



El Colegio de la Frontera Sur

Evaluación de la sustentabilidad de los
sistemas socio-ecológicos pesqueros de
Campeche

TESIS

presentada como requisito parcial para optar al grado de
Doctora en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable
Con orientación en Ciencias de la Sustentabilidad

Por

Angelina del Carmen Peña Puch

2020



El Colegio de la Frontera Sur

Lerma, Campeche a 4 de mayo de 2020.

Las personas abajo firmantes, miembros del jurado examinador de:

Angelina del Carmen Peña Puch

hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada

Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas socio-ecológicos pesqueros de Campeche

para obtener el grado de **Doctora en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable**

	Nombre	Firma
Director/a	Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez	_____
Asesor/a	Dr. Alejandro Espinoza Tenorio	_____
Asesor/a	Dr. Alfonso Munguía Gil	_____
Asesor/a	Dr. Ramón Isaac Rojas González	_____
Sinodal adicional	Dra. Claudia María Monzón Alvarado	_____
Sinodal adicional	Dr. Atahualpa Sosa López	_____
Sinodal suplente	Dra. Dora Elia Ramos Muñoz	_____

Dedicatoria

Para mis padres Herminia y Ernesto
por ser mi motivo e inspiración.

Agradecimientos

A mi director de tesis, Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez por su confianza, compromiso, y su incansable dedicación, con la que fortaleció mis habilidades y capacidades académicas. Quien creyó en mi proyecto y me apoyó logísticamente para realizar las salidas de campo. También quiero agradecerle por su paciencia y disposición para revisar cada una de las versiones de los ensayos, ponencias y manuscritos.

A los miembros de mi consejo tutelar Dr. Alejandro Espinoza Tenorio, Dr. Alfonso Munguía Gil y Dr. Ramón Isaac Rojas González porque su guía y sus sugerencias fueron mi motivación para hacer un mayor esfuerzo. Así también a los sinodales externos Dra. Ana Bricia Guzmán Castellanos, Dra. Claudia María Monzón Alvarado, Dra. Dora Elia Ramos Muñoz, Dr. Francisco Javier López-Rasgado, y Dr. Atahualpa Sosa López y profesores de ECOSUR por contribuir a mi formación académica con sus acertadas sugerencias que ayudaron de forma importante en la mejora del contenido de mis manuscritos.

A mi familia, Aury Sofía, Valentina Jocelyn, Iker Gabriel, Ernesto y Aury por su cariño y fortaleza. A Alejandro por impulsarme a cursar este posgrado, contagiarme de su actitud positiva en los momentos difíciles y por cuatro años de amor y paciencia infinita. A mis coautores Iván Méndez y Gerardo Williams y a mis compañeros de laboratorio Gisela Aguayo, Ilse Martínez, Daniela Palacios, Fátima Bravo, Triana Arguedas, Esteban Bada, Francisco Serrano, y Jorge Garcés, por sus consejos para facilitar el proceso de investigación, así también por su amistad y sus valiosas lecciones de vida.

Al Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), por hacerme sentir parte de la institución y por brindarme las herramientas que fueron esenciales para mi formación académica, especialmente, al Dr. Daniel Pech, Dr. Yuri Peña por las atenciones y las facilidades que me han brindado. A la comunidad estudiantil por permitirme ser la representante estudiantil y apoyarme en todas las gestiones. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca de posgrado otorgada 274360, que me fue otorgada para realizar los estudios de posgrado.

Contenido

Dedicatoria	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen	1
Introducción.....	2
Capítulo I	4
Capítulo II	
Advances in the study of Mexican fisheries with the social-ecological system (SES) perspective and its inclusion in fishery management policy.	16
Capítulo III	
Los sistemas socio-ecológicos como unidad de manejo: el caso de las pesquerías de Campeche, México.....	50
Capítulo IV	
Evaluación del potencial de sustentabilidad de Sistemas Socio-Ecológicos Pesqueros, y las alternativas de manejo desde el conocimiento local de los pescadores de Campeche.....	91
Conclusión.....	139

Resumen

El interés por el uso de técnicas innovadoras para evaluar la sustentabilidad de los recursos se ha extendido en últimas décadas a nivel mundial. Al igual que muchas regiones, la zona costero-marina de Campeche ha sido afectada por la degradación ambiental, la pérdida de ecosistemas y recursos marinos, perturbando el bienestar de las localidades pesqueras. Por lo que, el objetivo general de la presente investigación fue evaluar los factores que influyen en la capacidad de las pesquerías de pequeña escala de Campeche para orientarse hacia la sustentabilidad.

El capítulo I es una recopilación de antecedentes del protocolo como el enfoque ecosistémico pesquero, el marco metodológico de sistemas socio-ecológicos (SSE) y el sector pesquero nacional. El capítulo II, es un artículo de revisión sobre los avances en el estudio de las pesquerías mexicanas con la perspectiva de SSE y su inclusión en la política de manejo pesquero; éstos se concentran en la región Pacífico norte y en el sur del Golfo de México y el Mar Caribe. En el capítulo III se planteó a los sistemas socio-ecológicos pesqueros (SSEP) como unidad de manejo: el caso de las pesquerías de pequeña escala de Campeche; se identificaron ocho SSEP, la mayoría de los usuarios están agregados en organizaciones pesqueras, pero pocos usuarios tienen conocimiento sobre áreas protegidas. El capítulo IV, está vinculado con el capítulo III y es una evaluación del potencial de sustentabilidad de los SSEP y descripción de las estrategias y acciones de manejo para la mejora de las pesquerías desde el conocimiento ecológico local; se encontró que los cuatro SSEP de la zona norte tienen la unidad de recursos en nivel medio y los cuatro SSEP de la zona sur se tienen nivel alto en la dimensión usuarios; además la estrategia más importante es sobre fortalecer la inspección y vigilancia.

Palabras clave: pesquerías de pequeña escala, manejo pesquero, sistemas complejos, sistemas socioambientales, desarrollo sustentable.

Introducción

En México la mayoría de las pesquerías se encuentran en aprovechamiento al máximo sustentable, y otras están en riesgo de deterioro. Esto es reflejo de una situación compleja y multicausal, de la que forman parte el mal manejo de los recursos marinos, la falta de supervisión en el cumplimiento de las normas, la falta de medidas adaptadas a los contextos regionales (e.g., el uso de los mismos indicadores en la evaluación de las distintas regiones pesqueras) y los aspectos no contemplados en el enfoque tradicional unidisciplinario. El objetivo general de la tesis es describir de qué manera influyen las dimensiones sociales y ecológicas de los SSEs en la capacidad de las pesquerías de pequeña escala de Campeche, para orientarse hacia la sustentabilidad. Además de los objetivos específicos, identificar las regiones que delimitan los SSEs pesqueros de Campeche; describir los sistemas socio-ecológicos pesqueros de Campeche; y describir la variación en el potencial de sustentabilidad socio-ecológica de los SSEs pesqueros de Campeche.

En el primer capítulo se describe la importancia y el estado de las pesquerías de pequeña escala a nivel mundial, nacional y estatal, así como las implicaciones de manejo pesquero. Además, se plantea que para asumir un enfoque de sustentabilidad en el manejo pesquero éste debe tener una perspectiva SSE. En este capítulo también se describió de forma general el sector pesquero de Campeche con las pesquerías más importantes para la pequeña escala.

En el segundo capítulo tuvo como objetivo la evaluación del progreso del uso de la perspectiva SSE o considerar la participación de usuarios en la literatura científica que estudia a las pesquerías mexicanas; se analizó la incorporación de elementos socio-ecológicos en los planes de manejo pesquero (PMP), y la implementación del proceso participativo en el manejo pesquero a través de estándares internacionales de sustentabilidad. En este capítulo se encontró que de 21 pesquerías que tienen un PMP, solo siete tienen un estándar internacional de sustentabilidad, mientras que otras siete pesquerías, aunque tienen un estándar de sustentabilidad no tienen PMP. Además, solo nueve pesquerías, cuentan con literatura que aborda la perspectiva SSE y/o considera la participación del usuario, tienen un PMP y solo cuatro de esas pesquerías tienen un

estándar de sustentabilidad. Esto refleja un desajuste entre los intereses de los sectores académico, pesquero y gubernamental.

En el tercer capítulo se realizó la delimitación y caracterización de los SSEP, que podrían ser útiles como unidades espaciales para el manejo de las pesquerías de pequeña escala del estado de Campeche, en el sur del Golfo de México. En este capítulo se plantea que la unidad de manejo más utilizada en pesquerías son las especies objetivo y sus especies asociadas, pero una unidad de manejo espacial facilita el entendimiento de la relación humano-ambiente. Por lo que, a partir del contexto biofísico, la dinámica de las flotas pesqueras y las características de las pesquerías delimitaron ocho SSEP. Una de las diferencias encontradas es que los cuatro SSEP de la zona norte tienen mayor cantidad de usuarios (pescadores registrados en el ordenamiento ribereño) y unidades económicas pesqueras (establecimiento delimitado por construcciones e instalaciones, en el que se realiza la extracción o comercialización de recursos marinos), mientras que en las cuatro de la zona sur existen más cooperativas pesqueras. Esto puede ser útil en la planificación, desarrollo e implementación de medidas de manejo pesquero adecuadas a las condiciones locales.

En el cuarto y último capítulo se analizó la variación del potencial de sustentabilidad de los SSEP y se describen las estrategias de manejo que los usuarios consideran útiles en la mejora de las pesquerías de Campeche. Las principales aportaciones de este capítulo son la evaluación espacial e integral de las pesquerías, considerando el sistema de gobernanza, usuarios, unidad de recursos y sistema de recursos de cada sistema socio-ecológico pesquero (SSEP) de pequeña escala y el uso del conocimiento local como una herramienta para la identificación de las estrategias de manejo que los usuarios consideran útiles en la mejora de las pesquerías de Campeche, lo que puede servir para incentivar la participación de los usuarios en procesos de manejo pesquero con enfoque ecosistémico.

