pescadores de Quintana Roo. Para ello, durante 2008-2009 se aplicaron entrevistas a n= 202 pescadores en numerosos puertos y localidades pesqueras de las tres zonas tradicionales de pesca en el estado (Sosa Cordero *et al.* 2009). Lo anterior permitió conocer el rico acervo en cuanto a conocimientos y experiencia de los pescadores de Quintana Roo, y su plena disposición a compartirlo generosamente.

#### e) Principales especies de meros y afines

Entre los pescadores de Quintana Roo en general, el 41% considera al mero *E. morio* la especie más importante de meros y afines; el 13% opina que es el abadejo negrilla *M. bonaci*; 12% percibe así al mero

criollo *Epinephelus striatus* y para un 7% es el abadejo blanco *M. microlepis* (tabla 28). Esta valoración varía notablemente entre zonas (tabla 28). En la zona norte, para el 63% de los pescadores *E. morio* es el más importante de los meros y afines; 11% opina que lo es *M. microlepis* (tabla 28). En la zona central, 40% de los pescadores percibe que *M. bonaci* es el más importante de los meros y afines; aunque para el 30% lo es *E. striatus*; y 9% afirma que es *E. guttatus* (tabla 28). En la zona sur, el 41% opina que *E. striatus* es el más importante; y 33% considera que lo es *M. bonaci* (tabla 28).

Es muy probable que este patrón por zonas refleje gradientes en la abundancia de distintas especies de meros y afines. El mero *E. morio* y abadejo blanco *M. microlepis* tienen mayor presencia-abundancia en la zona norte. En cambio, el mero criollo *E. striatus* es más común en la zona sur; su abundancia disminuye ligeramente en la zona central y decae aún más en la zona norte. El abadejo-negrillo *M. bonaci* abunda en

**Tabla 28.** Especies de meros y afines de primera importancia según los pescadores de Quintana Roo en general y separado por zonas de pesca.

Meros y afines, 1º en importancia	Quintana Roo	Zonas		
		Norte	Central	Sur
<b>Mero</b> , <i>Epinephelus morio</i>	<b>83</b> (41%)	<b>83</b> (63%)	--	--
<b>Mero criollo</b> , <i>Epinephelus striatus</i>	<b>25</b> (12%)	<b>1</b> (1%)	<b>13</b> (30%)	<b>11</b> (41%)
<b>Abadejo-negrillo</b> <i>Mycteroperca bonaci</i>	<b>27</b> (13%)	--	<b>18</b> (40%)	<b>9</b> (33%)
<b>Abadejo blanco</b> , <i>Mycteroperca microlepis</i>	<b>14</b> (7%)	<b>14</b> (11%)	--	--
<b>Cabrilla-payaso</b> , <i>Epinephelus guttatus</i>	<b>5</b> (2%)	--	<b>4</b> (9%)	<b>1</b> (4%)
<b>Cherna</b> , <i>Epinephelus itajara</i>	<b>1</b> (.5%)	--	--	<b>1</b> (4%)
<b>Otras</b>	--	--	--	--
<b>Sin respuesta</b>	<b>47</b> (23%)	<b>33</b> (25%)	<b>9</b> (20%)	<b>5</b> (18%)
<b>Total (=n)</b>	<b>202</b>	<b>131</b>	<b>44</b>	<b>27</b>

la zona sur; aumenta ligeramente en la zona central y permanece así en la zona norte. Esta descripción de la variación espacial de las especies de meros y afines en las costas de Quintana Roo, es útil para interpretar las caídas de las capturas de meros y afines por zonas (figuras 16 y 17). Permite inferir cuáles son las especies de meros y afines cuya abundancia disminuyó de forma tal que ocasionaron un declive de las capturas comerciales (figuras 23 y 24).

#### f) Localización de sitios de agrupación reproductiva

A partir del conocimiento local, los pescadores de Quintana Roo hicieron valiosos aportes. Los meros y especies afines suelen formar agrupaciones de peces con fines reproductivos (Munro 1983, Sadovy & Eklund 1999, Sadovy & Colin 2012, Lindeman *et al.*, 2000, Brulé *et al.* 2004). Aunque los meros habitualmente son solitarios, en la temporada reproductiva, Noviembre a Febrero-Marzo, forman grupos de cientos, miles a decenas de miles de peces en sitios y fechas predeterminadas, unos días antes y después de la luna llena. Sin embargo, estos eventos espectaculares son también ocasión propicia para la explotación pesquera. De ahí que sean los pescadores locales quienes descubren los sitios de agrupación

reproductiva de peces (AGREP), al conocer bien el comportamiento de sus recursos.

Hasta 2008 se conocían 39 sitios de agrupación reproductiva de peces en Quintana Roo (Sosa-Cordero *et al.*, 2002). En la distribución espacial de sitios AGREP en Quintana Roo, llamaba la atención que sólo había un sitio al norte de Tulum (Sosa-Cordero *et al.*, 2002). A partir de las encuestas levantadas en 2008-2009, la distribución de sitios AGREP cambió sustancialmente (figura 16). Los pescadores de I. Mujeres, Puerto Morelos, Playa del Carmen, Xpuhá, Tulum y Cozumel compartieron valiosa información sobre 20 sitios de agrupación reproductiva adicionales, llevando a 59 el total de sitios AGREP en Quintana Roo (figura 16; Sosa-Cordero *et al.* 2008). Este es un legado que compromete a hacer esfuerzos dirigidos al manejo sustentable de los meros y afines que ahí se congregan y hacer un uso responsable de la información compartida generosamente por pescadores locales (Hamilton *et al.*, 2012). Tal información de origen colectivo, es muy sensible, debe utilizarse con profundo respeto a los pescadores de Quintana Roo quienes descubrieron los sitios. Los pescadores conocen más sitios, pero llevará tiempo ganar su confianza y decidan compartir información.

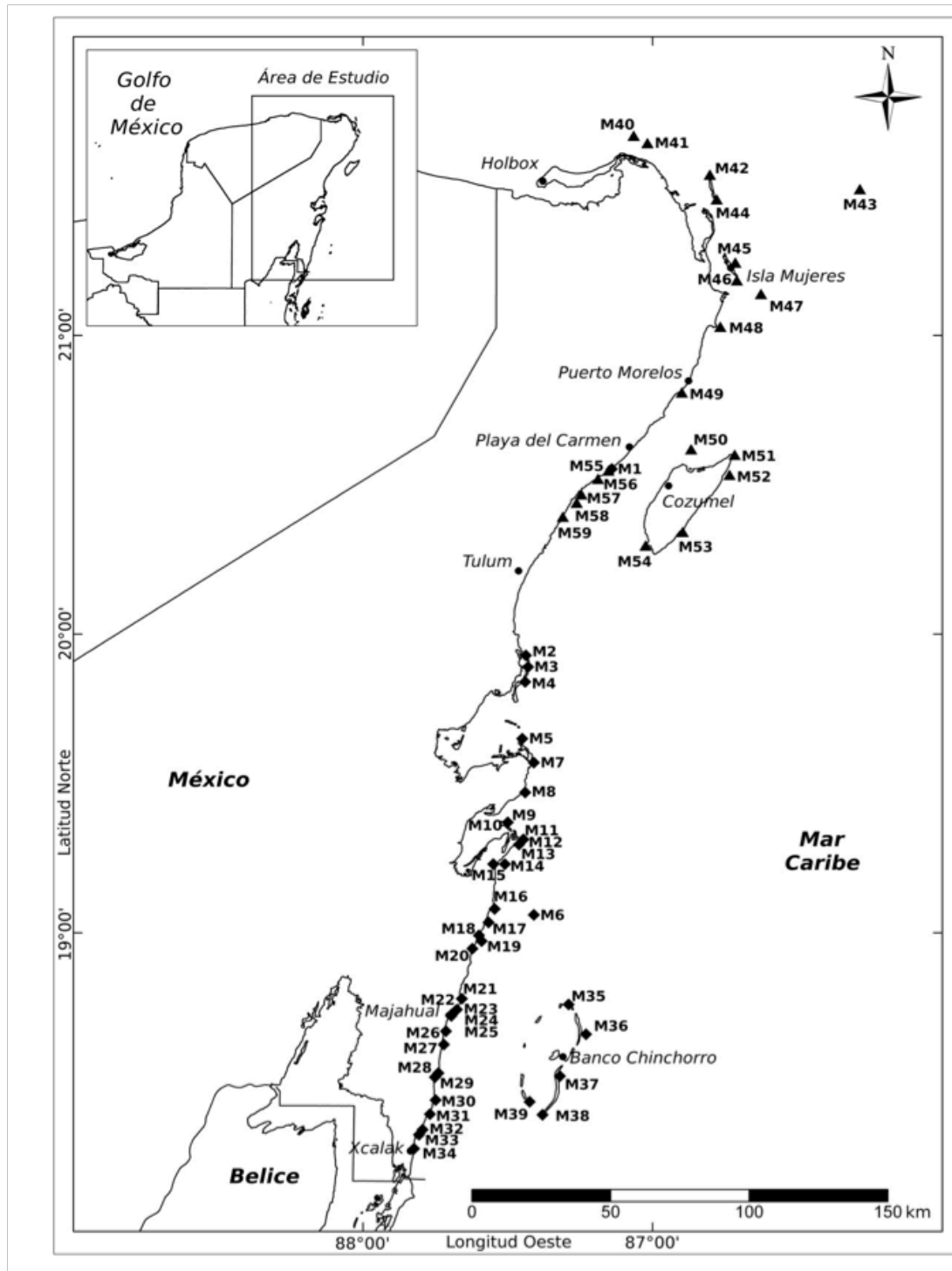
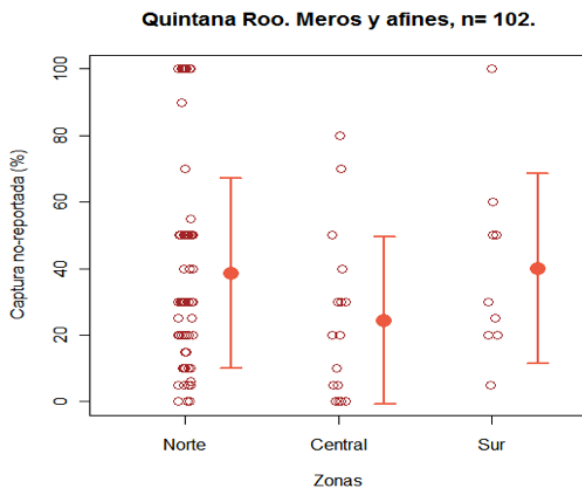


Figura 16. Localización de 59 sitios de agrupación reproductiva de peces en Quintana Roo, según el conocimiento local de los pescadores, tomado de (Sosa-Cordero *et al.* 2009).





**Figura 17.** Porcentaje de captura no reportada, con base en estimaciones de los propios pescadores de Quintana Roo. Además de datos puntuales, se muestran el promedio y desviación estándar para cada zona de pesca.

#### g) Desaparición de sitios de agrupación de meros

En el proceso de reunir información sobre sitios AGREP de meros, fue re-localizado un sitio ya reportado, con referencias vagas (Miller 1982). Hay bases firmes para afirmar que ese punto corresponde a Punta Iná (M1), al sur de Playa del Carmen (figura 16), a corta distancia al sur del muelle CALICA. Punta Iná tuvo auge hace 35-40 años al descubrirse ahí agrupaciones reproductivas de mero criollo *E. striatus*, abadejo-negrillo *M. bonaci* y cabrilla-Payaso *E. guttatus*. Al inicio, la pesca se hacía con cordel y anzuelo. Luego de la introducción del arpón y buceo SCUBA comenzó el declive de la agrupación reproductiva, hasta el punto que hace 20-24 años el sitio dejó de ser activo. Se estima que Punta Iná se mantuvo por casi dos décadas como sitio AGREP bajo explotación. Al cesar la formación de agrupaciones reproductivas en Punta Iná, se registra en Quintana Roo el segundo caso de desaparición de agrupación reproductiva de meros; luego de desaparecer la agrupación de *E. striatus* en Mahahual (Aguilar-Perera 2006). Una vez más, la pesca excesiva con arpón y buceo SCUBA es

señalada como la causa visible de la desaparición de una agrupación reproductiva. Eventos de este tipo hacen pertinente un plan de manejo de meros y especies afines, que tome en cuenta la vulnerabilidad de las agrupaciones reproductivas. Se requieren acciones para evitar que se repitan similares casos de sobrepesca en Quintana Roo.

#### h) Reporte de las capturas de meros

Los pescadores entrevistados dieron información acerca del hábito de reportar las capturas de meros y afines. Hubo n=143 respuestas efectivas, con 59 casos sin respuesta. El 88.8% de los pescadores entrevistados afirmó que acostumbra reportar correctamente las capturas de meros y afines, lo que resulta un alto porcentaje.

Además, cada entrevistado proporcionó un estimado del porcentaje de captura no reportada, basado en su propia experiencia de lo que percibe en los demás pescadores. En este caso, hubo solo 102 respuestas efectivas, con 100 casos sin respuesta. La muestra de n= 102 datos del porcentaje de captura no reportada varió entre 20 y 100%, con una media de  $36.5 \pm 28.2\%$  ( $\bar{x} \pm DE$ ). Como los datos tuvieron una distribución complicada, se empleó un procedimiento bootstrap con nb= 3000 repeticiones para estimar el IC-95% del porcentaje promedio de captura no reportada; que produjo una estimación de IC-95% (31.3, 42.4).