Capítulo I

Introducción

Los principales problemas que siempre hemos enfrentado como sociedad son la pérdida potencial de nuestros recursos naturales (Ostrom 2009). Los servicios ecosistémicos son los beneficios proporcionados por los ecosistemas al ser humano; estos incluyen servicios de aprovisionamiento, regulación, culturales y de apoyo. No obstante, el rápido crecimiento del uso de los servicios de los ecosistemas ha provocado mayor degradación o uso insostenible del sistema (Millennium Ecosystem Assessment 2005). La pérdida de servicios ecosistémicos disminuirá la capacidad para el control de inundaciones y la descomposición de desechos, ocasionando consecuencias desastrosas especialmente para la población que vive cerca de la costa (Danielsen et al. 2005; Adger et al. 2005; Worm et al. 2006).

Actualmente un desafío central que enfrenta la humanidad es la forma de lograr el uso de recursos de forma sustentable, que beneficien tanto a la sociedad como a la naturaleza en el largo plazo (Kareiva y Marvier 2012; Leslie et al. 2015). La sustentabilidad debe asumir una perspectiva socio-ecológica para hacer frente al cambio global (Hilborn et al. 2015). Murawski (2000) describe que la sustentabilidad vista desde un nivel de ecosistema implica mayores beneficios para la sociedad, en concordancia con los objetivos biológicos planteados para los sistemas. Para abordar la sustentabilidad socio-ecológica, se debe reconocer que las personas son componentes integrales de los sistemas, que afectan y responden a los procesos del ecosistema, ya que es muy probable que los esfuerzos que no aborden las sinergias y compensaciones entre el bienestar ecológico y social no se realicen con éxito (Chapin et al. 2010).

El enfoque tradicional para la evaluación de recursos pesqueros contempla la evaluación de especies individuales en una escala espacial definida y única, así como un manejo enfocado a materias primas básicas (FAO 2015). Este tipo de evaluación y manejo de las pesquerías no comprende todos los elementos que inciden en ella, frecuentemente descuidan los factores sociales, institucionales y ecológicos, que son indispensables para alcanzar niveles óptimos de sustentabilidad (Ostrom 2009; Cinner et al. 2012; Gutiérrez et al. 2011; Agrawal et al. 2008; Leslie et al. 2015).

El enfoque integral ve a las instituciones relacionarse con aspectos culturales, cognitivos y ecológicos en los que se integran los actores y tomadores de decisiones (McCay 2002). Este enfoque enlaza el rol de los derechos de propiedad, la cultura, el poder y la historia, lo que favorece el conocimiento del desempeño de las políticas, a través de controles de acceso que promueven la conservación de los recursos marinos (Jentoft 2004).

Por otra parte, el enfoque holístico implica la búsqueda de un balance de información ambiental, socioeconómica, y del uso del conocimiento tradicional y local de los usuarios (Berkes et al. 2001; Christie et al. 2007), para contribuir al desarrollo sustentable (Manson y Die 2001; Hilborn 2011; Essington y Punt 2011). El marco metodológico holístico, implica una comprensión de un sistema complejo y de mayor conocimiento para fomentar mejores acuerdos de gobernanza (Basurto et al. 2013; Partelow 2014). Un componente fundamental del enfoque holístico es el reconocimiento de que el manejo de los sistemas pesqueros comprende tanto las historias de vida de los recursos marinos como la dinámica institucional, económica y cultural de los usuarios (Espinoza-Tenorio et al. 2011b).

El Enfoque Ecosistémico Pesquero (EEP) es un paradigma emergente del ordenamiento de las pesquerías, instituciones internacionales lo han promovido como la mejor manera para fomentar la sustentabilidad de los ecosistemas marinos, los servicios a los seres humanos, y para hacer frente a los conflictos entre los diversos usuarios (Katsanevakis et al. 2011). El EEP enfoque sugiere analizar a las pesquerías a nivel ecosistema (FAO 2015). Sin embargo, la aplicación de este enfoque se dificultado porque debe implementarse como un proceso gradual que implica la organización en todos los niveles de gobierno (Ramos-Miranda et al. 2013).

El componente espacial es crítico en el manejo basado en los ecosistemas, el desarrollo e implementación del EEP requiere el uso de nuevas herramientas para comprender las dinámicas de los organismos marinos y de los ecosistemas por la variación ambiental (Katsanevakis et al. 2011). Por tal, es necesario ampliar la comprensión de los vínculos entre las actividades, los hábitats, la dinámica de la población, y el funcionamiento de las redes alimenticias marinas (Crowder y Norse, 2008).

El EEP enfoque no sustituye al manejo pesquero tradicional, sino que busca mejorar su aplicación y reforzar su pertinencia ecológica a fin de contribuir a la sustentabilidad. Un componente que destacan en el marco de un EEP es la gobernanza, porque se debe asegurar tanto el bienestar humano y la equidad (FAO 2015). En los enfoques del manejo actuales se busca maximizar la productividad de las capturas y proteger los ecosistemas marinos. La administración ambiental ha impulsado a la gobernanza pesquera como factor determinante del buen funcionamiento y equilibrio del ecosistema (Dunn 2005; Gray y Hatchard 2007). La gobernanza se presenta principalmente de dos formas la gobernanza vertical; es el modelo de manejo en el que la autoridad es la única responsable de idear, implementar y vigilar las medidas de manejo de los recursos marinos, ya que considera que los usuarios nunca lograrán autoorganizarse para conservar sus recursos. Sin embargo, este modelo no ha funcionado satisfactoriamente en la mayoría de los casos (FAO 2015). Por otra parte, la gobernanza horizontal o co-manejo es el modelo de manejo basado en la toma e implementación de acuerdos por los grupos de interés de una comunidad. Este es el modelo más usado en el manejo sustentable de los recursos; no obstante, para alcanzar la gobernanza pesquera es necesario identificar a los usuarios relevantes de la comunidad (Ostrom 2000; Zepeda-Domínguez 2016).

Contrariamente a lo que se pensaba en el siglo pasado, existen muchos usuarios que han invertido tiempo y esfuerzo para preservar los recursos, por lo que, es óptimo para la búsqueda de un desarrollo sustentable que este tipo de actores sean tomados en cuenta e incluirlos en el proceso de gobernanza (Ostrom 2009). Gutiérrez et al. (2011) encontraron que las condiciones de co-manejo más importantes para propiciar una gestión exitosa de las pesquerías son: la presencia de los líderes de la comunidad, fuerte cohesión social, cuotas comunitarias y áreas protegidas basadas en la comunidad. Adicionalmente, para mejorar la ordenación pesquera se requieren de incentivos adecuados, acuerdos institucionales descentralizados y organizaciones sociales cohesionadas, esto tienen más probabilidades de ocurrir bajo condiciones bien establecidas en regímenes de co-manejo (Wolff 2015).

Enfoque de sistemas socio-ecológicos

Bajo el enfoque de sustentabilidad a largo plazo, Walker et al. (2002) mencionan que los SSEs se comportan como sistemas complejos. Un sistema complejo se compone de subsistemas, que a su vez se componen de múltiples variables humano-ambientales (Ostrom 2007; Ostrom 2009). Los sistemas complejos se caracterizan por ser sistemas multinivel con efectos no lineales, con diferentes perspectivas de los usuarios y por tener objetivos de manejo poco definidos, además pueden tener características únicas (Pahl-Wostl 2007).

Los SSEs se evalúan las dimensiones que contribuyen al uso y manejo sustentable de los recursos, además de la integración de los datos de diversas disciplinas sociales y ecológicas (Pahl-Wostl 2007; Ostrom 2009; Leslie et al. 2015). El Potencial de Sustentabilidad Socio-Ecológica (PSSE) es la probabilidad de que los componentes humanos y no humanos del sistema logren satisfacer las necesidades de las personas y la naturaleza, en el presente y futuro (Leslie et al. 2015). La comprensión de la variación del PSSE en las diferentes dimensiones del sistema, es vital para la disminución o resolución de los graves problemas que afectan a los recursos naturales (Liu et al. 2007; Levin y Clark 2010; Leslie et al. 2015).

A pesar de que existen diversos modelos socio-ecológicos, ha sido difícil la implementación de estos, porque aún se deben operacionalizar y adaptar a la realidad (FAO 2003). El modelo socio-ecológico de Poorten et al. (2011) se desarrolló para la repoblación pesquera. Este modelo probó que a pesar de que se mantiene o estabiliza la satisfacción de los usuarios (pescadores) con el repoblamiento pesquero, puede haber consecuencias negativas a largo plazo para las poblaciones de peces silvestres; creando compensaciones entre los objetivos de conservación y el bienestar de los pescadores.

Sin embargo, se considera que, para diagnosticar las interacciones y los resultados en sistemas complejos, el marco de sistemas socio-ecológicos de Ostrom (2007; 2009) es el marco conceptual más completo (Partelow 2018). Aunque este marco inicialmente se relacionó con la investigación de los bienes comunes y la investigación de acción colectiva (Partelow 2018). Actualmente ayuda a la comunicación entre los académicos interesados en la sustentabilidad de los sistemas socio-ecológicos que operan a múltiples

escalas, ya que facilita la comprensión de cómo la gobernanza influye en los usuarios y cómo se afectan los sistemas de recursos (McGinnis y Ostrom 2014).

El enfoque SSE reconoce y evalúa explícitamente las conexiones de los sistemas humanos y naturales. Los SSEs se evalúan las dimensiones que contribuyen al uso y manejo sustentable de los recursos, además de la integración de los datos de diversas disciplinas sociales y ecológicas (Pahl-Wostl 2007; Ostrom 2009; Leslie et al. 2015). El marco metodológico de los SSEs de Ostrom (2007, 2009) es una herramienta que hace posible enfrentar el reto para conceptualizar los sistemas complejos; también es un ejemplo de enfoque holístico y de guía adaptable para la investigación socio-ecológica, diseñada para la aplicación práctica del manejo y la gestión de recursos naturales (Leslie et al. 2015; Partelow 2014).

El reconocimiento y el uso del marco metodológico holístico de los SSEs (Ostrom 2007; Ostrom 2009) ha sido ampliamente aceptado e incorporado en la investigación pesquera (Basurto et al. 2013; Basurto y Nenadovic 2012; Cinner et al. 2013; Partelow 2014; Leslie et al. 2015; FAO 2015); dando como resultado un análisis más preciso del sistema, caracterización de su dinámica, identificación de los componentes que requieren de ajustes, comparaciones a diferentes escalas espaciotemporales y para sugerir estrategias que guíen al sistema hacia la sustentabilidad. El marco metodológico holístico de los SSEs describe las cuatro dimensiones derivadas teóricamente de factores que contribuyen al uso sustentable de los recursos y que comprenden: el sistema de recursos, la unidad de recursos, el sistema de gobernanza, los usuarios o actores, y las interacciones dentro del sistema (Cuadro 1.1).

Organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), han determinado que los recursos pesqueros constituyen SSEs y que su manejo se dificulta por la complejidad de cada subsistema y la gran cantidad de variables que los afectan (UNEP/GPA 2006). Definimos un sistema socio-ecológico pesquero (SSEP) como un sistema complejo que comprende un conjunto de localidades costeras que comparten el uso de sus recursos marinos, condiciones de hábitat, características socioeconómicas y relaciones institucionales.

Cuadro 1.1. Componentes de un SSE (Modificado de: Ostrom 2009; Leslie et al. 2015).

SSE				
Sistema de gobernanza	Dimensión social		Dimensión ecológica	
	de Usuarios	Usuarios	Unidades Recursos	de Sistema de Recursos
Instituciones de gobierno y organizaciones de elección colectiva, que gestionan las normas del uso de los recursos.	Personas que operan dentro de un sistema de gobernanza y utilizan el sistema de recursos para actividades de subsistencia o comerciales, relacionada con la extracción de unidades de recursos.	Personas que operan dentro de un sistema de gobernanza y utilizan el sistema de recursos para actividades de subsistencia o comerciales, relacionada con la extracción de unidades de recursos.	Especies objetivo que comparten características (hábitat) e interactúan formando un sistema de recursos.	Previsibilidad en la que los usuarios pueden identificar patrones en el medio ambiente y la variabilidad en la captura de especies objetivo.

Organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), han determinado que los recursos pesqueros constituyen SSEs y que su manejo se dificulta por la complejidad de cada subsistema y la gran cantidad de variables que los afectan (UNEP/GPA 2006). Definimos un sistema socio-ecológico pesquero (SSEP) como un sistema complejo que comprende un conjunto de localidades costeras que comparten el uso de sus recursos marinos, condiciones de hábitat, características socioeconómicas y relaciones institucionales.

Panorama internacional de las pesquerías

La intensa presión pesquera ha impactado gravemente a los ecosistemas, demostrando que los recursos pesqueros no son inagotables (Hutchings y Reynolds 2004; Pauly et al. 1998; Salas et al. 2007). Por lo que, a partir de 1954, se empezaron a considerar como recursos finitos de propiedad común (Gordon 1954), los cuales debía regular el gobierno (Zepeda-Domínguez 2016). En el 2015 se ha reportado que las poblaciones explotadas a un nivel de sostenibilidad máximo o poblaciones plenamente explotadas (no es posible incrementar sus capturas) representaban el 59.9 %, el 33.1 % se compone por las poblaciones que son explotadas a niveles biológicamente insostenibles, y solo el 7.0 % se compone por las especies subexplotadas del total de poblaciones evaluadas (FAO 2018). Sin embargo, el porcentaje de las poblaciones explotadas a niveles biológicamente insostenibles ha tenido un aumento continuo en los últimos cuarenta años (FAO 2016).

Desde la década de 1980 se incrementó el número de personas que participan en la pesca y el esfuerzo pesquero aumentó de forma exponencial, lo que ocasionó la disminución en las capturas de especies comerciales y el declive pesquero (Agüero 1992; Salas y Torres 1996; Pauly 1997; Salas et al. 2007). Sin embargo, los impactos de las flotas pesqueras y la falta de alternativas a la pesca complican las perspectivas de reconstrucción de las pesquerías sobre todo en las regiones más pobres del mundo (Worm et al. 2009). Contradictoriamente, mientras disminuye la capacidad de muchos ecosistemas marinos para brindar servicios ecosistémicos, la necesidad de recursos marinos para solventar la demanda de alimento de la sociedad sigue creciendo (Gutiérrez et al. 2011; FAO 2015).

En muchas de las regiones del mundo, la pesca es muy importante, especialmente para la población que habita en las localidades costeras, ya que es una fuente trascendental de alimentos e ingresos económicos (FAO 2014). Las pesquerías de pequeña escala son importantes por las implicaciones sociales de las localidades costeras; no obstante, sus contribuciones a economías nacionales y regionales son mal cuantificadas, además no existen estimaciones fiables a nivel mundial del número de personas dependientes de la pesca artesanal (Andrew et al. 2007). En América Latina existen cerca de 2 millones de personas vinculadas a la pesca de pequeña escala; sin embargo, la actividad pesquera no ha mejorado significativamente los medios de vida de muchos de los pescadores latinoamericanos (FAO 2000; Salas et al. 2007).

El sector pesquero en México

Después de 40 años de intensa extracción pesquera en México, el 57 % de los recursos marinos se encuentran en su máximo aprovechamiento y el 25 % están sobreexplotadas (DOF 2000; Espinoza-Tenorio et al. 2011b). Por su parte Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón (2011) describen que el 46 % de las pesquerías del país se encuentran en su máximo rendimiento sostenible, el 28.6 % es sobreexplotado y 18 % está colapsado. En México, existen aproximadamente 250,000 pescadores, de los cuales el 90 % practican la pesca de pequeña escala (OCDE 2005). La escasez y baja precisión de la información es mayor para la flota de pequeña escala que para la flota industrial, porque en muchas

ocasiones se realizan los desembarcos de forma dispersa a lo largo de los 11,122 km de litoral nacional (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón 2011).

Diversos autores coinciden en que las pesquerías mexicanas requieren de una política pública más participativa, en la que el manejo de los recursos pesqueros sea redefinido (Hernández y Kempton 2003; Arreguín-Sánchez et al. 2004; Defeo y Castilla 2005; Jiménez-Badillo 2008; Espinoza-Tenorio et al. 2011b; Espinoza-tenorio et al. 2011a; Pérez-Ramírez et al. 2012; Rife et al. 2013; Cisneros-Montemayor et al. 2013). El manejo pesquero en México es atribución de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) dependiente de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). La Ley Federal de Pesca de 2001, que fue sustituida en 2007 por la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables (LGPAS), ésta proporciona directrices para regular la pesca (Pérez-Ramírez 2012). La LGPAS otorgó a los estados y municipios mayor poder en la toma de decisiones y promovió corresponsabilidades entre los usuarios locales (Espinoza-Tenorio et al. 2011b). Además, el programa rector Federal abordará los problemas en el sector hasta 2020 y contiene estrategias de co-manejo, vinculación entre los usuarios y la academia e incentivos económicos (CONAPESCA 2009).

Por su parte, el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) es el soporte científico de la CONAPESCA. El INAPESCA realiza investigaciones científicas y tecnológicas de la flora y fauna acuáticas, da opinión técnica y científica para la administración y conservación de los recursos, elabora y actualiza la Carta Nacional Pesquera (define los niveles de esfuerzo de pesquero) y la Carta Nacional Acuícola; asesoramiento científico y técnico a los pescadores y acuicultores, para conservar, repoblar, fomentar, cultivar y desarrollar especies, elaborar los planes de manejo por recurso o recursos entre otras actividades (DOF 2012). El INAPESCA también es responsable de la elaboración de los planes de manejo pesquero (PMP), y aunque constitucionalmente se establece que se debe considerar el co-manejo y el manejo adaptativo y que deben de estar basados en un enfoque que incluya al ser humano como parte del ecosistema y pesquerías multiespecíficas (Hernández- Flores 2013), los PMP generalmente están dirigidos a una sola especie, grupos de especies y/o grupos de usuarios (Ramos-Miranda et al. 2013).

En la administración de los mares mexicanos intervienen otros sectores productivos y agencias gubernamentales. El Ordenamiento Ecológico Marino (OEM) es uno de los instrumentos de política ambiental que está incorporado metodologías holísticas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), que regula las actividades marinas y costeras, tales como la industria petrolera, el turismo, la pesca y la acuicultura, con el fin de revertir el deterioro de los recursos y ecosistemas marinos (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón 2011; SEMARNAT 2015).

El primer Programa de Ordenamiento Ecológico Marino (POEM) se expidió en 2006 para el Golfo de California, el cual abarca 24,700,000 has. en la zona costero marina de Baja California (BC), Baja California Sur (BCS), Sonora, Sinaloa y Nayarit. En el 2012 se publica el POEM y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (GMMC) que se conforma por 82,702,380 has. De los estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas. El POEM y Regional Pacífico Norte expidió en 2012 y se integra por 95,055,000 has. de BC y BCS (SEMARNAT 2018). Los POEM realizaron una delimitación de Unidades de Gestión Ambiental (UGAs), las cuales son áreas homogéneas en términos ambientales, de recursos y de administración institucional. La evaluación de UGAs se realiza mediante el análisis de indicadores que describen los vínculos entre las tendencias socioeconómicas, fenómenos ecológicos y respuestas institucionales (SEMARNAT 2015). Por lo que, se puede resaltar la aplicación de una metodología holística en la evaluación de esta región, sin embargo, no en todos los POEM se aprecia claramente las dimensiones socioculturales y económicas (por ejemplo, el del GMMC).

En las pesquerías mexicanas, el enfoque ecosistémico se contempla parcialmente en la ley; sin embargo, en la práctica generalmente se sigue usando el enfoque monoespecífico o en donde solo se toma en cuenta el estado de los recursos pesqueros (DOF 2012; Ramos-Miranda et al. 2013), por lo que, el uso del enfoque ecosistémico sólo se realiza de forma parcial. Por otra parte, las investigaciones mexicanas sobre el enfoque ecosistémico y la metodología basada en los SSEs han surgido con ímpetu a finales del s. XX e inicios del s. XXI (Cuadro 1.2). Las investigaciones realizadas por Defeo y Castilla (2005), Jiménez-Badillo (2008), Pérez-Ramírez et al. (2012) y Rife et al.