Al comparar entre zonas el porcentaje de capturas no registradas de meros y afines, se nota que los porcentajes promedio varían entre sí (figura 17). En la zona norte (n= 131) el promedio del porcentaje de captura no registrada fue de  $38.6\% \pm 28.5$  ( $\bar{x} \pm DE$ ); en la zona central (n= 44) el promedio fue  $24.4\% \pm 25.2$ ; mientras que en la zona sur (n=27) el promedio tuvo valor de  $40.0\% \pm 28.6$  (figura 17). Por tanto, el porcentaje de capturas no registradas de meros y afines fue relativamente superior en las zonas norte y sur (~40%); casi el doble del promedio registrado en la zona central, de 24.4% (figura 17). Esta primera estimación de la fracción de capturas no reportadas



de meros y especies afines, motiva a reflexionar sobre cómo abordar este problema, y lo conveniente de diseñar acciones para convencer a los pescadores de cumplir correctamente con esta obligación. Igualmente, buscar esquemas flexibles, simplificados por parte de CONAPESCA, que faciliten este reporte.

### **i) Estado de los meros y especies afines en Quintana Roo**

En ausencia de un programa regular de monitoreo de la pesquería de meros y especies afines en la zona norte de Quintana Roo, es difícil evaluar el estado de la pesquería por la falta de datos de captura-esfuerzo, estructura de tallas y sexos de la captura. Bajo estas circunstancias una opción es revisar datos y tendencias de áreas vecinas; consultar trabajos disponibles en el estado, región peninsular, el Caribe y áreas adyacentes.

En la zona norte, el único trabajo reciente sobre meros es una tesis de licenciatura, que con base en datos de tallas de mero *E. morio* colectados en I. Holbox estima la tasa de mortalidad total  $Z = 0.73$  (Rodríguez Martínez, 2007). Esto implica una alta mortalidad por pesca  $F$  de 0.33 a 0.53, si se supone una mortalidad natural  $M = 0.20-0.40$  en el rango usado en evaluaciones del NE del Golfo de México (EUA) y el Banco de Campeche (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997).

Otra posibilidad consiste en usar información complementaria derivada de evaluaciones por organizaciones internacionales dedicadas a la conservación, como IUCN que publica el libro rojo de las especies bajo riesgo. En este caso, elegimos otra opción que consiste en explorar el conocimiento local de los pescadores en relación al estado de recurso.

### **j) Estado de los meros y afines en Quintana Roo: conocimiento local**

A partir de entrevistas se reunieron datos de la percepción de los pescadores sobre la existencia o no de crisis (problemas graves) en la pesquería de meros y afines en sus áreas de pesca. Entre los pescadores en general, con una muestra de  $n = 202$  entrevistados;

hubo 87 casos sin respuesta (43%); con 87 pescadores (43%) que afirmaron que sí hay problemas en la pesca de meros y afines, y 28 pescadores (14%) que opinaron lo contrario (tabla 28). Así, cuatro de diez pescadores entrevistados consideró que sí existen problemas serios en la pesca de meros. Estos porcentajes cambiaron visiblemente al analizar los datos por zonas. En la zona norte, 65 (50%) pescadores afirmaron que sí hay problemas; mientras que en la central fueron 12 (27.3%) y 10 (37.5%) en la zona sur (tabla 28). Por otro lado, en la zona norte, 17 (13%) pescadores opinaron que no hay problemas, 9 (20%) en la zona central, y solo 2 (7%) pescadores en la sur (tabla 28).

Estas diferencias sustentan la idea de que tanto en el estado del recurso, como las mismas pesquerías de meros y afines, no son uniformes entre zonas. Entre los pescadores de las zonas norte y sur, se registró una percepción más alta de los problemas que aquejan a la pesca de meros y especies afines; en cambio, tal percepción se aminora en la zona central. Es muy probable que esto sea así, ya que en la zona central, sobre todo en las dos bahías, el esfuerzo de pesca se concentra en la langosta (Sosa Cordero *et al.* 2008).

Al investigar los factores causales de la crisis en la pesca de meros y afines a partir de las razones mencionadas por los pescadores, se nota que ninguno sobresale de entre los demás (Sosa Cordero *et al.*, 2009). Los de más alta mención fueron indicativos de crisis: la escasez de producto (6.4%) y un probable factor causal, las flotas foráneas (6.4%). Los pescadores de Quintana Roo afirman que las flotas de Yucatán y Cuba tienden a acercarse a sus áreas de pesca, lo que califican como "invasión" de sus áreas de pesca. En tercer lugar, se hizo mención de otro factor causal, los pescadores furtivos (5.8%) que no respetan las normas. Sobre el cuarto factor con más menciones, el esfuerzo de pesca (4.1%), hubo posiciones encontradas, unos afirman que el esfuerzo ha bajado; mientras que otros señalan un exceso de pescadores. Esto refleja de nuevo la heterogeneidad entre zonas y localidades de pesca. Hay opiniones diversas sobre la veda de meros, un factor causal mencionado por

**Tabla 29.** Percepción de los pescadores de Quintana Roo con respecto de si los meros y afines están o no en crisis en sus áreas de pesca. Datos separados por zonas de pesca.

¿Hay crisis en la pesca de meros y afines	Quintana Roo	Zonas		
		Norte	Central	Sur
Sí	87 (43%)	65 (50%)	12 (27.3%)	10 (37%)
No	28 (14%)	17 (13%)	9 (20.4%)	2 (7%)
Sin respuesta	87 (43%)	49 (37%)	23 (52.3%)	15 (56%)
Sumas (=n)	202	131	44	27

el 4.1% de los pescadores entrevistados. Los demás factores mencionados, son minoritarios y dan pistas de las preocupaciones de los pescadores entrevistados: artes de pesca, precios bajos, vigilancia y otros como los viveros y la falta de apoyos (Sosa Cordero *et al.* 2008).

#### k) Muestreos de la captura y esfuerzo Julio-Septiembre 2013

En el marco del proyecto “Diseño de indicadores y metodologías para la aplicación del enfoque ecosistémico en las pesquerías de Yucatán, Campeche y Quintana Roo”, se efectuaron muestreos de la captura y esfuerzo en la pesquería de escama basada en Puerto Juárez. Esto con el objeto de remediar de manera modesta la falta de datos en la zona norte de Quintana Roo. Durante los muestreos se tuvo acceso a las capturas de tres tipos de flota que inciden sobre la escama, y por tanto sobre meros y especies afines. Primero, la flota artesanal que opera en aguas costeras a profundidad < 40 m, a bordo de lanchas de fibra de vidrio y motores fuera de borda, que emplea línea de mano y en ocasiones arpón con ayuda de buceo libre o con compresora; esta es designada flota artesanal costera. Los viajes de pesca duran un día. Segundo, la flota artesanal que opera en aguas retiradas de la costa, en mar abierto para pescar a profundidades > 40 m. Esta flota utiliza lanchas de fibra de vidrio un poco mayores, con motores fuera de borda de mayor caballaje, como arte de pesca usa línea de mano, y palangre. Esta flota es llamada artesanal de

mar afuera, y su viajes de pesca duran de uno a tres días. Tercero, la flota que utiliza embarcaciones medianas con motor estacionario, que operan en aguas retiradas de la costa a profundidades > 40 m; con palangres mecanizados, bicicletas y línea de mano. En esta flota los viajes de pesca duran de siete a diez días. Esta flota fue nombrada flota mediana. Los camareros de estas flotas se localizan al norte y noreste de isla Contoy; así como al este de Isla Mujeres.

Los resultados del muestreo de las capturas de las tres flotas, en cuanto a composición por especies de meros y afines se presenta en la tabla 30. En total se registraron quince especies de meros y especies afines (tabla 30). En conjunto, las seis especies que ocurrieron con más frecuencia en la muestra fueron el mero *Epinephelus morio*, abadejo blanco *M. microlepis*, negrilla *M. bonaci*, el fiat *E. nigrilus*, la cabrilla *C. fulva* y cabrilla payaso *E. guttatus*. Estas seis especies numéricamente representaron el 93.4% del total de la muestra (tabla 29). Llama la atención que solo haya aparecido en las capturas un único ejemplar del mero criollo *E. striatus*. Igualmente, es notable que en un solo mes, agosto, la flota artesanal de aguas afuera haya capturado 152 ejemplares de fiat *E. nigrilus*, una especie que no suele ser tan común.

Entre flotas hubo diferencias en la composición porcentual de las distintas especies de meros (tabla 30). La captura más diversa fue obtenida por la flota artesanal que opera en aguas costeras, que capturó doce de las quince especies; sin embargo, en la composición de sus capturas tuvo fuerte dominancia el

**Tabla 30.** Resultados del muestreo de la captura en el período de Julio a Septiembre de 2013 en Puerto Juárez, Quintana Roo. Se presentan las especies de meros y afines, de acuerdo la flota, clasificadas por tipo de embarcación y área de pesca.

Especie	Artesanal, costa		Artesanal, fuera		Mediana, fuera		Total n
	n	%	n	%	n	%	
<i>E. morio</i>	697	73.2	34	8.4	427	58.4	1 158
<i>M. microlepis</i>	47	4.9	1	0.2	212	29.0	260
<i>M. bonaci</i>	153	16.1	3	0.7	67	9.2	223
<i>E. nigrilus</i>	9	0.9	152	37.5	--	--	161
<i>C. fulva</i>	--		99	24.4			99
<i>E. guttatus</i>			59	14.6			59
<i>M. phenax</i>	24	2.5	3	0.7	7	1.8	34
<i>E. drummondhayi</i>	2	0.2	17	4.2	13	1.8	32
<i>E. flavolimbatus</i>	1	0.1	223	5.7	2	0.3	26
<i>E. niveatus</i>	--		13	3.2	1	0.1	14
<i>M. interstitialis</i>	8	0.8	1	0.2	2	0.3	11
<i>C. cruentata</i>	5	0.5	--		--		5
<i>E. adscensionis</i>	3	0.3	--		--		3
<i>M. venenosa</i>	2	0.2	--		--		2
<i>E. striatus</i>	1	0.1	--		--		1
<b>Sumas</b>	952		405		731		2 088

mero *E. morio* al representar el 73.2% (tabla 30) . La artesanal de aguas afuera capturó once de quince especies de meros y afines; tuvo una composición porcentual bien repartida en varias especies, puesto que la más numerosa, el fiat *E. nigrilus* representó el 37.5% . La flota mediana capturó solo ocho de las quince especies de meros y afines; pero incidió marcadamente sobre dos especies, el mero *E. morio* (58.4%) y abadejo blanco (29%).

Estos resultados son congruentes con el patrón de variación espacial de las especies de meros y especies afines que fueron presentados en las secciones precedentes, producto del conocimiento local. Por ello no sorprende que las tres especies de meros más comunes en las capturas sean precisamente, en orden decreciente, el mero *E. morio*, el abadejo blanco *M. microlepis* y el negrilla *M. bonaci*. Es interesan-

te la presencia de las doce especies restantes, sobre todo la frecuencia del fiat *E. nigrilus*, que ocupó el cuarto lugar en porcentaje global. Cabe señalar que estos son resultados muy recientes, obtenidos en tan solo de un corto período de tiempo, Julio-Septiembre 2013.

#### I) Análisis de tallas por especies principales de meros y afines

En esta sección se presentan de manera general la estructura por tallas de las seis especies principales, con base en su contribución numérica en las capturas del recurso mero y afines en la zona norte de Quintana Roo. Esto a partir de los muestreos de las capturas en el período Julio-Septiembre de 2013.

Mero *E. morio*. Esta especie estuvo presente en las capturas de las tres flotas, aunque tuvo mayor fre-

cuencia en la artesanal costera (tabla 30); lo que permitió comparar las tallas entre flotas (figura 18). Las distribuciones de frecuencia de tallas en las capturas exhibió patrones contrastantes, en particular entre la flota artesanal costera, en la que hubo dominio de tallas menores (figura 18) y la flota mediana, en la que predominan ejemplares de mayores tallas (figura 18). Semejante estratificación por tallas es común en serránidos y peces de otras familias, ya que se tienden a capturar peces de mayor tamaño a mayor profundidad (Munro 1983, Thompson & Munro 1978). Estos patrones son similares a los reportados en Yucatán para esta misma especie, cuando se comparan tamaños de meros que captura la flota mayor y la artesanal.