(2013) resaltan la importancia del co-manejo para la inclusión de los usuarios en la toma de decisiones para el manejo pesquero. Por otra parte, Cisneros-Montemayor et al. (2013) y Espinoza-Tenorio et al. (2011b) destacan el valor de los académicos y organizaciones de conservación en la ordenación pesquera para la pesca sustentable. Sin embargo, en el país existen escasos estudios con metodologías integradoras para analizar los SSEP y estos son resultado principalmente por el esfuerzo del sector académico (Cuadro 1.3). Cabe señalar que la mayoría de estas investigaciones se realizan en el Pacífico Norte, por lo que es de vital importancia la realización de estos estudios en otras regiones costeras de nuestro país.

La pesca en México forma parte del sector primario, es un sector prioritario, porque influye en el desarrollo de las localidades costeras, además entre el 60 % y 65 % de la producción es destinada al consumo humano directo y genera 180,000 empleos en forma directa y más de 1 millón de personas dependen ella indirectamente (Botello et al. 2010). El volumen de la producción pesquera de México en el 2017 fue de 2,154,855 t (peso vivo); la región del Pacífico contribuye con el 82.3 % de las capturas totales, el Golfo de México y el Mar Caribe (GMMC) con el 15.2 % (SAGARPA-CONAPESCA 2017). Sin embargo, la región del GMMC es una zona importante para la generación de empleos provenientes de la pesca, y es imprescindible realizar evaluaciones y tomar medidas de manejo para los recursos marinos (Ramos-Miranda et al. 2013).

En el Golfo de México existen 6,642 unidades económicas dedicadas al sector pesquero, es decir, 38.5 % del total nacional. El personal ocupado se integra por 54,459 personas y la Producción bruta total es de 6,358 millones de pesos 34.6 % del total nacional (INEGI 2016). En esta región, predominan los pescadores en pequeña escala, éstos utilizan diversos equipos de pesca, dependiendo de los recursos objetivo y las experiencias prácticas, los más usuales son: redes de enmalle, líneas de mano, palangres, atarrayas, trampas y buceo libre y con compresor (Botello et al. 2010).

Cuadro 1.2. Aportaciones de los estudios que adoptan metodologías holísticas aplicadas a pesquerías en México.

Autores	Zona de estudio	Pesquerías	Principales aportaciones
Bonfil (1997)	Golfo de México	Tiburones	Medidas de protección en las etapas más frágiles de los ciclos de vida de los tiburones; Incluir los estudios sobre la importancia de las pesquerías dirigidas e incidentales; y el índice de abundancia de estos recursos puede influir para evitar la implementación de políticas que pongan en riesgo la pesquería. Estas acciones serán vitales para cualquier decisión sobre la gestión de la pesca, ya que el sistema de gobernanza tiene que ser compatible con los procesos biológicos y también con las necesidades sociales y económicas de las localidades pesqueras.
Rivera-Arriaga (1998)	Golfo de México	Multiespecíficas	La región se enfrenta problemas graves de los intereses de los diversos actores sociales y sectores que participan en el uso, la gestión y la utilización de la zona costera y recursos naturales. El programa EPOMEX se centró en temas regionales, las prioridades socioeconómicas, las perspectivas de desarrollo y la protección y la gestión potencial de los ecosistemas costeros críticos y sus recursos naturales. Establecimiento de prestigio y reconocimiento internacional por el programa, y su capacidad de servir como una institución accesible y exitosa en ciencias marinas y costeras.
Defeo y Castilla (2005)	Quintana Roo	Langosta espinosa	En el co-manejo, la implementación de herramientas operativas requiere reuniones periódicas entre los pescadores, gestores y asesores científicos, en las que se debe discutir los indicadores del estado del stock.
Jiménez-Badillo (2008)	Veracruz, Golfo de México	Multiespecíficas	El gobierno tiene que invertir más en la educación de apoyar el desarrollo comunitario, enfocándose en mejorar la técnica, el cuidado al medioambiente y la gestión del conocimiento de la pesca. Los pescadores de pequeña escala necesitan asociaciones para gestionar el acceso a financiamiento, negociar acuerdos colectivos con los compradores y desarrollar sus propios canales de comercialización.
Espinoza-tenorio et al. (2011a)	México	Multiespecíficas	Los aspectos que obstaculizan generar el conocimiento para la gestión de la pesca sostenible son: carencia del espacio y el apoyo económico para fomentar una nueva generación de científicos, la falta de publicaciones sobre gestión de la pesca sostenible, y el SNI hace caso omiso de los informes técnicos y contribuciones académicas a la investigación de gestión.
Pérez-Ramírez et al. (2012)	Península de Baja California	Langosta de roca roja	La certificación del MSC ha sido mecanismo para fomentar la pesca sostenible, ya que es una herramienta científica y un factor determinante para potenciar a las organizaciones pesqueras en el contexto de la política local y la promoción de su autonomía, ya que los pescadores están motivados para cumplir con los estándares requeridos.
Rife et al. (2013)	Golfo de California	Multiespecíficas	El objetivo del plan de gestión es "preservar lo natural recursos", pero no es recuperar datos, ni garantizar el desarrollo social de las localidades. Por lo que existe una necesidad para revisar las normas, la gestión y la ejecución de la pesca, y de buscar la participación de la comunidad local en los esfuerzos de aplicación del manejo coordinado entre las autoridades y los usuarios locales, con el fin de aumentar la eficacia en las pesquerías de las áreas marinas protegidas.

Cisneros-Montemayor et al. (2013)	Golfo de California	Multiespecíficas	La pesca en México, se refleja el sistema político global, históricamente se han caracterizado por los cambios constantes en los objetivos y sistemas de gestión, ha pasado de ser una fuente primaria de alimentos y de empleo, a una víctima de la reforma neoliberal. Los científicos, académicos y organizaciones de conservación en la ordenación pesquera han evolucionado hacia una comprensión más holística del contexto social, político y ecológico de la pesca en México, aumentando la formación y aplicación de métodos cuantitativos novedosos para evaluar las pesquerías nacionales.
Espinoza-Tenorio et al. (2013)	Sistema Lagunar Huave, Oaxaca	Multiespecíficas	Las personas tienen apego a la cultura, zona y recursos. El grupo de usuarios muestra gran interés en el manejo. El PMP es insuficiente porque el proceso no considera la diversidad cultural de los usuarios o las prácticas étnicas de manejo. El manejo debe considerar estrategias para cada paisaje marino pesquero tomando en cuenta las diferencias entre las estructuras y la dinámica pesquera.
Basurto et al. (2013)	Golfo de California	Multiespecíficas	Los pescadores se organizan en cooperativas cuando las localidades tienen altos costos de transacción para mercados, y donde existe la tradición de trabajar juntos. Los pescadores que poseen conocimientos sobre la dinámica de los recursos tienen menos poder de decisión en relación con los compradores de pescado. Importancia de examinar los vínculos cambios económicos y políticos a un alcance más amplio y la diversidad institucional a nivel local.
Rodríguez-Quiroz et al. (2013)	Alto Golfo de California	Multiespecíficas	La mayor parte de la pesca se realiza dentro del Refugio de la Vaquita y en la Reserva de la Biosfera. Los costos de explotación determinan en gran medida dónde se realiza la pesca en el Alto Golfo de California y dependen sobre todo de la distancia de los sitios de pesca a los puertos y distribución estacional de los recursos naturales. El éxito de la mayoría de las políticas de manejo pesquero para conservar las especies depende de la vulnerabilidad de las especies, el tamaño del área protegida y alternativas económicas de los pescadores.
McCay et al. (2014)	Baja California	Multiespecíficas	Las localidades locales, dependen de las cooperativas para la supervivencia. Alta calidad de las pesquerías, los derechos de acceso exclusivos, nivel de dependencia de otros recursos, sustentan en gran medida la autonomía para importantes decisiones pesqueras. Los sistemas de acceso restringido los recursos marinos pueden no ser culturales o legalmente aceptables. La gestión efectiva requiere un aumento de la capacidad institucional y de la inversión en instituciones, tecnología, y la aplicación de medidas de manejo.
Velez et al. (2014)	Mar Caribe	Langosta espinosa	Los pescadores han permitido mantener la pesca y la colaboración con ONG, autoridades, investigadores y actores. Las ONG trabajaron para promover la participación de los pescadores. Los talleres parecen haber sido eficaces al crear relaciones de trabajo entre los pescadores locales y ONG.
Finkbeiner (2015)	Baja California Sur	Multiespecíficas	La flexibilidad para mover estrategias pesqueras, dada la evolución de las condiciones es importante para la capacidad de adaptación de las cooperativas. Los elementos de los recursos las cooperativas de pesca, los derechos conferidos a las cooperativas, y el control sobre estos recursos y derechos es importante para movilización de estrategias de diversificación y especialización. Las cooperativas pesqueras del noroeste de México se están diversificando, en respuesta al cambio ambiental y de mercado que esta región enfrenta.

Cuadro 1.3. Aportaciones de Metodologías holísticas para analizar Sistemas Socio-Ecológicos Pesqueros en México.

Autores	Zona de estudio	Pesquerías	Principales aportaciones
Cinti et al. (2014)	Bahía de Los Ángeles, y Bahía de Kino, (Golfo de California).	Multiespecíficas	Inseguridad de los derechos de tenencia. Baja o nula participación de los pescadores en la toma de decisiones. Falta de reconocimiento de los acuerdos pesqueros locales.
Leslie et al. (2015)	Baja California Sur	Multiespecíficas	PSSE varió sustancialmente entre los SSEs. Las regiones con más alto nivel en el sistema de gobernanza presentaron mayor nivel en unidad de recursos
FAO (2015)	Punta Allen (Mar Caribe) y Península de Baja California	Langosta espinosa y abulones	Sustentabilidad del stock. Solidez de los planes de manejo. Solidez de las estructuras de gobernanza.
Zepeda-Domínguez (2016)	Golfo de California y península de Baja California	sardina, jaiba café, abulón y langosta	Limitada jurisdicción de los consejos de pesca y la falta de reglamentos de la LGPAS. Sistemas de gobernanza de acuerdos comunitarios, pero carecen de sustento legal y orden federal. Gobierno federal es el más influyente en el manejo.

La pesca en Campeche

El estado de Campeche cuenta con un litoral de 425 km, que representa el 3.55 % del total del país (CONAPESCA 2014; SAGARPA-CONAPESCA 2017). El litoral de Campeche se divide en dos grandes zonas de pesca, con relación a sus características geomorfológicas y ecológicas: en el norte (de Isla Arena hasta Punta Xen) se tienen condiciones marinas de la provincia carbonatada de la península de Yucatán y en el sur (de Sabancuy a Nuevo Campechito), que se sitúa en la provincia deltaica de fuerte influencia estuarina (Flores-Hernández et al. 2010).

En el Estado de Campeche el 5.6 % del personal ocupado se dedica a la pesca y los dedicados a las unidades económicas que están relacionadas a actividades pesqueras representan el 2.8 % (INEGI 2016). En el 2017, la producción pesquera de Campeche ocupó el octavo lugar nacional tanto en volumen de captura (58,764 toneladas en peso vivo), como en el valor de captura (\$1,662,790 miles de pesos) (SAGARPA-CONAPESCA 2017). Para ese mismo año se registraron 26 plantas pesqueras, 12,768 pescadores y 3,628 embarcaciones, de las cuales el 96.5 % realizan actividades de pesca a pequeña escala (SAGARPA-CONAPESCA 2017).

La infraestructura pesquera en el estado de Campeche comprende dos puertos pesqueros de altura, el de Lerma (municipio de Campeche) y “Laguna Azul” (municipio de Carmen). Así también existen muelles importantes para la flota de pequeña escala en Champotón y Cd. del Carmen, Isla Arena, Seybaplaya, Sabancuy e isla Aguada (Flores-Hernández et al. 2010). Sin embargo, muchos de los pescadores del Estado de Campeche, también descargan las capturas al pie de playa. Los recursos pesqueros que más influyen en la dinámica de las flotas artesanales de Campeche son el pulpo (*Octopus maya*) y el camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) (Pérez-Jiménez et al. 2016). Entre de 2009 y el 2013 la pesquería de pepino de mar (*Isostichopus* y *Holothuria*) tuvo alta rentabilidad económica (Espinoza-Tenorio et al. 2012; Pérez-Jiménez et al. 2012); sin embargo, después de ese periodo se estableció la veda permanente para Campeche, porque la extracción intensiva y sin regulación ocasionó la reducción del 85 % de la biomasa de sus poblaciones en localidades como Isla Arena, en el municipio de Calkiní (DOF 2015).

Respecto al volumen de producción pesquera, en el 2017 Campeche reportó 58,764 toneladas en peso vivo, las pesquerías que tienen mayor capturan en la entidad son la de jurel (17.6 %), pulpo (16.2 %), jaiba (10.7 %), camarón (8.3 %) y caracol (7.3 %) (SAGARPA-CONAPESCA 2017). La flota de pequeña escala utiliza diversos equipos de pesca como las redes para escama marina, trampas y nasas para jaiba y cangrejo y jimbas para pulpo entre otras (Flores-Hernández et al. 2010).

El estado de Campeche tiene catorce pesquerías principales, el estatus de la mayoría es aprovechado al máximo sustentable (AMS), es decir el valor de la razón actual/objetivo es igual a uno, por lo que no se recomienda otorgar más permisos de pesca ni incrementar el esfuerzo, lo que implica no incrementar número de embarcaciones ni el número de artes de pesca en los permisos ya existentes (DOF 2018). Sin embargo, las pesquerías de mero, huachinango, especies de caracol y pepino de mar, se encuentran en deterioro, es decir el valor de la razón actual/objetivo es menor a uno, por lo que es necesario instrumentar estrategias y tácticas de manejo para recuperar las poblaciones, las cuales incluyen en principio no incrementar el esfuerzo de pesca ni otorgar más permisos de pesca (DOF 2018). En Campeche 35.71% de las principales pesquerías

tienen veda temporal y la pesquería de pepino de mar tiene veda permanente. El 50% de las pesquerías principales Plan de Manejo Pesquero (Cuadro 1.4).

Consideraciones finales

Para hacer frente al cambio global se han desarrollado diversos enfoques no convencionales como lo es el holístico. Sin embargo, la implementación en el manejo de los recursos se ha retardado en función de que los marcos metodológicos holísticos se deben operacionalizar y ajustar a los contextos locales. En México, el enfoque holístico se observa parcialmente en la reglamentación pesquera; el sector académico mexicano ha aplicado y desarrollado estudios con metodologías holísticas para analizar los sistemas pesqueros, pero generalmente se encuentran en la región del Pacífico Norte y del Mar Caribe.

En el Estado de Campeche la mayoría de la flota se enfoca a pesquerías de pequeña escala, que generalmente son multi especie y multi arte. Se encuentra entre los diez Estados con mayor volumen y valor de captura. Sin embargo, la tercera parte de sus pesquerías principales se encuentran en deterioro. Esto genera un riesgo potencial al bienestar de las localidades costeras, ya que dependen directamente de alimentos e ingresos económicos que proviene de la pesca. Es por lo anterior, que se planteó una evaluación bajo el enfoque holístico en los sistemas pesqueros de pequeña escala de Campeche.

Cuadro 1.4. Estado (Estatus) y regulaciones de las principales pesquerías de Campeche, basado en (Botello Ruvalcaba et al. 2010; DOF 2012; 2018). Aprovechado al máximo sustentable (AMS) y En deterioro (ED).

Recursos pesqueros	Estado	Regulaciones
1. Camarón siete barbas (<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>)	AMS	Veda temporal del 1 de mayo al 30 de septiembre NOM-002-PESC-1993 Plan de Manejo Pesquero ANP Laguna de Términos DOF Regulación del arte de pesca y embarcaciones DOF Programa de manejo de la Laguna de Términos DOF
2. Cazón tutzún (<i>Rhizoprionodon terraenovae</i>) Cazón pech (<i>Sphyrna tiburo</i>) Tiburón martillo (<i>Sphyrna lewini</i>) Tiburón puntas negras (<i>Carcharhinus limbatus</i>) Cazón canguay (<i>Carcharhinus acronotus</i>) Tiburón toro (<i>Carcharhinus leucas</i>) Tiburón sedoso (<i>Carcharhinus falciformis</i>) Tiburón punta de lápiz (<i>Carcharhinus brevipinna</i>)	AMS	Veda del 15 de mayo al 15 de junio y del 1 al 29 de agosto NOM-029-PESC-2006 Permiso de pesca comercial para tiburón, no se han expedidos nuevos desde 1993
3. Raya balá (<i>Hypanus americanus</i>) Raya Pinta (<i>Aetobatus narinari</i>) Raya chucha (<i>Rhinoptera brasiliensis</i>)	AMS	NOM-029-PESC-2006 Permiso de pesca comercial de tiburón y permiso de pesca comercial de escama.
4. Pulpo rojo (<i>Octopus maya</i>) Pulpo patón (<i>Octopus vulgaris</i>)	AMS	Veda del 16 de diciembre al 31 de julio NOM-008-SAG/PESC-2015 Plan de Manejo Pesquero Permiso de pesca comercial y concesiones de pesca. Talla mínima de captura 110 mm de longitud de manto
5. Jaiba azul (<i>Callinectes sapidus</i>) Jaiba prieta (<i>Callinectes rathbunae</i>) Jaiba roma (<i>Callinectes bocourti</i>) Jaiba pequeña azul (<i>Callinectes similis</i>) Jaiba siri (<i>Callinectes danae</i>) Jaiba Caribeña (<i>Callinectes ornatus</i>)	AMS	Permisos de pesca comercial Talla mínima de captura 110 mm de ancho de caparazón.
6. Caracol blanco (<i>Lobatus costatus</i>) Caracol rojo (<i>Triplofusus giganteus</i>) Caracol Campechana (<i>Fasciolaria tulipa</i>) Caracol Trompillo (<i>Sinistrofulgur perversum</i>)	ED	Veda del 1 de enero al 14 de marzo y del 16 de julio al 31 de diciembre NOM-013-SAG/PESC-2016 Plan de Manejo Pesquero Permiso de pesca comercial
Caracol Tomburro (<i>Turbinella angulata</i>)	AMS	Talla mínima de longitud de concha 30 cm C. Rojo, 22 cm C. Trompillo, 20 cm C. Rosado y tomburro, y 18 cm C. Blanco.