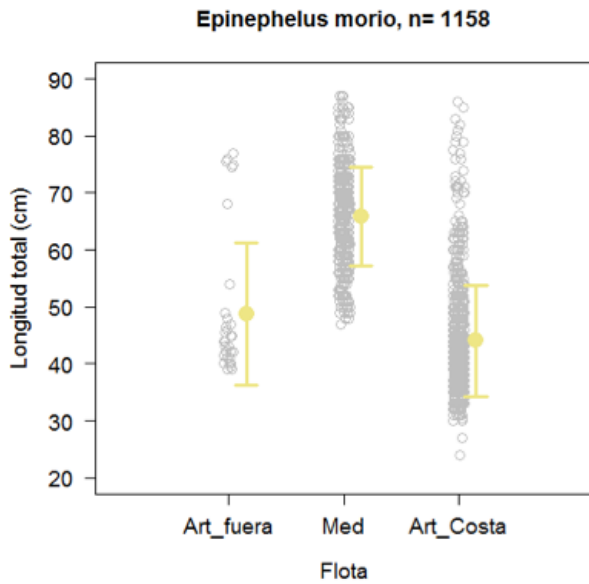
Abadejo blanco *M. microlepis*. Esta especie estuvo presente prácticamente en las capturas de tan solo dos flotas, la mediana y la artesanal costera; ya que en las capturas de la flota artesanal que opera en mar afuera solo hubo un ejemplar (tabla 30). En particular, este abadejo ocurrió con mayor frecuencia en las capturas de la flota mediana (tabla 30). Por tanto, esto facilitó la comparación de tallas entre dos flotas (figura 20). Las distribuciones de frecuencia de tallas en las capturas mostraron patrones distintos entre flotas. En la artesanal costera se observó una distribución polimodal en un amplio intervalo de tallas (figura 21); en contraste, en las capturas de la flota mediana hubo un dominio de tallas mayores (figura 21). Así, en esta especie se registra también la estratificación de tallas con la profundidad, típica de serránidos y peces de otras familias, con tendencia a la captura de peces de mayor tamaño a mayor profundidad (Munro, 1983; Thompson & Munro, 1978). En esta especie se ha reportado que hembras y machos ocupan hábitats diferentes; y los machos permanecen en áreas de agrupación reproductiva, a diferencia de las hembras que retornan hacia los hábitats costeros después de concluir el evento reproductivo (Koening y Coleman, 2012).

Negrillo o abadejo-negrillo *Mycteroperca bonaci*. Este abadejo estuvo presente en las capturas de las

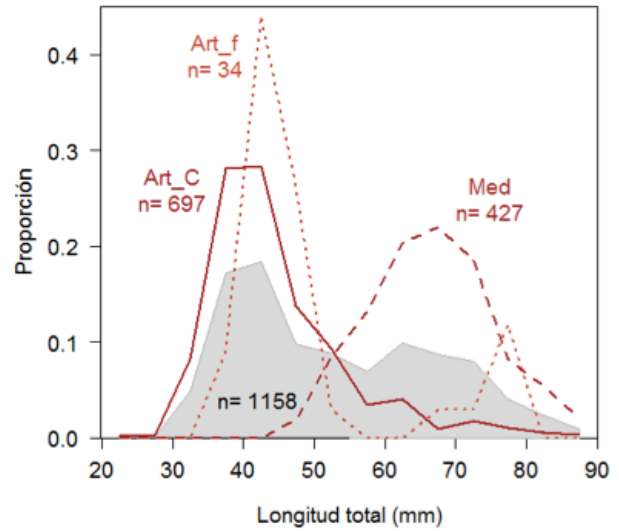
tres flotas; aunque en las capturas de la flota artesanal de mar afuera hubo apenas tres ejemplares (tabla 30). Esta especie ocurrió más frecuentemente en las capturas de la flota artesanal costera (tabla 30). De todos modos fue posible comparar las tallas entre las tres flotas (figura 22). Las distribuciones de frecuencia de tallas en las capturas mostraron patrones opuestos entre dos flotas. En la flota artesanal costera predominaron ejemplares de menores tallas, aunque se observó una distribución polimodal que comprendió un amplio rango de tallas (figura 23); en cambio, en las capturas de la flota mediana hubo un marcado dominio de peces de tallas mayores (figura 23). De nueva cuenta, en el caso del negrillo se verifica la estratificación de tallas con la profundidad, dado que a mayores profundidades se tiende a capturar peces de mayor talla (Munro, 1983; Thompson & Munro, 1979).

Fiat *E. nigrilus*. Este mero de gran tamaño, y de aguas profundas estuvo presente en las capturas de solamente dos flotas, la artesanal que opera en mar abierto, en aguas profundas, y en la artesanal costera (tabla 30). Sin embargo, en las capturas de la artesanal costera solo fueron capturados nueve ejemplares (tabla 30). Por lo tanto, esta especie de mero, prácticamente se registró en las capturas de la flota artesanal de mar afuera. Apenas fue posible comparar las tallas entre dos flotas (figura 24). En cuanto a las distribuciones de frecuencia de tallas en las capturas solo se presenta la que corresponde a la flota artesanal de mar afuera y la total (figura 25). En la flota artesanal costera solo fueron capturados nueve ejemplares de grandes tallas (figura 24). En el caso particular de esta especie, los resultados corresponden a lo que se conoce de la literatura, en el sentido de que esta especie de mero habita en aguas profundas. No deja de llamar la atención que el fiat no estuviera presente en las capturas de la flota mediana que opera en aguas profundas.

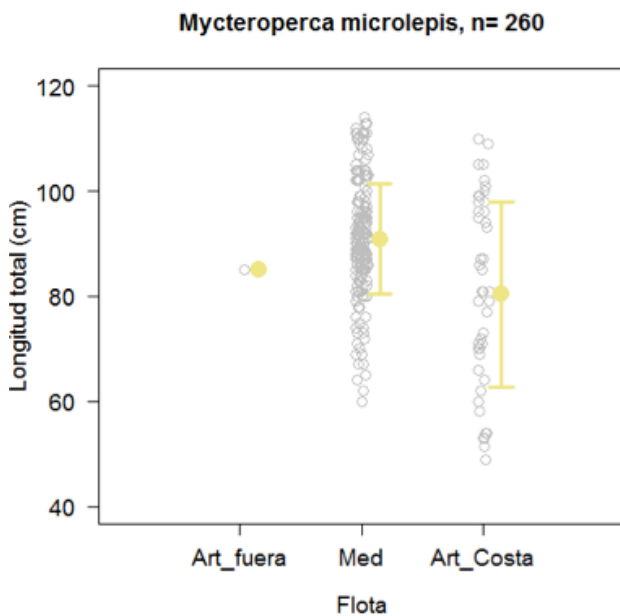
En el caso de las dos especies restantes, la cabrilla *C. fulva* y la cabrilla payaso *E. guttatus*, estuvieron presentes en las capturas de una flota solamen-



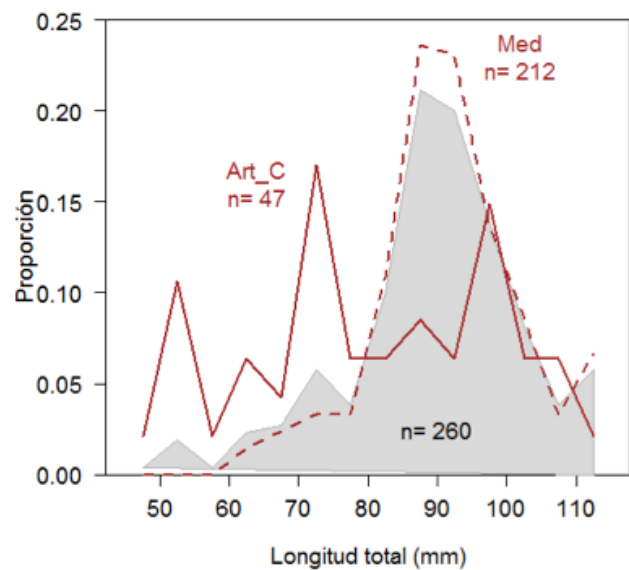
**Figura 18.** Tallas individuales, longitud total en cm (círculos) de *Epinephelus morio*; media y desviación estándar por flota: artesanal de mar afuera (Art\_fuera) y costera (Art Costa) y mediana (Med).



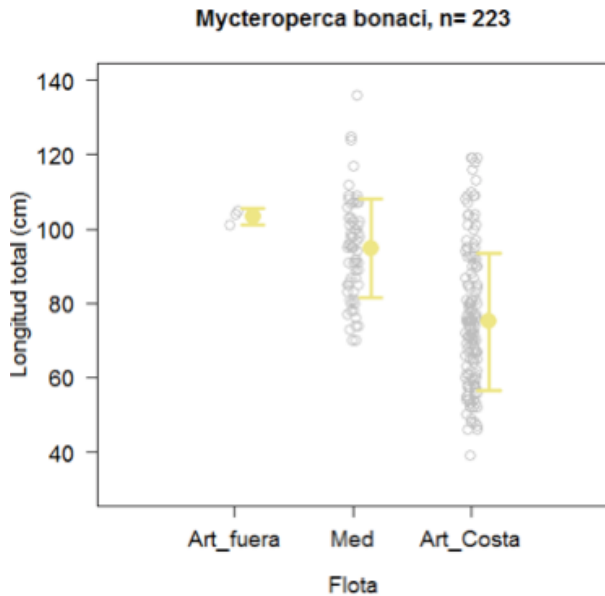
**Figura 19.** Estructura de tallas, longitud total en mm, de *Epinephelus morio* en la captura total (sombreado) y por flota, Artesanal costera (Art\_C; línea continua), Artesanal en mar afuera (Art\_f; línea punteada) y Mediana (Med; línea discontinua).



**Figura 20.** Tallas individuales, longitud total en cm (círculos) de *Mycteroperca microlepis*; media y desviación estándar por flota: artesanal de mar afuera (Art\_fuera) y costera (Art Costa) y mediana (Med).



**Figura 21.** Estructura de tallas, longitud total en mm, de *Mycteroperca microlepis* en la captura total (sombreado) y por flota, Artesanal costera (Art\_C; línea continua), y Mediana (Med; línea discontinua).

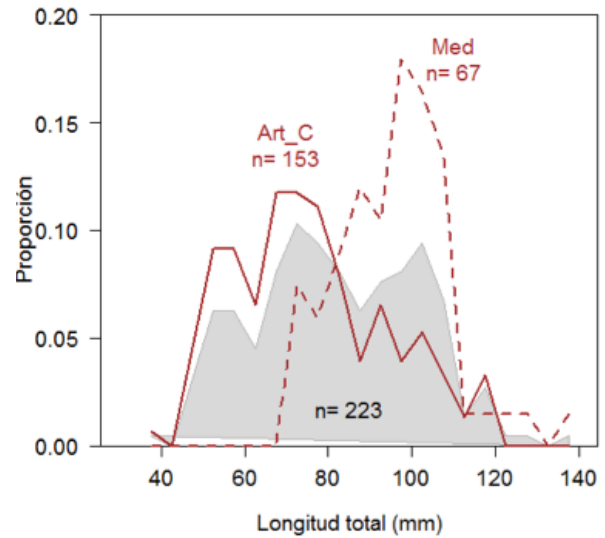


**Figura 22.** Tallas individuales, longitud total en cm (círculos) de *Mycteroperca bonaci*; media y desviación estándar por flota: artesanal de mar afuera (Art\_fuera) y costera (Art Costa) y flota mediana (Med).

te; ambas fueron capturadas exclusivamente por la flota artesanal que opera en mar afuera, en aguas retiradas de la costa (tabla 30). Esto impidió la comparación entre flotas, por lo que solo se presenta el histograma construido con los datos de talla de los ejemplares de cada especie. En el caso de la cabrilla *C. fulva*, se observa una moda prominente centrada en 33 cm de longitud total; con muy baja frecuencia de ejemplares de tallas > 36 cm de longitud total (figura 26). En la cabrilla payaso, *E. guttatus*, en la distribución de tallas se aprecia un patrón bimodal (figura 27), con una primera moda centrada en 36 cm de longitud total y una segunda moda centrada en 41 cm de longitud total (figura 27).

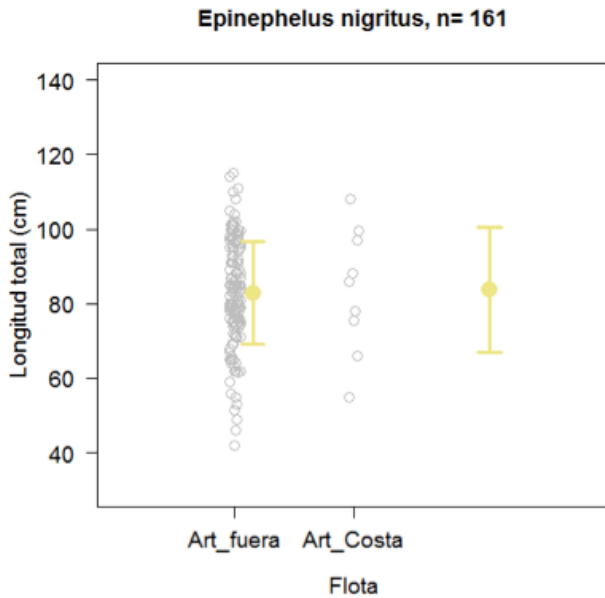
#### VI. 4.3. Indicadores simples del estado del recurso a partir de tallas

Existen varias propuestas de interés para los casos de pesquerías con escasez de datos, que se basan

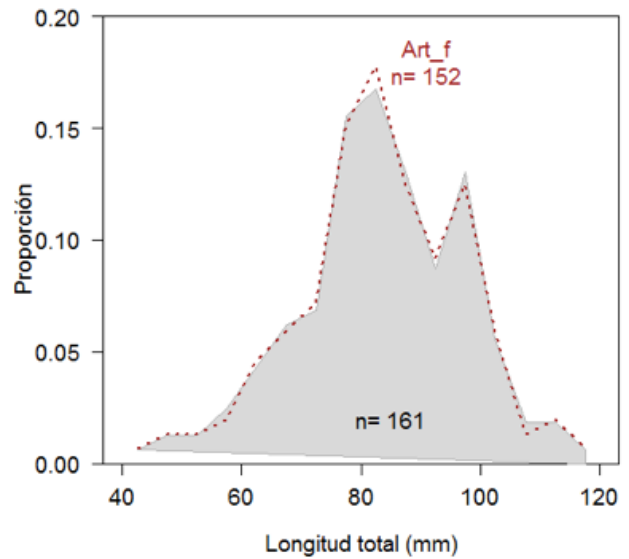


**Figura 23.** Estructura de tallas, longitud total en mm, de *Mycteroperca bonaci* en la captura total (sombreado) y por flota, Artesanal costera (Art\_C; línea continua), y Mediana (Med; línea discontinua).

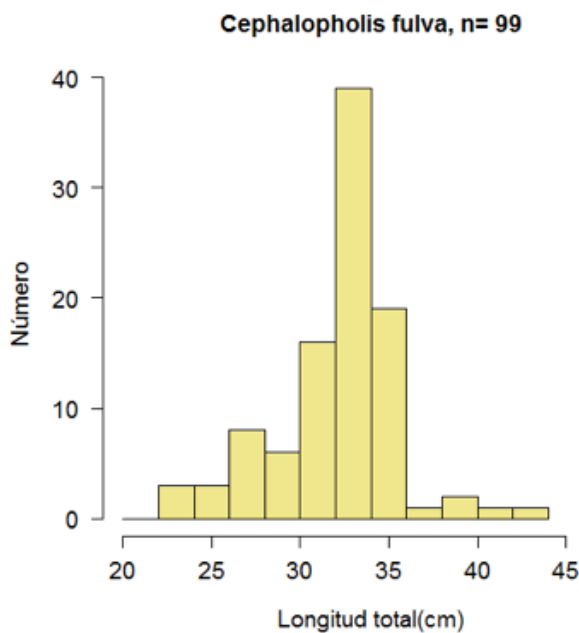
en índices simples, calculados a partir de datos de tallas obtenidas de muestreos independientes de la pesquería (Ault *et al.*, 2005), o bien datos dependientes de la pesquería (Froese, 2004). En el presente trabajo, dado que el período de muestreo fue muy corto, de solo tres meses, en un período fuera de la principal temporada reproductiva de los meros y afines, que por lo general comprende de Noviembre a Febrero-Marzo, se decidió no estimar tales índices. El argumento fue que los valores obtenidos de los indicadores simples podrían tender hacia uno u otro sentido, de modo que podrían sugerir una presión de pesca en los extremos, muy fuerte o muy ligera. Lo anterior, derivado de la muestra obtenida en tres meses de muestreo, cuando se ignora la influencia o peso de estas muestras en el ciclo anual de las especies de meros y afines en el área de estudio. Esto se deriva de la misma escasez de datos en la zona norte de Quintana Roo.



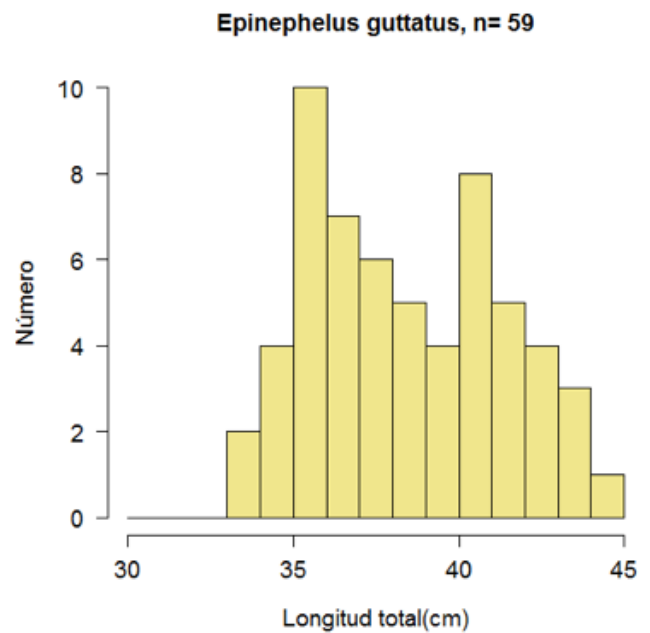
**Figura 24.** Tallas individuales, longitud total en cm (círculos) de *E. nigritus*; media y desviación estándar por flota: artesanal de mar afuera (Art\_fuera) y costera (Art Costa).



**Figura 25.** Estructura de tallas, longitud total en mm, de *Epinephelus nigritus* en la captura total (sombreado) y por la flota artesanal de mar afuera (Artc\_f; línea punteada).



**Figura 26.** Estructura de tallas, longitud total en mm, de *Cephalopholis fulva* en la captura de la flota artesanal que opera en mar afuera.



**Figura 27.** Estructura de tallas, longitud total en mm, de *Epinephelus guttatus* en la captura de la flota artesanal que opera en mar afuera.



#### V.4.4 Índices y matrices

De igual manera, por lo incipiente del trabajo de campo en esta pesquería de meros y especies afines en la zona norte de Quintana Roo, no se cuenta aún con elementos o bases suficientes para seleccionar los índices más apropiados, que sean reflejo del estado de los distintos componentes del sistema pesquero y mucho menos se dispone de los datos que se requieren para calcular los indicadores. Esto corresponde a etapas subsecuentes del trabajo con los usuarios de los recursos y otros actores clave, con intereses en los recursos o en otros bienes y servicios que brinda el ecosistema de arrecifes coralinos y los hábitats adyacentes, como manglares, lagunas costeras, praderas de pastos marinos y esponjales comunes en la región norte de Quintana Roo (Sosa Cordero *et al.*, 1998).

Sin embargo, a fin de avanzar en el ejercicio de identificar problemas en los distintos aspectos que conforman el sistema pesquero, a partir de lo que se conoce de la pesquería de meros y especies afines en la zona norte de Quintana Roo se revisan una lista de problemas generales identificados en el segundo taller con expertos de la región para señalar cuáles de ellos tienen potencial relevancia para la pesquería bajo estudio.

En dicho taller se identificaron los principales problemas en las pesquerías de la península para la aplicación del enfoque ecosistémico, en aspectos relacionados con la población explotada, el ecosistema, el entorno socioeconómico y cuestiones de gobernanza. A continuación, se presentan las tablas 31 a 34 que contienen los resultados del citado taller y su priorización de acuerdo a los participantes. En cada tabla se resaltan los problemas que potencialmente afectarían con mayor peso a la pesquería de meros y especies afines del norte de Quintana Roo. Cabe aclarar que siendo esta una pesquería poco estudiada, con escasez de datos, se podría fácilmente señalar que todos los problemas son relevantes, pero se evitó esto; priorizando en realidad los problemas que tendrían mayor impacto o urgencia.

#### VI.4.5 Consideraciones finales

Más que conclusiones que resultan del ejercicio desarrollado en el presente trabajo, en esta sección se pretende subrayar los principales temas del aprendizaje en dos aspectos, el enfoque ecosistémico en pesquerías (EEP) de FAO y de la propia pesquería de interés, la pesquería de meros y especies afines del norte de Quintana Roo.

##### Sobre el EEP de FAO

Es motivador que desde el punto de vista conceptual, antes de pensar en herramientas concretas de evaluación como determinados modelos cuantitativos, sea posible avanzar en la construcción del análisis y posibles acciones de manejo. Entre las cuestiones más alentadoras en el proceso de aprendizaje del EEP de FAO, destaco los siguientes:

*Construir sobre bases existentes.* En este trabajo damos por sentado que se ha completado un plan de manejo regional del recurso mero y especies afines, que este es un avance para la región peninsular porque se hacen esfuerzos considerables por mejorar la situación de estos recursos que se reconoce están bajo duras condiciones de explotación.

*Escala.* Es interesante que el EEP de FAO considere la posibilidad de trabajar a distintas escalas, de acuerdo al caso y sus condiciones. El ejercicio desarrollado en el presente documento, definió como objetivo central, trabajar a escala local. Se eligió precisamente un sector de la pesquería de meros, que comprende solamente la zona norte de Quintana Roo. Esta zona fue seleccionada por su aportación a la producción de meros y especies afines, ya que es la que contribuye con mayor volumen de captura. También es la zona en la que reside la mayor parte de la población y flota pesquera dedicada a la escama en Quintana Roo. No cuenta con estudios previos, mientras que en las demás zonas, tanto en la zona sur de Quintana Roo y en Yucatán se han desarrollado investigaciones sobre meros y afines. Por último, debido al acelerado desarrollo del turismo, esta zona presenta la problemática social y económica más compleja del estado.



**Tabla 31.** Problemas del aspecto: población explotada, para el manejo con enfoque ecosistémico de las pesquerías de la península de Yucatán. Los problemas identificados están ordenados según su importancia. El sombreado señala los problemas de alta relevancia para la pesquería de meros y especies afines del norte de Quintana Roo.

**Población explotada. Priorización de problemas (más importante = menor puntuación)**

Problema	Puntuación
Falta de evaluaciones del estado de las poblaciones	14
No se han identificado puntos de referencia dinámicos de las poblaciones	15
Desactualización de estadísticas de captura, inexistencia de la información por especie y disponibilidad de información	16
Falta de identificación de stocks y su tamaño (pulpo, langosta)	17
Desconocimiento de la biología de las especies	17
Desconocimiento de distribución espacial (zonas de crianza, reclutamiento, reproducción)	17
Falta de conocimiento de interacciones ecológicas	18
Falta de continuidad de las líneas de investigación y proyectos. Nota: Falta de proyectos en general.	20
Existe una percepción de que las poblaciones pesqueras son estables y poseen un umbral único, por tanto su manejo es restringido	20
No hay estandarización de métodos de investigación científica que permita el intercambio de información	20
Falta de conocimiento biológico pesquero de especies no objetivo	21
Disminución en la abundancia de algunos recursos	25
Desconocimiento de la hábitos alimentarios de las especies. Nota: Ya está marcado en interacciones.	27

Todo esto justifica y da sentido a la elección de la pesquería y de la escala.

**Trabajo multidisciplinario.** Reconocer que el trabajo en pesquerías hace necesario conformar grupos de trabajo multidisciplinarios no es nada nuevo; pero al trabajar en el EEP de FAO esto es condición *sine qua non*. La región peninsular, en el ámbito de la RNIIPA, y por la existencia de universidades y centros de investigación se cuenta con profesionistas en distintas disciplinas y campos del conocimiento para formar los grupos de trabajo multidisciplinario.

**Conocimiento Local.** Este es un ejemplo claro, de cómo ante la escasez de datos, es posible recurrir al conocimiento local de tipo ecológico de los usuarios del recurso, en este caso de los pescadores de Quintana Roo. Solo con la lista de sitios de agrupación

reproductiva ese conocimiento local significó aportaciones sustanciales sobre el recurso bajo estudio, que tiene gran utilidad en el manejo del recurso. Además, el conocimiento local permitió entrar en conocimiento de otras cuestiones clave sobre el recurso, como capturas no reportadas por zona de Quintana Roo y la distribución espacial de las especies de meros y afines a lo largo de la costa, cuya utilidad inmediata consistió en identificar cuáles especies fueron las que disminuyeron en abundancia para ocasionar las caídas de las capturas por zona. Se estableció que fueron cuatro especies, en la zona norte el mero *E. morio* y el abadejo blanco *M. microlepis*; en las zonas central y sur, el mero criollo *E. striatus* y el abadejo negrilla *M. bonaci*.

**Tabla 32.** Problemas del aspecto: ecosistema, para el manejo con enfoque ecosistémico de las pesquerías de la península de Yucatán. Los problemas identificados están ordenados según su importancia. El sombreado señala los problemas de alta relevancia para la pesquería de meros y especies afines del norte de Quintana Roo.

**Ecosistema. Priorización de problemas (más importante = menor puntuación)**

Problema	Puntuación
Degradación de los ecosistemas como hábitats esenciales de los recursos pesqueros	14
Falta de conocimiento del efecto de la pesca en el ecosistema	14
Desconocimiento del impacto sobre el ecosistema de eventos naturales como marea roja y huracanes además de impactos antrópicos	15
Falta de conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas que permitan definir los estados del mismo	18
Falta de la caracterización de hábitats críticos de las especies	18
Identificar especies importantes del ecosistema como indicadores	21
Faltan estudios de relación recursos-hábitat, y dificultad para vincular niveles de organización (poblaciones, comunidades y ecosistemas), en escala espacial y temporal	21
Faltan estudios de productividad del ecosistema	22
Ausencia de información de contaminación ambiental (EJ. impacto por PEMEX, calidad del agua)	23
Necesidad de compilar información multiespecífica en las pesquerías	24

*Componente humano.* No obstante que en esta zona se presenta una fuerte dinámica que afecta las condiciones socio-económicas en las comunidades costeras, especialmente en los pescadores organizados en cooperativas y los permisionarios, durante el trabajo de campo se pudo constatar que la mayoría de los pescadores de la zona norte tiene disposición a participar y colaborar. Esto denota que hay mucho trabajo que hacer con la comunidad, sin idealizar o recurrir a estereotipos, los pescadores están abiertos a participar. Eso es un dato importante, que permite programar futuros trabajos que aborden procesos de diversa índole, sobre el recurso, la actividad pesquera y procesos sociales y económicos.