7. Ostión de Virginia (<i>Crassostrea virginica</i>) Ostión de Manglar (<i>Crassostrea rhizophorae</i>)	AMS	NOM-015-PESC-1994 Talla mínima de captura 70 mm
8. Huachinango de Castilla (<i>Lutjanus campechanus</i>)	ED	Permisos de pesca comercial para escama marina.
9. Sierra (<i>Scomberomorus regalis</i>) Sierra Común (<i>Scomberomorus maculatus</i>) Carito (<i>Scomberomorus cavalla</i>)	AMS	Permisos de pesca comercial para escama marina.
10. Robalo (<i>Centropomus undecimalis</i>)	AMS	Plan de Manejo Pesquero Permisos de pesca comercial para escama marina.
11. Jurel Blanco (<i>Caranx latus</i>) Jurel Amarillo Común (<i>Caranx hippos</i>) Cojinuda Negra (<i>Caranx crysos</i>)	AMS	Permisos de pesca comercial para escama marina.
12. Lisa Rayada (<i>Mugil cephalus</i>) Lebrancha (<i>Mugil curema</i>)	AMS	NOM-016-SAG/PESC-2014 Plan de Manejo Pesquero Talla mínima de captura 30 cm lisa y 26 cm lebrancha Permisos de pesca comercial para escama marina.
13. Mero (<i>Epinephelus morio</i>) Cherna Negrillo (<i>Mycteroperca bonaci</i>)	ED	Veda del 1 de febrero al 31 de marzo NOM-065-SAG/PESC-2014 DOF: Plan de Manejo Pesquero Talla mínima de captura 36.30 cm mero Permisos de pesca comercial para escama marina.
14. Pepino de mar café (<i>Isostichopus badionotus</i>) Pepino de mar blanco (<i>Astichopus multifidus</i>) Pepino de mar michelin (<i>Holothuria floridana</i>)	ED	Veda permanente 2002-NOM-059-PESC-2001 Plan de Manejo Pesquero

Literatura citada

- Adger WN, Hughes TP, Folke C, Carpenter SR, Rockstrom J. 2005. Social-ecological resilience to coastal disasters. *Science* 309:1036.
- Agrawal A, Chhatre A, Hardin R. 2008. Changing Governance of the World' s Forests. *Science*. 320:1460–1462.
- Agüero M. 1992. La pesca artesanal en América Latina: una visión panorámica. In: Agüero, M. (Ed.), *Contribuciones para el estudio de la pesca artesanal en América Latina*. ICLARM Conference Proceedings Contribution. (835) 1–27.
- Andrew N, Bene C, Hall SJ, Allison EH, Heck S, Ratner B. 2007. Diagnosis and management of small-scale fisheries in developing countries. *Fish Fish*. 8:227–24
- Arredondo A, Igartúa LE, del Ángel JL. 2006. Glosario de términos relacionados con la pesca.
- Arreguín-Sánchez F, y Arcos-Huitrón E. 2011. La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica*. 21 (3):431-462.
- Basurto X, Gelcich S, Ostrom E. 2013. The social-ecological system framework as a knowledge classificatory system for benthic small-scale fisheries. *Glob. Environ. Chang*. 23:1366-1380.
- Basurto X, Nenadovic M. 2012. A systematic approach to studying fisheries governance. *Glob. Policy*. 3:222–230.
- Berkes F, Mahon R, McConney P, Pollnac R, Pomeroy R. 2001. *Managing Small-scale Fisheries: Alternative directions and methods*. Ottawa, Canada: International Development Research Centre.
- Botello R M, Villaseñor T R, y Mezo V S. 2010. Ordenamiento Pesquero Ribereño Marino. Informe de Ejecución. CONAPESCA, SAGARPA. México. 260.
- Chapin FS, Carpenter SR, Kofinas GP, Folke C, Abel N, Clark WC, Olsson P, Smith DMS, Walker B, Young OR, et al. 2010. Ecosystem stewardship: sustainability strategies for a rapidly changing planet. *Trends Ecol. Evol*. 25:241–249.
- Christie P, Fluharty DL, White AT, Eisma-Osorio L, Jatulan W. 2007. Assessing the feasibility of ecosystem-based fisheries management in tropical contexts. *Mar Policy*. 31:239–250. doi:10.1016/j.marpol.2006.08.001.

- Cinner JE, MacNeil MA, Basurto X, Gelcich S. 2013. Looking beyond the fisheries crisis: Cumulative learning from small-scale fisheries through diagnostic approaches. *Glob. Environ. Chang.* 23:1359–1365.
- Cinner JE, McClanahan TR, MacNeil MA, Graham NA, Daw TM, Mukminin A, Feary DA, Rabearisoa AL, Wamukota A, Jiddawi N, et al. 2012. Socioeconomics drive plant diversity. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 109:5219–5222.
- Cinti A, Duberstein JN, Torreblanca E, Moreno-Báez M. 2014. Overfishing drivers and opportunities for recovery in small-scale fisheries of the Midriff Islands region, Gulf of California, México: The roles of land and sea institutions in fisheries sustainability. *Ecol. Soc.* (19)15.
- Cisneros-Montemayor AM, Cisneros-Mata MA, Harper S, Pauly D. 2013. Extent and implications of IUU catch in Mexico's marine fisheries. *Mar. Policy.* 39:283–288.
- CONAPESCA 2009. Programa rector nacional de pesca y acuicultura sustentables 2008. [Internet]. México: CONAPESCA -SAGARPA. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/programa-rector-nacional-de-pesca-y-acuicultura-sustentables>
- Crowder L, Norse E. 2008. Essential ecological insights for marine ecosystem-based management and marine spatial planning. *Mar. Policy* 32:772-778.
- Danielsen F, Sorensen MK, Olwig MF, Selvam V, Parish F, Burgess ND, Hiraishi T, Karunakaran VM, Rasmussen MS, Hansen LB, Quarto A, Suryadiputra N. 2005. The Asian tsunami: a protective role for coastal vegetation. *Science.* 310: 643.
- Defeo O, Castilla JC. 2005. More than one bag for the world fishery crisis and keys for co-management successes in selected artisanal Latin American shellfisheries. *Rev. Fish Biol. Fish.* 15:265–283.
- DOF 2000. Diario Oficial de la Federación. [Internet]. México: Acuerdo por el que se aprueba la Carta Nacional Pesquera; [citado 2016 Jun 10]. Disponible en: <http://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/CARTA%20NACIONAL%20PESQUERA/carta+nacional+pesquera+2000.pdf>
- DOF 2018. Carta Nacional Pesquera, SAGARPA. Diario Oficial de la Federación, SAGARPA.
- DOF 2012. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación, SAGARPA.

- 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.
- DOF. 2015. Plan de Manejo Pesquero de pepino de mar café (*Isostichopus badionotus*) y lápiz (*Holothuria floridana*) en la península de Yucatán.
- Dunn E. 2005. The role of environmental NGOs in fisheries governance. In Participation in Fisheries Governance, Springer. 209–218.
- Espinoza-tenorio A, Espejel I, Wolff M. 2011a. Ocean and Coastal Management Capacity building to achieve sustainable fisheries management in Mexico. Ocean Coast. Manag. 54:731–741.
- Espinoza-Tenorio A, Espejel I, Wolff M, Zepeda-Domínguez J. 2011b. Contextual factors influencing sustainable fisheries in Mexico. Mar. Policy 35: 343–350.
- Espinoza-Tenorio A, Pech D, Ramos J, Peña-Puch A. 2012. Una radiografía antes de decidir: el reto del aprovechamiento sustentable del pepino de mar en Campeche. Investig Ambient. 4:45–50.
- Espinoza-Tenorio A, Wolff M, Espejel I, Montaña-Moctezuma G. 2013. Using traditional ecological knowledge to improve holistic fisheries management: Transdisciplinary modeling of a lagoon ecosystem of Southern Mexico. Ecol. Soc.18.
- Essington TE, Punt AE. 2011. Implementing ecosystem-based fisheries management: Advances, challenges and emerging tools. Fish Fish. 12:123–124. doi:10.1111/j.1467-2979.2011.00407.x.
- FAO 2000. Informe del taller sobre manejo y asignación de recursos pesqueros a pescadores artesanales en América Latina, Valparaíso, Chile, 25-28 de abril del 2000.
- FAO. 2003. Fisheries Management. 2. The ecosystem approach to fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. Rome: FAO.
- FAO 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture 2014. [Internet]. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations; [citado 2016 Jun 10]. Disponible en: <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/231544/>

- FAO 2015. Enfoque ecosistémico pesquero Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías. Roma, Italia. 1-83.
- FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma, Italia.
- FAO. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma, Italia.
- Finkbeiner EM. 2015. The role of diversification in dynamic small-scale fisheries: Lessons from Baja California Sur, Mexico. *Glob. Environ. Chang.* 32:139–152.
- Flores-Hernández D, Markaida U, Pérez-Jiménez JC, y Ramos-Miranda J. 2010. En Villalobos-Zapata G, Mendoza J. (Eds.), *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. México. 580-587.
- Froese R y Kesner-Reyes K. 2002. Impact of fishing on the abundance of marine species. *International Council for the Exploration of the Sea. ICES-CM/L 12.* 1-12.
- Gordon JS. 1954. The economic theory of a common property resource: The fishery. *J. of Pol. Ec.* 62:124-142.
- Gray TS, Hatchard J. 2007. Environmental stewardship as a new form of fisheries governance. *ICES J. Mar. Sci.* 64:786–792.
- Gutiérrez NL, Hilborn R, Defeo O. 2011. Leadership, social capital and incentives promote successful fisheries. *Nature* 470:386-389.
- Hernández Á, Kempton W. 2003. Changes in fisheries management in Mexico: Effects of increasing scientific input and public participation. *Ocean Coast. Manag.* 46:507–526.
- Hilborn R. 2011. Future directions in ecosystem based fisheries management: A personal perspective. *Fish Res.* 108:235–239. doi:10.1016/j.fishres.2010.12.030.
- Hilborn R, Fulton EA, Green BS, Hartmann K, Tracey SR, Watson RA. 2015. When is a fishery sustainable ? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 72:1433–1441.
- Hutchings J y Reynolds J. 2004. Marine fish population collapses: consequences for recovery and extinction risk. *BioScience* 54 (4):297–309.
- INEGI 2016. Censos Económicos 2014, con actualización: 2016[Internet]. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía; [citado 2016

Nov 14]. Disponible en:

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2014/default.aspx>

Jentoft S. 2004. Institutions in fisheries: What they are, what they do, and how they change. *Mar Policy*. 28:137–149. doi:10.1016/S0308-597X(03)00085-X.

Jiménez-Badillo L. 2008. Management challenges of small-scale fishing communities in a protected reef system of Veracruz, Gulf of Mexico. *Fish. Manag. Ecol*. 15:19–26.

Kareiva P, Marvier M. 2012. What Is Conservation Science? *Bioscience* 62: 962–969.

Katsanevakis S, Stelzenmüller V, South A, Sørensen TK, Jones PJS, Kerr S, Badalamenti F, Anagnostou C, Breen P, Chust G, et al. 2011. Ecosystem-based marine spatial management: Review of concepts, policies, tools, and critical issues. *Ocean Coast. Manag.* 54:807–820.