*Seguimiento al EEP de FAO.* Se requiere más trabajo, antes, durante y después de la aplicación del plan de manejo regional de los meros y especies afines que fue elaborado durante 2012. Lo anterior, junto con los vacíos de información y los problemas que fueron identificados en esta pesquería, ofrecen oportunidades de colaboración o al menos de trabajo coor-

dinado entre las distintas instituciones de la región interesadas en las pesquerías como sistemas. Esto va más allá de instituciones académicas, como parte de la RNIIPA se tiene el foro idóneo para definir estos trabajos de colaboración interinstitucional.

**Sobre la pesquería de meros y especies afines**

*Avances.* Con las investigaciones basadas en el conocimiento local de tipo ecológico y la colección de datos sobre captura-esfuerzo y composición por especies y tallas de la captura; así como las especies incidentales cuyo análisis está en proceso, ahora se conoce más sobre la pesquería de meros y especies afines del norte de Quintana Roo. En un plazo muy corto y con un costo relativamente bajo, se obtuvo información básica sobre la captura-esfuerzo de las tres flotas escameras que operan en la zona norte. Esto permitió reportar por vez primera datos de estructura por tallas de las principales especies de meros y afines. Sería ideal dar continuidad a este esfuerzo por obtener información al menos en un ciclo anual, para tener una idea más completa de la estacionalidad de



**Tabla 33.** Problemas de criterio socioeconómico para el manejo con enfoque ecosistémico de las pesquerías de la península de Yucatán. Los problemas identificados están ordenados según su importancia. El sombreado señala los problemas de alta relevancia para la pesquería de meros y especies afines del norte de Quintana Roo.

**Socioeconómico. Priorización de problemas (más importante = menor puntuación)**

Problema	Puntuación
Desconocimiento de los usuarios de los términos del enfoque ecosistémico en las pesquerías	14
Desconocimiento del nivel del esfuerzo ejercido sobre los recursos	14
Falta de estandarización del registro de datos y falta de capacitación para la toma de datos y concientización de pescadores para proporcionar datos de pesca fidedignos	18
Inadecuada forma de organización de la cadena productiva (compromiso de extracción a toda costa para pagar sus deudas a los intermediarios)	22
El nivel educativo de los pescadores y del sector en general no favorece la comprensión de los ecosistemas y de sus acciones en ellos	25
No se regula el mercado como medida de control de las pesquerías Ej. Cupos de exportación	25
El costo de operación para mantener o aumentar la producción va en aumento	25
Movilización de pescadores a las zonas costeras que aumentan el esfuerzo (cuota de acceso)	26
Es difícil obtener información económica (cadena de valor) de las comunidades pesqueras	29
La explotación de recursos pesqueros en zonas cada vez más profundas suma riesgo al bienestar de los pescadores sin estrategias de seguridad social	29
Sobrecapitalización de la flota	29
Las condiciones económicas de los pescadores limitan su capacidad para reconocer el impacto de sus actividades	30
No se han planteado investigaciones socio-ecosistémicas de las pesquerías	31
Desconocimiento del beneficio neto de la pesca	31
Falta de registros de costos de operación. Nota: Está implícito en la fila anterior.	37

los recursos y de la variación de los valores de indicadores simples.  
*Ecosistemas.* Un cuello de botella en la aplicación del EEP de FAO en la pesquería de meros y especies afines del norte de Quintana Roo, aplicable quizás a

toda la región es la investigación sobre ecosistemas marino –costeros. Se requiere de grupos de investigación que se acerquen a la zona para contribuir al estudio de procesos a nivel ecosistema.

**Tabla 34.** Problemas de criterio gobernanza para el manejo con enfoque ecosistémico de las pesquerías de la península de Yucatán. Los problemas identificados están ordenados según su importancia. El sombreado señala los problemas de alta relevancia para la pesquería de meros y especies afines del norte de Quintana Roo.

**Gobernanza. Priorización de problemas (más importante = menor puntuación)**

Problema	Puntuación
Exclusión de los pescadores en la planificación y toma de decisiones en el manejo de la pesca	14
Falta de inspección y vigilancia (Insuficiente control en el acceso a las zonas de pesca)	17
Impunidad de los que no cumplen la las leyes de pesca.	17
Falta de articulación entre autoridades de los tres niveles de gobierno y organización comunitaria, esto hace que la escala de planeación entre manejadores y usuarios sea diferente al igual que sus objetivos	17
Falta de reconocimiento de los organismos de administración de pesquerías (legitimación de autoridades)	17
Registros oficiales de captura no estandarizados por especie o por presentación, ni entre instituciones	18
Recurrir al concepto de sistemas pesqueros, en lugar de emplear solo la investigación por recurso pesquero	18
Falta planeación en administración federal de las pesquerías y en continuidad de la investigación	19
Políticas de apoyo del gobierno destinados al sector sin claridad	19
Falta del fomento en el manejo comunitario	20
Percepción de usuarios, manejadores, e investigadores de que las poblaciones son estables	21
Los indicadores empleados en aspectos ambientales, bióticos y variables socio-económicas suelen tener escalas espaciales diferentes	21
Faltan recursos para investigaciones ecosistémicas	22
Ausencia de definición y estandarización de mecanismos y métodos de monitoreo de las pesquerías multiespecíficas (escama)	22
Falta de fortalecimiento de capacidades (evaluadores y metodologías) para el manejo de pesquerías con un enfoque ecosistémico	23
Pescadores furtivos cuyo impacto no está evaluado	24
Faltan alternativas productivas a los límites de pesca	24
No se tienen registros certeros de la mano de obra en actividades pesqueras	24
No se favorecen el intercambio de información de la investigación científica y se duplican esfuerzos	25
Insuficiente capacitación para pescadores en temas de seguridad y ambientales	26
Percepción de los usuarios sobre vedas mal diseñadas	26
No hay información sobre vulnerabilidad de las poblaciones pesqueras ante contingencias ambientales	27
El exceso del otorgamiento de subsidios	28
Falta de incorporación a la seguridad social de los actores que intervienen en la pesca	31
Diferencias en las perspectivas de los usos diferentes de las zonas de distribución de las especies (Pemex, ANP, turismo)	32



## Conclusiones generales

# VIII

La aplicación del enfoque ecosistémico a las pesquerías es un proceso gradual que implica la organización en diferentes niveles. La toma de decisiones que hasta ahora se han realizado en las pesquerías de pulpo y camarón siete barbas por dar dos ejemplos, está basada en indicadores exclusivamente poblacionales (por ejemplo la cuota de captura, talla mínima de captura y temporada de veda). Para el caso del mero de la península de Quintana Roo, la información es incipiente, por lo que los indicadores se han basado en la pesquería de mero de Yucatán. Este manual presenta un proceso de pasos simples para definir indicadores, pero a su vez complejos por la estructura organizacional que implica. Los indicadores aquí presentados deberán cubrirse con sus valores para mostrar el estatus actual de indicadores presentes y encaminar acciones en la búsqueda de medidas que permitan avanzar hacia la ruta metodológica (diagrama de acciones, sección V) que lleve al manejo de las pesquerías gradualmente hacia el enfoque ecosistémico; especialmente con los que tiene que ver con los ámbitos ecológicos, socioeconómicos y de gobernanza. Las hojas metodológicas de los indicadores de los componentes analizados entre los diferentes recursos, tienen fuertes coincidencias, lo que indica que los problemas regionales se reflejan en los de cada pesquería en particular.

Las condiciones actuales en cuanto organización institucional y de legislación proveen un marco favorable para la aplicación del enfoque ecosistémico. En la pesquería de pulpo se han tenido grandes avances como la formulación del Plan de Manejo y

conocimiento científico del recurso, especialmente de O. maya. Sin embargo la falta de información y su integración aún es considerable. Se deberá poner especial atención en los aspectos socioeconómicos y de gobernanza que envuelven a la pesquería. Dadas las circunstancias actuales de la pesquería y su entorno, la decisión e iniciativa de los tres órdenes de gobierno se hace indispensable así como la participación formal y continua de los usuarios. El aporte y el impulso desde las instituciones académicas también resultan fundamentales.

Por otra parte, la propuesta presentada sobre iniciar el manejo de las pesquerías, a partir del conocimiento del ecosistema es una propuesta novedosa y sugerida para obtener indicadores de la pesquería a partir del estado del ecosistema; en ella se incluye al recurso y su posición en la cadena trófica, además la incertidumbre y riesgo están implementadas por lo que resulta interesante realizar una prueba sobre esta base y ver su comportamiento en el corto y largo plazo.

El éxito para la implementación del enfoque ecosistémico se basará en gran medida de la inclusión de todas las partes interesadas en el proceso de desarrollo de este enfoque y en la conciliación de las perspectivas y objetivos de cada una de estas partes.

Desde hace algunos años la percepción del papel del ecosistema en los aspectos pesqueros está presente en el pensamiento científico; asimismo el papel de las pesquerías en el entorno ecológico. Existe un esfuerzo considerable por parte de las instituciones por la generación de información en diversos aspectos

tos (biológicos, pesqueros, económicos, ecológicos y de gobernanza) y por la generación de indicadores del sistema pesquero más sofisticados y refinados.

Así mismo existen diversos aspectos de orden demográfico, económico, político y social que representan fuertes presiones para los ecosistemas y sus recursos, por lo que es necesario e importante tener una coordinación entre todas las partes. Los aspectos anteriores determinan que en el estado actual, las presiones superan las capacidades institucionales para la aplicación de muchas de las medidas de manejo y del seguimiento de estas y de la valoración de los indicadores. En estas condiciones, el costo del manejo no está contemplado en el propio manejo.

El ejercicio realizado en la elaboración de este manual y otros similares son fundamentales para mantener cooperación y mejorar las estrategias de manejo, de coordinación y planteamientos novedosos que incrementen la capacidad de respuesta de la sociedad.

### **Lista de Participantes en los talleres de discusión**

Silvia Salas (CINVESTAV)  
Miguel Cabrera (CINVESTAV)  
Francisco Aguilar Salazar (CRIP-Pto Morelos)  
Álvaro Hernández Flores (CRIP Yucalpéten)  
Juan Carlos Seijo (U-Marista)  
Josefina Santos Valencia (CRIP-Campeche)  
Iván Velázquez-Abunader (CINVESTAV)

Edgar Torres-Irineo (CINVESTAV)  
Arreguín Sánchez Francisco (CICIMAR)  
Manuel Zetina (CICIMAR)  
Vequi Caballero Chávez (INAPESCA-CRIP-Carmen)  
Luis Enrique Amador del Ángel (UNACAR-CICA)  
Enrique Nuñez Lara (UNACAR-CICA)  
Mario Alejandro Gómez Ponce (ICMyL-Cd. Del Carmen)  
Domingo Flores Hernández (EPOMEX\_UAC)  
Atahualpa Sosa López (EPOMEX\_UAC)  
Julia Ramos Miranda (EPOMEX\_UAC)  
Luis. España Pech (EPOMEX\_UAC)  
Enrique Lozano (ICMyL-Pto. Morelos)  
Minerva Arce Ibarra (ECOSUR-Unid. Chetumal)  
José Manuel Castro Pérez (Inst. Téc. De Chetumal)  
Angélica Ramírez González (ECOSUR- Unid. Chetumal)  
Eloy Sosa Cordero (ECOSUR- Unid. Chetumal)  
Laura Vidal (INAPESCA-CRIP-Yucalpéten)  
Alicia Poot (INAPESCA-CRIP-Yucalpéten)  
Veronica Ríos Lara (INAPESCA-CRIP-Yucapéten)  
Alfonso Aguilar (UADY)  
Armin Tuz (UADY)  
Carlos González (UADY)  
Carlos Jesús Zetina Rejón (UADY)  
Jorge López Rocha (UMDI-UNAM-Sisal)  
Carmen Monroy (INAPESCA-CRIP-Yucalpéten)  
José Hernández Nava (CONANP-Laguna de Términos)  
César Romero (CONANP-Reserva de la Biósfera de los Petenes)