Leslie HM, Basurto X, Nenadovic M, Sievanen L, Cavanaugh KC, Cota-Nieto JJ, Erisman BE, Finkbeiner E, Hinojosa-Arango G, Moreno-Báez M, et al. 2015. Operationalizing the social-ecological systems framework to assess sustainability. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 112:5979–5984.

Levin SA y Clark WC. 2010. *Toward a Science of Sustainability*. [Internet]. Warrenton, Virginia: Report from Toward a Science of Sustainability Conference [citado 2016 Jun 10]. Disponible en: <https://www.hks.harvard.edu/content/download/69163/1249462/version/1/file/196.pdf>.

Liu J, Dietz T, Carpenter SR, Alberti M, Folke C, Moran E, Pell AN, Deadman P, Kratz T, Lubchenco J, et al. 2007. Complexity of Coupled Human and Natural Systems. *Science* (80). 317:1513–1516.

Manson FJ, Die DJ. 2001. Incorporating commercial fishery information into the design of marine protected areas. *Ocean Coast Manag.* 44:517–530. doi:10.1016/S0964-5691(01)00063-1.

McGinnis MD, Ostrom E. 2014. Social-ecological system framework: Initial changes and continuing challenges. *Ecol Soc.* 19:1–30. doi:10.5751/ES-06387-190230.

McCay BJ. 2002. Emergence of Institutions for the Commons: Contexts, Situations, and Events. En Ostrom E, Dietz T, Dolsak N, Stern PC, Stonich S, Weber EU. (eds.), *The Drama of the Commons*. National Academy Press, Washington, D.C.

- McCay BJ, Micheli F, Ponce-Díaz G, Murray G, Shester G, Ramirez-Sanchez S, Weisman W. 2014. Cooperatives, concessions, and co-management on the Pacific coast of Mexico. *Mar. Policy* 44:49–59.
- Millennium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Murawski, S.A. 2000. Definitions of overfishing from an ecosystem perspective. *ICES J. Mar. Sci.* 57: 649–658.
- OCDE 2005. Organization for Economic Co-Operation and Development. *Agricultural and fisheries policies in México, recent achievements, continuing there form agenda*. Paris.
- Ostrom E. 2000. El Gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva. UNAM-CRIM-FCE.
- Ostrom E. 2007. A diagnostic approach for going beyond panaceas. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 112:5979–5984. 104:15181-15187.
- Ostrom E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science* 325:419–422.
- Pahl-Wostl C. 2007. The implications of complexity for integrated resources management. *Environ. Model. Softw.* 22:561–569.
- Partelow S. 2014. Assessing sustainability in lobster fisheries as social-ecological systems: A framework and research protocol. LUCSUS.
- Partelow S. 2018. A review of the social-ecological systems framework: Applications, methods, modifications, and challenges. *Ecol Soc.* 23. doi:10.5751/ES-10594-230436.
- Pauly D. 1997. Small-scale fisheries in the tropics: marginality, marginalization, and some implications for fisheries management. En: Pikitch EK. Huppert DD. Sissenwine M. (Eds.), *Global Trends: Fisheries Management*. American Fisheries Society (20):40–49
- Pauly D. Christensen V, Dalsgaard J. Froese R. Torres Jr. F.C. 1998. Fishing down the food webs. *Science.* 279, 860–863.

- Pérez-Jiménez JC, Méndez-Loeza I, Cu-Salazar N. 2012. TECHNICAL REPORT No. 1 Current status of the shark fisheries in the Mexican Atlantic coast, with a review of successful management strategies for artisanal fisheries. Campeche.
- Pérez-Jiménez JC, Peña-Puch A, Méndez-Loeza I, Giard-Leroux A, Flores-Ramos EF, Rasgado-López JF. 2016. Las pesquerías artesanales de elasmobranchios como parte de sistemas pesqueros complejos en el sur del Golfo de México. *Cienc Pesq.* 24:113–124.
- Pérez-Ramírez M, Ponce-Díaz G, Lluch-Cota S. 2012. Ocean & Coastal Management The role of MSC certification in the empowerment of fishing cooperatives in Mexico : The case of red rock lobster co-managed fishery. *Ocean Coast. Manag.* 63:24–29.
- Poorten BT Van, Arlinghaus R, Daedlow K, Haertel-borer SS. 2011. Social-ecological interactions, management panaceas, and the Future of Wild Fish Populations. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 108:12554–12559.
- Ramos-Miranda J, Flores-Hernández D, Sosa-López E, López-Rocha JA, Arreguín-Sánchez F, Ramírez-González A. 2013. Manual de indicadores y metodología para la aplicación del enfoque ecosistémico en las pesquerías de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. RNIIPA, COFUPRO, UAC.
- Rife AN, Aburto-oropeza O, Hastings PA, Erisman B, Ballantyne F, Wielgus J, Sala E, Gerber L. 2013. Long-term effectiveness of a multi-use marine protected area on reef fish assemblages and fisheries landings. *J. Environ. Manage.* 117:276–283.
- Rivera-Arriaga E. 1998. The ecology, fisheries and oceanography program of the Gulf of Mexico (EPOMEX): An institution building effort. *Ocean Coast. Manag.* 40:87–92.
- Rodríguez-Quiroz G, Aragón-Noriega EA, Cisneros-Mata MA, Ortega-Rubio A. 2013. Fisheries and Biodiversity in the Upper Gulf of California, Mexico. *Oceanography* 13:281–296.
- SAGARPA-CONAPESCA. 2017. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2017. SAGARPA, CONAPESCA. Disponible en: https://www.conapescas.gob.mx/work/sites/cona/dgpppe/2017/ANUARIO_ESTADISTICO_2017.pdf

- Salas S, Chuenpagdee R, Seijo JC, Charles A. 2007. Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fish. Res.* 87:5–16.
- Salas S, Torres R. 1996. Factors affecting management in a Mexican fishery. En: Hancock DA, Smith DC, Grant A, Beumer JP. (Eds.), *Developing and Sustaining World Fisheries Resources. The State of Science and Management*. CSIRO, Australia. 767–771.
- SEMARNAT 2015. *Bitácora de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte*. 1–237.
- SEMARNAT. 2018. *Inventario de Ordenamiento Ecológicos Expedidos*.
- UNEP/GPA. 2006. *Ecosystem-based management: markers for assessing progress*. UNEP/GPA. La Haya. 1-49.
- Velez M, Adlerstein S, Wondolleck J. 2014. Fishers perceptions, facilitating factors and challenges of community-based no-take zones in the Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. *Mar. Policy* 45:171–181.
- Walker B, Carpenter S, Anderies J, Abel N, Cumming G, Janssen M, Lebel L, Norberg J, Peterson G, Pritchard R. 2002. Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecol.* 6(1):14.
- Wolff M. 2015. From sea sharing to sea sparing - Is there a paradigm shift in ocean management? *Ocean Coast. Manag.* 116:58–63.
- Worm B, Barbier E, Beaumont N, Duffy E, Folke C, Halpern B, Jackson JBC, Lotze HK, Micheli F, Palumbi S, et al. 2006. Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. *314:787–790*.
- Worm B, Hilborn R, Baum JK, Branch TA, Collie J, Costello C, Fogarty MJ, Fulton EA, Hutchings JA, Jennings S, et al. 2009. Rebuilding Global Fisheries. *Science*. 325:578–585.
- Zepeda-Domínguez J. 2016. *Sistemas socioecológicos pesqueros del noroeste de México [Tesis de Doctorado]*. CICIMAR-IPN.

Capítulo II

Angelina del Carmen Peña-Puch, Juan Carlos Pérez-Jiménez, Alejandro Espinoza-Tenorio. 2020.

Advances in the study of Mexican fisheries with the social-ecological system (SES) perspective and its inclusion in fishery management policy. (Ocean and Coastal Management, 185. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2019.105065)

El Colegio de La Frontera Sur (www.ecosur.mx), Av. Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, CP. 24500, Lerma, Campeche, México

Corresponding author: jcperez@ecosur.mx (J.C. Pérez-Jiménez).

Abstract

This study describes the progress of the use of the SES perspective and/or the consideration of users' participation in the scientific literature that study Mexican fisheries, and their inclusion in the fishery management policy. Since 2001, there have been 57 published investigations on 19 fisheries, mostly from the north Pacific ($n = 39$), focused mainly on the governance of SES of benthic fisheries, and from the southern Gulf of Mexico and the Caribbean Sea ($n = 14$), where Co-management and the spiny lobster fishery are the most studied. From 21 fisheries having a fishery management plan (FMP), only seven have an international sustainability standard, while another seven fisheries having a sustainability standard have no FMP. In addition, only nine fisheries, with literature that addresses the SES perspective and/or considers the user's participation (out of a total of 19), have a FMP and only four of those fisheries have a sustainability standard. This reflects a mismatch between the interests of the academic, fishery, and government sectors. The SES perspective has been stable in the academic research since 2012, and has been implemented for some fisheries through participatory management processes of international fishery standards; however, this perspective needs to be fully included in Mexican fishery management instruments (e.g., FMPs) and its implementation could be a primary goal for Mexican fishery policy.

Keywords: social-ecological system, ecosystem approach to fisheries, sustainable fisheries, sustainability standards, fishery policy.

Introduction

The sustainability of fisheries depends to some extent on the ability of the fishery management system to adjust fishing pressure to appropriate levels, however, there is no unique scientific standard to judge fisheries' sustainability, because sustainability must have a social-ecological perspective (Hilborn et al., 2015) and include ecosystem, social and economic indicators. Holistic approaches have been adopted for sustainable fishery policies (Pitcher et al., 2009), and academic efforts have used integral approaches which recognize that managed fisheries involve the life history of marine species as well as that of human beings (Espinoza-Tenorio et al., 2011b). Ostrom's (2009) framework for analyzing the sustainability of social-ecological systems (SES) is one of those approaches because fisheries are complex systems (FAO, 2015) which include social (governance system and users) and ecological (resource units and resource system) subsystems in mutual interaction. Thus, the study of the whole SES or one of the subsystems is required to advance toward sustainable fishery management approaches (FAO, 2015).