## Referencias VIII

- Aguilar Sierra, A. V., 1985. Camarones Penaeidos de la Laguna de Términos, Campeche: Composición, Distribución y Parámetros poblacionales. Tesis Biólogo, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 53+17p.
- Aguilar-Perera, A. 2006. Disappearance of a Nassau grouper spawning aggregation off the southern coast Mexican Caribbean coast. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 289-296.
- Arreguín-Sánchez F., 2010. Cambio climático y el colapso de la pesquería de camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*) de la sonda de Campeche, p. 399-410. En: E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, G.J. Villalobos Zapata y L. Alpuche Gual (eds.). Cambio Climático en México un. Enfoque Costero-Marino. Universidad Autónoma de Campeche, México.
- Arreguín-Sánchez, F. 2001. Towards the management of fisheries in the ecosystem context: the 198 case of Mexico. *EU Fish. Bull. Coop.* 14(1-4):4-12.
- Arreguín-Sánchez, F., M. Contreras, V. Moreno, R. Valdés, y R. Burgos. 1997. La pesquería de mero (*Epinephelus morio*) de la Sonda de Campeche, México. En : Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México. p xx-yy. In: D. Flores
- Arreguín-Sánchez, F., M. Ramírez-Rodríguez, MJ Zetina-Rejón, and VH Cruz-Escalona. 2008. Natural Hazards, Stock Depletion, and Stock Management in the Southern Gulf of Mexico Pink Shrimp Fishery. *Amer. Fish Soc. Symposium* 64:419-428.
- Arreguín-Sánchez, F., Monte-Luna, P., Zetina-Rejon, M. 2013. Climate change, ecosystem evolution and the new paradigm of fishery management: the pink shrimp of the Southern Gulf of Mexico. *Fisheries*. In press.
- Arreguín-Sánchez, F., V. Cruz Escalona y M.I Zetina Rejón, 2005. Modelo trófico del ecosistema, y escenarios de manejo para el camarón siete barbas, en tiempo y espacio. Objetivo 6. In Ramos Miranda, J. 2005. Informe Final del proyecto: Caracterización ecológica, biológica, pesquera y social del camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) de la costa sur del Golfo de México. SI-SIERRA, 20020202.
- Arreguín-Sánchez, F.J., Seijo J.C., Fuentes D., Solís-Ramírez M. 1987. Estado de conocimiento de los recursos pesqueros de la Plataforma de Yucatán y región adyacente. *Contribuciones de Investigación Pesquera*. Documento técnico 4: 1-41. Secretaria de Pesca, Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigaciones Pesquera, Yucaltepén.
- Astles KL, Gibbs PJ, Steffe AS, y M. Green, 2009. A qualitative risk-based assessment of impacts on marine habitats and harvested species for a data deficient wild capture fishery, *Biological Conservation*, 142(11): 2759-2773.
- Astles, K.L., M. G. Holloway, A. Steffe, M.Green, C. Ganassin, y P. J. Gibbs. 2006. An ecological method for qualitative risk assessment and its use in the management of fisheries in New South Wales, Australia. *Fisheries Research* 82: 290-303.
- Ayala Pérez, L. A., J. Ramos Miranda, V. A. Nava Hernández, F. Gómez Criollo, M. González Jáuegui. 2005. Anexo 2. In: Ramos-Miranda., J. Pérez-Ayala., L. Arreguin., F, 2005. Caracterización ecológica y biológica, pesquera y social del camarón siete barbas *Xipopenaeus kroyeri* de la costa sur del Golfo de México, SISIERRA 20020202. Informe final. 255 p.
- Bogdanov, D. V. 1965. Algunos rasgos de la oceanografía del Golfo de México y del Mar Caribe. *Invest. Pesq. Sovietico-Cubanas VNIRO-CIP*, Moscú. Pp. 23-45.
- Bogstad, B., K. H. Hauge y O. Ulltang, 1997. MULTSPEC: a multispecies model for fish and marine mammals in the Barents sea. *J. N. Atl. Fish. Sci.*, 22:317-341.



- Brulé, T. T. Colás-Marrufo, E. Pérez-Díaz y C. Déniel. 2004. Biología, explotación y gestión de los meros (*Serranidae*, *Epinephelinae*, *Epinephelini*) y pargos (*Lutjanidae*, *Lutjaninae*, *Lutjanus*) del Golfo de México. p. 245-300. In: M. Caso, I. Pisanty y E. Ezcurra (Compiladores). Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. INE-SEMARNAT. México, DF. 626 pp.
- Brulé, T., C. Déniel, T. Colás-Marrufo and M. Sánchez-Crespo. 1999. Red grouper reproduction in the southern Gulf of Mexico. *Trans. Am. Fish. Soc.* 128:385-402.
- Brulé, T., X. Renán, T. Colás-Marrufo, Y. Hauyon, A.N. Tuz-Sulub, C. Déniel. 2003. Reproduction in the protogynous black grouper (*Mycteroperca bonaci* (Poey)) from the southern Gulf of Mexico. *Fish. Bull.* 101:463-475.
- Bulanienkov, S. K. y C. García. 1975. Cartas de corrientes superficiales de invierno en el Banco de Campeche. *INP/CIP, Cuba, Res. Invest., No.1.* p 26.
- Butterworth, D. S. y J. Harwood (eds.), 1991. Report on the Benguela ecology program workshop on seal fishery biological interactions. *Rep. Benguela Ecol. Progm. S. Afr.*, 22:65p.
- Butterworth, D. S. y R. B. Thompson, 1995. Possible effects of different levels of creel fishing on predators: some initial modelling attempts. *CCAMLR science*, 2: 79-97.
- Caddy J.F. and Mahon R. 1995. Reference points to fisheries management. *FAO Fisheries Technical Paper. No. 347.* Rome, FAO.
- Caddy, J. F. y R. Mahon, 1995. Reference points for fisheries management. *FAO Fish. Tech. Pap. 347, 83p.* (eds.). CICIMAR-IPN. México. 15pp.
- Caddy, J.F., 2002. Limit reference points, traffic lights, and holistic approaches to fisheries management with minimal stock assessment input. *Fisheries Research* 56: 133-137.
- Carillo A. P, 2012. El ordenamiento y los planes de manejo pesqueros. 1er Taller "Manejo y ordenamiento de las pesquerías ribereñas de camarón siete barbas del litoral de Campeche. 15 de Febrero 2000, Cd. del Carmen. Campeche.
- Carta Nacional Pesquera, 2006. Diario Oficial de la Federación (DOF). En: [http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/actualizacion\\_de\\_la\\_carta\\_nacional\\_pesquera\\_2006](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/actualizacion_de_la_carta_nacional_pesquera_2006)
- Carta Nacional Pesquera, 2010. Diario Oficial de la Federación (DOF). En: [http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/actualizacion\\_de\\_la\\_carta\\_nacional\\_pesquera\\_2010](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/actualizacion_de_la_carta_nacional_pesquera_2010)
- Carta Nacional Pesquera, 2012. Diario Oficial de la Federación (DOF). En: [http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/actualizacion\\_de\\_la\\_carta\\_nacional\\_pesquera\\_2010](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/actualizacion_de_la_carta_nacional_pesquera_2010)
- Castilla Ventura M. A. y J. A. López-Rocha. 2010. Tendencias de la producción pesquera de pulpo en la península de Yucatán y sus implicaciones en el manejo sustentable de la pesquería. *Memorias del XVII Congreso en Ciencia y Tecnología del Mar. Campeche, Camp., México.* 31 de agosto – 3 de septiembre, 2010.
- Castro Pérez, J.M. 2008. La pesca en Banco Chinchorro: Escama, langosta y caracol. p. 8-10. In: Hernández, A., F.A. Rodríguez-Zaragoza, M.C. García, J.M. Castro y J. Medina-Flores. 2008. El manejo sostenible de los recursos pesqueros de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. *WWF-México.*
- Cervera Cervera, K. 2009. Evaluación de la población del pulpo (*Octopus maya*) en Yucatán. *Boletín del Instituto de Pesca. Pesca y Acuicultura Sustentables.* Agosto 2009 No. 3.
- CESPAP, Comisión económica y social para Asia y el Pacífico de las Naciones Unidas, 2009. What is good governance? *Pag web: (www.unescap.org/pdd/prs/ProjectActivities/Ongoing/gg/governance.asp)*
- Charles, A. T., 2001. Sustainable fishery systems. *Blackwell Science, Oxford UK,* 384 p.
- Charles, A. y C. De Young, 2008. Benefits and costs of implementing the ecosystem approach to fisheries, En: Bianchi, G. y Skjoldal, H. R. (eds.). 2008. The ecosystem approach to Fisheries. *FAO y CABI,* 366p.
- Christensen, V. y D. Pauly, 1992. The ECOPATH II - a software for balancing steadystate ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological*
- Cicin-Sain B. and S. Belfiore. 2005. Linking marine protected areas to integrated coastal and ocean management: A review of theory and practice. *Ocean & Coastal Management. Volume 48, Issues 11-12: 847-868.*
- Clark, W. G., 1985. The economic modeling and fisheries management. *Jhon Wiley and Sons, New York,* 291p.
- CNP (Carta Nacional pesquera). 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). *Diario Oficial de la Federación Vol. II.* 112 pp.
- CNP. 2012. Diario Oficial. Viernes 24 de agosto de 2012, segunda sección.

- Comisión Europea y Social para Asia y el Pacífico (CESPAP) de las Naciones Unidas. 2009. What is good governance? Página Web de la CESPAP ([www.unescap.org/pdd/prs/ProjectActivities/Ongoing/gg/governance.esp](http://www.unescap.org/pdd/prs/ProjectActivities/Ongoing/gg/governance.esp))
- CONAPESCA. 2002. Anuario Estadístico de Pesca 2001. CONAPESCA -SAGARPA, Mexico.
- CONAPESCA. 2010. Anuario Estadístico de Pesca 2001. CONAPESCA/SAGARPA, Mexico.
- Cortés M. L., Criales M.M. 1990. Análisis del contenido estomacal del camarón Titi *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea: Natantia: Penaeidae). An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín. (23-33): 19-20.
- D.O.F., 2007. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. Diario Oficial de la Federación. México. 24 de julio de 2007.
- Defeo O., Andrade-Hernández M., Pérez-Castañeda R. y Cabrera-Pérez J.L. 2005. Pautas para el manejo de la pesquería de jaiba y camarón en un área natural protegida: el caso de la ría de Celestún, Yucatán-Campeche. CINVESTAV I.P.N.- CONABIO-PRONATURA. Mérida, Yuc., Mexico.
- deYoung, B., M. Barange, G., Beaugrand, R., Harris, R. I., Perry, M., Scheffer, y F. Werner, 2008. Regime shifts in marine ecosystems: detection, prediction and management. Trends in Ecology and Evolution. Review. Volume 23( 7): 402–409.
- DOF, 2012. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 2007. TEXTO VIGENTE Última reforma publicada DOF 07-06-2012. México.
- FAO (1996), "Precautary Approach to Capture Fisheries and Species Introductions". En: Report of the Technical Consultation on the Precautary Approach to Capture Fisheries (Including Species Introductions), Lysekil, Sweden, 6-13 June, 1995, FAO, Roma.
- FAO (1999), "Indicator for Sustainable Development of Marine Capture Fisheries", Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma. En: FAO Technical Guidelines or Responsible Fisheries No. 8.
- FAO (2001), Ordenación basada en el ecosistema, Principios básicos de la ordenación basada en el ecosistema, Sección 3.2.8 Resumen del Atlas de Pesca de la FAO, 2001 ([www.refisheries2001.org](http://www.refisheries2001.org)).
- FAO 2010. Orientaciones Técnicas para la pesca responsable: la ordenación pesquera, el enfoque ecosistémico de la pesca. No. 4 Supl. 2, Add. 2.122p.
- FAO. 1984. "Informe de la Conferencia Mundial de la FAO sobre Ordenación y Desarrollo Pesqueros", Roma, 27 de junio-6 de julio de 1984. Páb. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma 1984.
- FAO. 1995. Code of Conduct for responsible Fisheries. FAO Roma, 41p.
- FAO. 2000. Indicadores para el desarrollo sostenible de la pesca de captura marina. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 8. Roma 68p.
- FAO. 2001. Reykjavik Declaration on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem - Proposal of the Chair at on the Conference, October 4, 2001 ([www.refisheries2001.org](http://www.refisheries2001.org)).PNUMA/FAO, 2000.
- FAO. 2003. Fisheries management. The ecosystem approach to fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, 4 (Suppl. 2). 112 pp.
- FAO. 2009. La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca. 2.1 Mejores prácticas en la modelación de ecosistemas para contribuir a un enfoque ecosistémico en la pesca. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 4, Supl. 2, Add. 1. Roma, FAO. 88p.
- FAO. 2010. La ordenación pesquera. 2. El enfoque ecosistémico de la pesca. 2.2 Dimensiones humanas del enfoque ecosistémico de la pesca. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 4, Supl. 2, Add. 2. Roma, FAO. 94p.
- Fernández, J.I., Álvarez-Torres, P., Arreguín-Sánchez, F., López-Lemus, L.G., Ponce, G., Díaz-de-León, A., Arcos-Huitrón, E. and del Monte-Luna, P. 2011. Coastal fisheries of Mexico. In S. Salas, R. Chuenpagdee, A. Charles and J.C. Seijo (eds). Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 544. Rome. pp. 231–284.
- Finn J. T., 1976. Measures of ecosystem structure and function derived from analysis of flows. J. Theor. Biol. 56:363 -380 p.
- Fischer, W. (ed.), 1978. FAO Species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (fishing area 31) Rome 7(2).
- Fletcher W. J., Chesson, J. Fisher, M., Sainsbury, K. J., Hurdloe, T. Smith, A. D. M. y Whitworth, B. 2002. National ESD reporting frameworks for Australian fisheries: The How to Guide for wild capture fisheries. Proyecto FRDC 2000/145, Canberra, Australia. 120 p.



- Floeter, J. y A. Temming, 2003. Explaining diet composition of north sea cod (*Gadus morua*): prey size preference vs. prey availability. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 60:140-150.
- Flores Hernández D., J. Ramos Miranda y F. Gómez Criollo, 2006. Evaluación de la Pesquería de Camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) en el sur del Golfo de México. *Jaina Bol. Inf.* 16(1). 61-66.
- Flores Hernández D., L. M. España Pech, J. Ramos Miranda, A. Sosa López y F. Gómez Criollo, 2007. La pesca de camarón siete barbas: tendencias de captura, esfuerzo y rango de captura al sur del Golfo de México. XIV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar. Nuevo Vallarta, Nayarit, 29-31 de octubre 2007
- Flores Hernández, D., J. Ramos Miranda, L. Vidal Hernández, P. Carrillo Alejandro, A. Sosa López, D. Pech Pool, P. Navarro Pérez, T. Venegas Pech, F. Gómez Criollo, E. Flores Ramos, M. Pérez Sánchez, M. Can González, 2012. Proyecto: "Manejo y Ordenamiento de las Pesquerías Ribereñas de Camarón Siete Barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller 1862) del litoral de Campeche". Informe Etapa II. FOMIX-CONACyT, Clave: CAMP-2009-C01-126349. Universidad Autónoma de Campeche-Instituto EPOMEX. 194 p.
- Flores Hernández, D., J. Ramos y J. Sánchez, 2004. Desembarques de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) por la flota ribereña de Campeche: temporada de pesca 2003-2004. Memorias. V Foro Nacional de Camarón del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto Nacional de Pesca. pp 19.
- Flores Hernández, D., Ramos Miranda, L. A. Ayala Pérez, R. E. del Río Rodríguez, U. Markaida Basurto, A. Sosa López, O. Rivero, M. I. Pérez Sánchez, W. Antonio Roca, E. Lucio Benítez, H. Álvarez Guillén, E. Flores Ramos, L. España Pech y K. Bejarano Hau, 2008. "Evaluación de los dos principales recursos pesqueros de importancia comercial: camarón (siete barbas, camarón blanco) y pulpo en el litoral de Campeche", Informe Final. Fondos Mixtos CONACyT-Gobierno del estado de Campeche, Clave: FOMIX CAM 2005 C01 040. 186 p.
- Fulton, E. A. y A. D. M. Smith, 2004. Lessons learnt from the comparison of three ecosystem models for Port Phillip Bay, Australia. In Shannon, L. J., K. L. Cochran y S. C. Pillar (eds.). *Ecosystem approaches to Fisheries in the southern Benguela*. *Afr. J. Mar. Sci.*, 26: 219-243.
- García S. M. J. Kolding, J. Rice, M.J. Rochet, S. Zhou, T. Arimoto, J. E. Beyer, L. Borges, A. Bundy, D. Dunn, E.A. Fulton, M. Hall, M. Heino, R. Law, M. Makino, A.D. Rijnsdorp, F. Simard, A.D.M. Smith, 2012. Reconsidering the Consequences of Selective Fisheries, *Science*, 335(6072):1045-1047.
- García, C. 1980. Caracterización general del Banco de Campeche. *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 5(2).
- García, C. y J. Gómez. 1974. Carta preliminar de fondos del banco de Campeche. INP/CIP, Cuba, Res. Invest. (1). p 37.
- García, S. M., Zerbi, A., Aliaume, C., Do Chi, T., and Lasseurre, G. 2003. The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook. *FAO Fisheries Technical Paper*, 443. 71 pp.
- Gordon, H. S., 1954. Economic theory of a common property resource: the fishery. *J. Political Econ.*, 62: 124-142.
- Gracia, A., 1989. Ecología y pesquería del camarón blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) en la Laguna de Términos-Sonda de Campeche. Tesis Doctorado, Fac. Ciencias, UNAM, 127 p.
- Hamilton, r., Y. Sadovy de Mitcheson and A. Aguilar-Perera. 2012. The role of local ecological knowledge in the conservation and management of reef fish spawning aggregations. p. 331-369. In: Sadovy de Mitcheson, Y and P.L. Colin. (Eds.). 2012. Reef spawning aggregations: Biology, research and management. Springer.
- Hendrickx, M. E., 1995. Camarones: 4 1 7-537. In : Fischer, W; F. Krupp, W Schneider, C Sommer, K.E. Carpenter & U.H. Niem (eds.), Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-oriental. Vol I. Plantas e Invertebrados. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura, Roma.
- Hernández Flores A., 2013. Los planes de manejo pesquero como instrumentos de la política pesquera y el manejo ecosistémico en la región de la península de Yucatán. 1er Taller. "Diseño de indicadores y metodologías para la aplicación del enfoque ecosistémico en las pesquerías de Yucatán, Campeche y Quintana Roo". 5 de junio 2013. Mérida Yucatán.
- Hollowed B., Bax N., Beamish R, Collie J., Fogarty M., Livingston P., Pope J., y Rice, J. C. 2000. Are multispecies models an improvement on single-species models for measuring fishing impacts on marine ecosystems?. *ICES Journal of marine Science*, 57: 707-719.

- INE-SEMARNAP, 1997. Programa de Manejo de Áreas de Protección de Flora y Fauna "Laguna de Términos". Universidad Autónoma del Carmen. Unidad Coordinadora del Área Natural Protegida-INE. Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. Instituto Nacional de Ecología (INE). México, D. F. pp15-27.
- Jurado-Molina, J., P. A. Livingston y J. N. Ianneli, 2005. Incorporating predation interactions to a statistical catch-at-age model for a predator-prey system in the Eastern Bering sea. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 62 (8):1865-1873.
- Lindeman, K.C., R. Plugiese, G.T. Waugh and J.S. Ault. 2000. Developmental patterns within a multispecies reef-fishery: management applications for essential fish habitats and protected areas. *Bull. Mar. Sci.* 66: 929-956.
- Lins Oliveira J., 1991. Biología y dinámica de las poblaciones del camarón *Xiphopenaeus kroyeri* en la Guayana Francesa, Tesis de Doctorado de la Universidad de Paris 6. Especialidad de Biología Marina. 189p.
- Loesch, H., J. Bishop, A. Crowe, R. Kucky & P. Wagner, 1976. Technique for estimating trawl efficiency in catching brown shrimp (*Penaeus aztecus*), atlantic croacker (*Micropogon undulatus*) and spot (*Leiostomus xanthurus*). *Gulf Res. Rep.*, 5 (2): 229:33.
- Mex Gasca, G., 2002. Ecología y dinámica poblacional del camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Héller, 1862) de la Laguna de Términos, Sur del Golfo de México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Campeche. Facultad de Ciencias Químico Biológicas. 49 p.
- Mexicano-Cíntora G., Leonce-Valencia C. O., Salas S., Vega Cendejas M. 2007. Recursos Pesqueros de Yucatán: fichas técnicas y referencias bibliográficas. CINVESTAV. 140 p.
- Miller, D.L. 1982. Mexico's Caribbean Fishery: Recent change and current issues. Ph. D. Dissertation. University of Wisconsin. Madison, WI, USA. 250 pp.
- Milton, D. A., 2001. Assessing the susceptibility to fishing of populations of rare trawl bycatch: sea snakes caught by Australia's northern prawn fishery. *Biological Conservation* 101:281-290.
- Munro, J.L. 1983. Biological and ecological characteristics of Caribbean reef fishes. En: *Caribbean Coral Reef Fishes* (J.L. Munro, ed.), ICLARM Studies Re. 7:223-231.
- Naciones Unidas, 1992. Cumbre para la Tierra Programa 21, Programa de Acción de las Naciones Unidas de Río -Departamento de Información Pública de las Naciones Unidas. Room-1040 United Nations, New York N.Y. 10017, Estados Unidos.
- Naciones Unidas. 1984. El Derecho del Mar, Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar-Texto final de la Convención, anexos e índice temático, Naciones Unidas, Nueva York.
- Núñez Márquez, G., 2004. Efectos de la pesca ribereña sobre la población de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*). Informe final de proyecto. Convenio de Coordinación entre el Gobierno del Estado de Campeche y el Instituto Nacional de Pesca de fecha 24 de marzo de 2003. 36pp, 1 anexo fotográfico.
- Núñez Márquez, G., y A. T. Wakida Kusunoki, 2002. Efectos de las vedas del 2000 y 2001 sobre la población y la pesca de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) de Campeche, México. Proceeding. III Foro Regional de Camarón del Golfo de México y Mar Caribe. Instituto Nacional de Pesca. pp. 13.
- Núñez Márquez, G., y A.T. Wakida-Kusunoki. 1997. Pesca de fomento de camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* en Campeche y Tabasco 1994-1997. Instituto Nacional de Pesca, CRIP de Ciudad del Carmen, Campeche, México. Informe técnico (inédito): 42 p.
- Odum, E. P., 1971. *Fundamentals of Ecology* (3rd Edition). W.B. Saunders, Philadelphia, P. A.
- Pérez Farfante, Y., y B. Kensley. 1997. Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world. Keys and diagnoses for the families and genera. *Memoires Du Museum National d' Histoire Naturelle (Zoologie)* 175. USA. 235 p.
- Pérez Pérez, M.; Burgos, R.; Wakida Kusunoki, A. & Santos, J. 2006. Evaluación de la población de pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán 2006. Informe de Investigación. Instituto Nacional de la Pesca. CRIP Yucalpetén, Yuc.; Lerma, Camp. SAGARPA-INP. Doc. Interno. 11p.
- Pérez Pérez, M.; Santos, J.; Burgos, R. & Espinoza, J. C. 2008. Evaluación de la población de pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán 2008. Informe de Investigación. Instituto Nacional de la Pesca. CRIP Yucalpetén, Yuc.; Lerma, Camp. SAGARPA-INP. Doc. Interno. 11p.
- Pérez Pérez, M.; Santos, J.; Burgos, R. & Wakida Kusunoki, A. 2004. Evaluación de la población de pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán 2004. Informe de Investigación. Instituto Nacional de la Pesca. CRIP Yucalpetén, Yuc.; Lerma, Camp.; y Puerto Morelos, Q.R. SAGARPA-INP. Doc. Interno. 13p.



- Pérez Pérez, M.; Santos, J.; Burgos, R. & Wakida Kusunoki, A. 2007. Evaluación de la población de pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán 2007. Informe de Investigación. Instituto Nacional de la Pesca. CRIP Yucalpetén, Yuc.; Lerma, Camp. SAGARPA-INP. Doc. Interno. 10p.
- Pérez Sánchez, M. I., 2007. Dinámica poblacional del camarón siete barbas (*Xyphopenaeus kroyeri*) en la zona costera Campeche-Tabasco. Tesis Biólogo. Facultad de Ciencias Químico-biológicas. Universidad Autónoma de Campeche, 57p.
- Piñeiro, R. y E. Giménez. 2001. Características térmicas del Banco de Campeche. Ciencia Pesquera. INP. 15. 83-87.
- Plagányi, E.E. 2007. Models for an ecosystem approach to fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. No. 477. Rome, FAO. 108 pp.
- Plan de manejo pesquero de pulpo en la península de Yucatán. 2010. Plan de manejo pesquero de pulpo en la península de Yucatán. SAGARPA. INAPESCA. CONAPESCA. CINVESTAV Unidad Mérida. México. 120 p.
- Platt, T. y K. L. Denman, 1977. Organization in the pelagic ecosystem. Helgol. Wiss. Meeresunters, 30: 575-581.
- PNUMA/FAO. 2000. "Ecosystem-Based Management of Fisheries: Opportunities and Challenges for Coordination between Marine Regional Fishery Bodies and Regional Seas Conventions", Report on the Third Global Meeting of Regional Seas Conventions and Actions Plan Monaco, 6-11 de noviembre de 2000, UNEP(DEC)/RS 3.7.1.
- Polovina, J. J., 1984. Model of a coral reef ecosystem. I. The ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals. Coral Reefs. 3(1): 1-11.
- Polovina, J. J., y M. D. Ow, 1983. Ecopath user's manual and program listings. NMFS/NOAA Honolulu Admin. Rep. H-83-23 46.
- Pope, J. D., T. K. Stokes, S. A. Murawski y S. I. Idoine, 1987. A comparison of fish size composition in the North Sea and on George Bank. In Ecodynamics, contributions to theoretical ecology, pp. 146-152. Ed. By W. Wolf, C. J. Soeder y F. R. Drepper. Springer-Verlag, Berlin. 349p.
- Pope, J. G. y B. J. Knights, 1982. Comparisons of the length distribution of combined catch of all demersal fishes in survey in the North Sea and a Faroe Bank. In Multispecies approaches to fisheries management pp. 106-118. Ed. By M. C. Mercer Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science, 59. 169pp.
- Pope, J. G., 1991. The ICES multi-species assessment group: evolution, insights and future problems. ICES mar.sci. symp., 193:23-33.
- Programa Rector Nacional de Pesca y Acuicultura. 2008. Programa Rector Nacional de Pesca y Acuicultura. SAGARPA. CONAPESCA. CIBNOR. México.
- Quiroga-Martínez R. 2009. Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. CEPAL Naciones Unidas, Santiago de Chile, Serie Manuales 61, 129 pp.
- Ramírez-Rodríguez, E.M., F. Arreguín-Sánchez and D. Lluch-Belda. 2003. Recruitment patterns of the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* in the Southern Gulf of Mexico. Fisheries Research.65:81-88.
- Ramos Miranda, J., L. A. Ayala Pérez, y F. Arreguín, 2005. Caracterización ecológica, biológica, pesquera y social del camarón siete barbas *Xyphopenaeus kroyeri* de la costa sur del Golfo de México, SISIERRA CLAVE 20020202.
- Ramos Miranda, J., S. salas, M. I. Pérez, E. Torres-Irineo, D. Flores Hernández, M. A. Cabrera y J. Santos, 2012. Una visión rápida de las tendencias de captura de pulpo O. maya en la Península de Yucatán. 25p. FOMIX-CONACYT. En prensa.
- Rivera Arriaga, E., y G.J. Villalobos Zapata (Coords.), 2007. Estudio Regional de Zonas con Litoral en el Estado de Campeche: Diagnóstico-Pronóstico de la Zona Costera del Estado de Campeche y Marco Normativo que Rige la Zona Costera de Campeche Dirección General de Desarrollo Urbano y Suelo SEDESOL/SEOPC Gobierno del Estado de Campeche. 697 p. y 3 Anexos.
- Rodríguez, B., 1993. Shrimps: 107-131. In: Cervigon, F., R. Cipriani, W. Fischer, L. Caribaldi, M. Hendrickx, A.J. Lemus, R. Márquez, J.M. Poutiers, G. Robaina & B.Rodríguez (eds.), FAO species identification sheets for fishery purposes. Field guide to the commercial marine and brackish-waters resources of the northern coast of South America. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Roma.
- Román-Contreras, R., 1988. Características ecológicas de los crustáceos decápodos de la Laguna de Términos. In: Yáñez-Arancibia, A. and J. W. Day (eds.). Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: la región de la Laguna de Términos, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM and Coast. Ecol. Inst. Editorial Universitaria, México, D. F. p. 305-322.

- Sadovy de Mitcheson, Y and P.L. Colin. (Eds.). 2012. Reef spawning aggregations: Biology, research and management. Springer. Dordrecht. 621 pp.
- Sadovy, Y. and A.M. Eklund. 1999. Synopsis of Biological data on the Nassau Grouper, *Epinephelus striatus* (Bloch, 1792), and the Jewfish, *E. itajara* (Lichtenstein, 1822). NOAA Technical Report NMFS 146 and FAO Fish. Synopsis 157, 65 pp.
- SAGARPA. 2005. Fundamento técnico para el establecimiento de vedas a la pesca de camarón en el Golfo de México y Mar Caribe (2005). SAGARPA-INP. Dictamen Técnico: 17-20.
- SAGARPA. 2011. Fundamento técnico para el establecimiento de vedas a la pesca de camarón en el Golfo de México y Mar Caribe (2011). SAGARPA-INP. Dictamen Técnico. 42p.
- SAGARPA.2007. Información Estadística de Pesca 2007. Delegación SAGARPA-Campeche. México.
- Salas S., Mexicano-Cíntora G., Cabrera M. A. 2006. ¿Hacia dónde van las pesquerías en Yucatán?. CINVESTAV. 97 p.
- Salas S., Sumaila R.U. and Pitcher T. 2004. Short-term decisions of small-scale fisheries selecting alternative target species: a choice model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 61(3): 374-383.
- Salas, S., M. A. Cabrera, P. Ortega, R. E. Méndez, J. Ramos-Miranda, U. Markaida, C. Rosas, D. Flores-Hernández, M. I. Pérez-Sánchez, F. Gómez-Criollo, E. Flores-Ramos, 2012. Formas de operación de las flotas pesqueras que participan en la pesquería de pulpo en yucatán y campeche. FOMIX-CONACyT. En prensa.
- Salas, S., M. Cabrera, L Palomo y E. Torres-Irineo. 2009. Uso de Indicadores para Evaluar Medidas de Regulación en la Pesquería del Pulpo en Yucatán dada la Interacción de Flotas. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 61: 111-121.
- Schaeffer, M. B., 1957. A study of the dynamics of the fishery for yellow fin tuna in the Eastern tropica Pacific Ocean. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.*, 2: 247-285.
- Schmitter-Soto, J.J., L. Vásquez-Yeomans, A. Aguilar-Pereira, C. Curiel-Mondragón, A. Caballero-Vázquez. 2000. Lista de peces marinos del Caribe Mexicano. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Biología.* 71: 143-178.
- Sheldon, R. W., A. Prakash y W. H. Sutcliffe, Jr., 1972. The size distribution of particles in the ocean. *Limnol. Oceanogr.*, 17: 327-340.
- Sherman K. y L. M. Alexander (Eds.), 1986. Variability and management of large marine ecosystems. AAAS Selected Symposium 99. Westview Press, Inc, Boulder, CO. 221 p.
- Sherman, K., L.M. Alexander, y Gold, B.D. (eds.), 1993. Large Marine Ecosystems!? Stress, Mitigation and Sustainability. Washington, DC: AAAs Press. 376 pp.
- Signoret, M., 1974. Abundancia, tamaño y distribución de camarones (Crustácea-Penaeidae) de la laguna de Términos, Campeche y su relación con algunos factores hidrológicos. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México.* 45 Ser. Zoología (1): 119-140.
- Silvert ,W. y A. Murita. Modelling Approaches. In press. 35 p.
- Silvert, W. y T. Platt, 1978. Energy flux in the pelagic ecosystems: a time-dependent equation. *Limnol. Oceanogr.*, 23: 813-816.
- Solana Sansores, R.; Pérez Pérez, M.; Wakida Kusunoki, A.; Burgos Rojas, R. & Santos Valencia, J. 2005. Evaluación de la Población de Pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán 2005. Informe Técnico de Investigación. SAGARPA-INP. CRIP de Yucalpeten y Lerma. Doc. Interno. 10p.
- Solana Sansores, R.; Wakida Kusunoki, A.; Burgos Rojas, R.& Santos Valencia, J. 2002. Evaluación de la Población de Pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán 2002. Informe Técnico de Investigación. SAGARPA-INP. CRIP Yucalpeten, Yuc. y Lerma, Camp. Doc. Interno. 17p.
- Solís, M.J., F. Arreguín-Sánchez y J.C. Seijo. 1997. Pesquerías de cefalópodos. p 61-80. In: Flores- Hernández, D., P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo and F. Arreguín-Sánchez. Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México. EPOMEX Serie Científica 7. México. 496 p.
- Solís-Ramírez, M. J. 1962. Contribución al estudio del pulpo (*Octopus vulgaris*, Lamarck) de la Sonda de Campeche. *Trab. Divulg.* 3(24): 1-36.
- Solís-Ramírez, M. J. 1967. Aspectos biológicos del pulpo, *Octopus maya*, Voss y Solís. *Publ. I.N.I.B.P.* 18:1-90.
- Solís-Ramírez, M. J. 1991. Octopus fisheries in the Mexican waters of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. En: Roper, C.F.E., Sweeney, M. & Vecxhione M. Gilbert L (eds.). *Bull. Mar. Sci.* 49 (1- 2):667-668.



- Solís Ramírez, M.J. 1988. El recurso pulpo del golfo de México y el Caribe: Los recursos pesqueros del país. XXV aniversario del Instituto Nal. de la Pesca. ed. SEPESCA, México. 463-478.
- Solís-Ramírez, M.J. 1994. Mollusca de la Península de Yucatán, México. Págs. 13-32. In Yañez-Arancibia, A. (ed.). Recursos Faunísticos del Litoral de la Península de Yucatán. Univ. Autón. Campeche. EPOMEX. Serie Científica, 2. Campeche.
- Solís-Ramírez, M.J. 1998. Aspectos biológicos del pulpo *Octopus maya*, Voss y Solis. *Contrib. Inv. Pesc.*, 7,40p.
- Sosa Cordero, E. 2011. La langosta, pesquería emblemática de Quintana Roo, p. 221-227. In: C. Pozo, N. Canto Armijo y S. Calmé (Editoras). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México DF.
- Sosa Cordero, E. y A. Ramírez González. 2008. La pesca de mero en el Caribe mexicano. *ECOFRONTERAS* (San Cristóbal de las Casas, México). 34: 14-17.
- Sosa-Cordero, E., A. Medina-Quej, R. Herrera y W. Aguilar-Dávila. 2002. Agregaciones reproductivas de peces en el Sistema Arrecifal Mesoamericano: Consultoría Nacional-México. El Colegio de la Frontera Sur-Unidad Chetumal. Chetumal, Quintana Roo. 25 pp.
- Sosa-Cordero, et al. 2009. Sosa-Cordero, A. Ramírez González y J. Olivares Escobedo. 2009. Programa de Ordenamiento Pesquero del Estado de Quintana Roo. 1.- Pesquería de meros y especies afines. Informe Final presentado a CONAPESCA-SAGARPA. El Colegio de la Frontera Sur. Chetumal, Quintana Roo, México. 110 pp.
- Sparre, P., 1991. Introduction to multispecies virtual population analysis. *ICES mar. Sci. symp.*, 193:12-21.
- Stefansson, G. y O. K. Palsson, 1998. The framework for multispecies modelling of arcto-boreal systems. *Rev. Fish Biol. Fish.* 8:101-104.
- Stobutzki, I. C., M. J. Miller, J. P. Jones, y J. P. Salini, 2001. Bycatch diversity and variation in penaeid fisheries; the implications for monitoring. *Fish. Res.* 53:283-301.
- Thompson, R. and J.L. Munro. 1978. Aspects of the biology and ecology of Caribbean reef fishes: Serranidae (hinds and groupers). *J. Fish. Biol.* 12:115-146.
- UICN. 1995. "The Law of the Sea: Priorities and Responsibilities in Implementing the Convention", en: United Nations Convention on the Law of the Sea: A Framework for Marine Conservation, A Marine Conservation and Development Report, IUCN, Gland, Switzerland, vi+155p.
- Ulanowicz, R. E., 1986. Growth and development: ecosystem phenomenology. Springer Verlag, New York, 203 p.
- UNESCO, 2006. Manual para la medición del progreso y de los efectos directos del manejo integrado de costas y océanos. Unesco 2009. 217 p.
- Van Heulkem, 1977: Laboratory maintenance, breeding rearing and Biomedical Research Potencial of Yucatan Octopus (*Octopus maya*). *Lab. Animal. Sc.* 27 (5): 852-857.
- Vasiliev, G. D. y F. Serrano. 1973. Régimen térmico de las aguas del banco de Campeche. *Inf. Invest.* 1-22 pp.
- Vendeville y L'homme., 1997. Ciclo vital y reclutamiento del camarón *Penaeus subtilis* en Guayana. *Reporte O. R. S. T. O. M.* 282p.
- Villalobos Zapata G.J., A.P., Palacio Aponte, E. Rivera Arriaga, E. J. Moreno Ortega, J. Benítez Torres, R. Zetina Tapia, H. Álvarez Guillén, J. Ramos Miranda, D. Flores Hernández, J. Rendón von Osten, A. Sosa López, L. Alpuche Gual, R. del Río Rodríguez, M. Lara Flores, L. Ayala Pérez, J. Paredes, O. Retana, J. Vargas, J.H. Herrera Mendoza, M. González Jáuregui, D. Martínez, A. Cabrera, P. Torres & V. Escamilla, 2010. Diagnóstico Ambiental del APFF "Laguna de Términos", Campeche. Informe Final. PE EX –Exploración Producción Región Sur, DSIPA/CO-NANP: 196 p.
- Villalobos Zapata, G.J. (Coord.), 2008. Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico Territorial del Carmen, Campeche. Gobierno Estatal de Campeche y Gobierno Municipal del Carmen. 159 p. 5 Anexos.
- Wakida K. A. T.; Solis-Ramirez, M.; Cervera, K.; Espinoza, J. C.; Mena, J. C.; Mena, R.; Ramirez-Gil, F.; Huchin, M.; Seca, M.; Murillo, D. & Medina, M. 2001. Estudio del recurso pulpo durante la temporada de veda 2001. Informe técnico de investigación. Instituto Nacional de la Pesca. Doc. Interno 5 p.
- Wakida Kusunoki A. T., Galindo Cortes G., Gonzalez Cruz A., Alvarez López B., Nuñez Márquez G., Rojas González R. I., Monroy García C., Eréndira Sandoval M., Quintero. 2012. Fundamento técnico para el establecimiento de vedas para la pesca de camarón en el Golfo de México y Mar Caribe (2012). SAGARPA-INAPESCA. 47 p.



- Wakida Kusunoki, A.T., 2005. Análisis de la captura incidental en la pesquería ribereña del camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* en las costas de Campeche, México. Precedings. 56th Gulf and Caribbean Fisheries Institute Meeting.
- Wakida Kusunoki, A.T., y G. Núñez Márquez, 2003. Análisis de la pesquería del camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* en Campeche, México. pp. 31-33. In: Wakida-Kusunoki, A.T., R. Solana Sansores y J.A. Uribe-Martínez (Eds.). Mems. del III Foro Regional de Camarón del Golfo de México y Mar Caribe. INP-SAGARPA. Campeche, Camp., 27 de Febrero al 1 Marzo de 2002. Pp. 92
- Wakida, K. A.T., Pérez, M; Santos, J.; Burgos, R.; Cervera, K.; Espinoza, J. C.; Mena, J. C.; Mena, R.; de Anda, D.; Ramírez, F.; Cob, E.; Pacheco, L. A.; Huchin, M.; Seca, M.; Medina, M. & Maturel, J. 2003. Evaluación de la población de pulpo *Octopus maya* en la Península de Yucatán 2003. Informe de investigación. Instituto Nacional de la Pesca. Crip Yucalpetén. Doc. Interno 17 p.
- Walters, C., D. Pauly, V. Christensen, y J.F. Kitchell, 2000. Representing density dependent consequences of life history strategies in aquatic ecosystems: EcoSim II. *Ecosystems* 3, 70–83.
- Yáñez Correa, A., 1971. Procesos costeros y sedimentos recientes de la plataforma continental al sur de la Bahía de Campeche. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. 32 (2): 75-115.
- Zarur, M., A., 1961. Estudio Biológico Preliminar de la Laguna de Términos. Tesis Prof. Fac. Ciencias. Univ. Nal. Autóm. México. 69 p.

**"MANUAL DE INDICADORES  
Y METODOLOGÍA PARA LA  
APLICACIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO  
EN LAS PESQUERÍAS DE YUCATÁN,  
CAMPECHÉ Y QUINTANA ROO"**



**2013**