The ecosystem approach to fisheries (EAF) recommended for coastal fisheries of Latin America (Seijo et al., 2011; FAO, 2015), fully incorporates the SES perspective because it takes into account the knowledge and uncertainties of biotic, abiotic, and human components of ecosystems and their interactions (Garcia et al., 2003). FAO (2015) establishes that the EAF and co-management, as a kind of governance, are ideal to move towards fisheries' sustainability, and that is not possible to develop an EAF without the users' participation because humans and their cultural diversity are integral components of the ecosystems.

In this regard, co-management is the collaborative and participatory process of regulatory decision-making among user groups, government agencies, and research institutions. In co-management, the responsibility for management is decentralized and delegated to user-organizations (Jentoft et al., 1989). Governance is the process involving all governing actors that can be more or less organized and are typically interactive (Chuenpagdee and Jentoft, 2009), including political and administrative consensus, social organization, and social participation (Díaz de León et al., 2004). Hence, the governance

plays a strategic role for the achievement of the sustainability of complex fishery SES (FAO, 2015).

Historically, fisheries science has relied on the study of fish resource, which has led policies to consider only individual species or groups of species in the management units (FMU). The objective of this type of management is to achieve biological sustainability, leaving aside the objectives related to economic efficiency and social equity (Berkes, 2003), which sometimes ultimately results in biological unsustainability of the fishery. The fishery policy of Mexico is an example of this management regime because the National Fishing Chart (DOF, 2018) judges the fisheries' sustainability based only on the population status of the FMUs, excluding the status of the social subsystems.

Fisheries management in Mexico is governed by the General Law of Sustainable Aquaculture and Fisheries (LGPAS, by its Spanish acronym). Although there is no definition of fishery sustainability in LGPAS, the National Commission of Aquaculture and Fishing of Mexico (CONAPESCA, by its Spanish acronym) established that the fishing system needs a holistic vision taking into account biological, ecosystem, socioeconomic, and legal-administrative aspects (CONAPESCA, 2010). However, although this management perspective has been considered by CONAPESCA, its implementation has been only partial in relation to the challenges faced by Mexican fisheries (Espinoza-Tenorio et al., 2015).

In addition, Mexican fisheries management is a big challenge because small-scale fisheries account for about 97 % of the Mexican marine fleet (Fernández et al., 2011), and the conventional fishery management science traditionally used, lacks the methods to deal with the complexities of small-scale fisheries, which needs a different management regime beyond command-and-control measures, empowering fishers to self-organize and self-manage so they can learn and adapt (Berkes, 2003). Among the complexities of small-scale fisheries, Salas et al. (2011) established that the Latin American coastal fisheries are characterized by lacking solid governance structures, having incomplete knowledge, inadequate incentives and subsidies that stimulate overcapacity in certain periods, great uncertainty associated with stock fluctuations due to natural causes, the

growing demand for limited fishery resources, and lack of alternatives for coastal development.

The objective of this research is to assess the progress of the use of the SES perspective and/or consider user participation in the scientific literature that study Mexican fisheries. The research also addresses the incorporation of both elements in fisheries management plans (FMP), and the implementation of the participatory process in fisheries management through international standards.

Material and methods

Through a search in Scopus and Google Scholar databases, the scientific literature specialized in Mexican fisheries that use the SES perspective and/or consider user participation was identified. Studies with the SES perspective included those that use a transdisciplinary framework (SES approach and EAF) and those that use the SES concept (e.g., establish that fisheries are SES), but not a framework. Studies that consider users' participation included those that assess governance and those that recognize the existence of co-management. Literature that addressed only biological or ecological aspects, such as conventional stock assessments and literature that focused on the ecosystem trophic mass balance, were excluded from the analysis. This is because the objective of this research is to assess the progress in the study of Mexican fisheries with the SES perspective and/or the consideration of users' participation.

The literature was grouped by year and by the four fishing coastal regions established by the CONAPESCA. The subjects of study addressed by the selected literature were classified into four categories: SES, EAF, governance, and co-management. The four fishing coastal regions are: Region 1, North-Pacific (NP), including the states of Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa and Nayarit; Region 2, South-Central Pacific (SCP), including the states of Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca and Chiapas; Region 3, Western Gulf of Mexico (WGM), including the states of Tamaulipas and Veracruz; and Region 4, southern Gulf of Mexico and the Caribbean Sea (SGM-CS), including the states of Tabasco, Campeche, Yucatan and Quintana Roo) (CONAPESCA, 2010). An additional category covering all regions was added because some studies were conducted at a national level.

Fisheries included small-scale fisheries, medium to large-scale fisheries, or both. The small-scale fisheries (SSF) are characterized by fishing boats smaller than 10.50 m long, with or without an outboard motor, limited autonomy (maximum three fishing days), and with or without an ice-based storage system (DOF, 2007). On the other hand, the medium to large-scale fisheries (LSF) are characterized by fishing boats larger than 10.50 m, stationary motor, ample autonomy (more than five fishing days), large storage capacity, and the use of mechanic devices to set and recover the fishing gear (DOF, 2018).

A revision of the Mexican fisheries management plans (FMPs) was conducted in order to identify whether the SES perspective addressed in the literature has been incorporated within the strategic goals, the target objective, and through the concept of sustainability. The elaboration of the FMPs is coordinated by researchers from INAPESCA (National Aquaculture and Fisheries Institute) and sanctioned (officially approved) by CONAPESCA before publication. Every FMP included small-scale or medium to large-scale fisheries or both. The FMPs were described by year and coast (Pacific and Atlantic) because some include two regions. The region will be noted when an FMP includes a single region.

Finally, the Mexican fisheries with international sustainability standards were identified by year and region, and they were considered as examples of the implementation of management participatory process (e.g., co-management). The sustainability standards are the Marine Stewardship Council (MSC) and the Seafood Watch Program of Monterey Bay Aquarium (MBA); though they are different organizations fulfilling different roles (e.g., MSC emphasizes a more collaborative process among users). The MSC is used to assess if a fishery is well-managed and sustainable (www.msc.org) and MBA assesses the relative sustainability of wild-capture fisheries (Fisheries Standard Version F3.2). Both standards include as a key criterion for fishery management stakeholder inclusion. In addition, we identified those fisheries with a Fishery Improvement Project (FIP, 2018), which are “multi-stakeholder initiatives that aim to improve a fishery towards sustainability and MSC certification” (www.msc.org).

Results

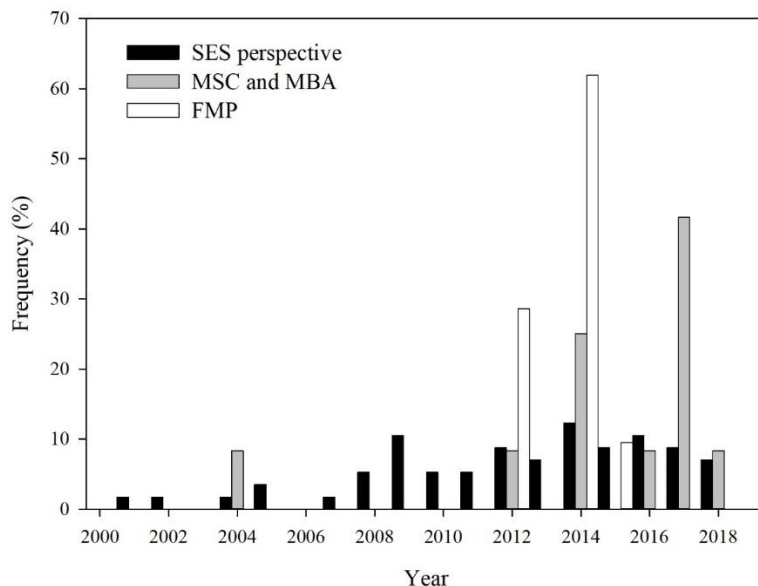
Of the 57 studies on Mexican fisheries with SES perspective or that consider user’s participation or both, Region 1 (NP) has 68.4 %, Region 4 (SGM-MC) 24.6 %, Region 2

(SCP) 1.8 %, and Region 3 (WGM) 1.8 %; the remaining 3.5 % comprises the global region (Appendix A). The studies included assessments of Multispecific and monospecific fisheries, but the latter has been carried out only in Region 1 (NP) and 4 (SGM-MC). In Region 1, most of the studies focused on the pen-shells (*Atrina tuberculosa* and *Pinna rugosa*), abalone (*Haliotis* spp.), and red lobster (*Panulirus interruptus*) fisheries, and in Region 4, most of the studies were conducted on the spiny lobster (*Panulirus argus*) fishery.

Annual frequency of the literature, FMPs and sustainability standards

The publication of the literature with SES perspective and/or that consider user’s participation (n = 57) began in 2001, however, 84 % has been published since 2009; and the period of publication of the FMPs (n =21) was 2012–2015, with 62 % published in 2014 and 28 % in 2012. The first Mexican fishery recognized with a sustainability standard was the red rock lobster fishery in 2004; later, in the period 2012–2018, another 13 fisheries have been certified, with the highest frequency in 2017 (n = 6) and 2014 (n = 3) (Fig. 2.1).

Fig. 2.1. Annual frequency (period 2001-2018) of the publication of literature with SES perspective and/or that consider user’s participation (n = 57), fishery management plans (n = 21) and international sustainability standards (MSC and MBA) (n = 12) for Mexican fisheries.



Subjects of study in the literature

In Region 1 (NP), 25 of the 39 studies explicitly consider fisheries as SES or assessed governance, although only 17 of them address both. The SES were analyzed together with co-management in three studies and with EAF in two studies. The co-management and EAF are addressed in ten and eight studies, respectively. The only study in Region 2 (SCP) addresses the EAF and co-management, and the study of Region 3 (WGM) addresses co-management. Of the 14 studies of Region 4 (SGM-MC), eight deal with co-management, six consider fisheries as SES, five assessed governance, and two addressed EAF (Table 2.1).

Table 2.1. Subjects of study related to the social-ecological system perspective and the consideration of user's participation addressed by the 57 studies by fishery regions. Regions: North-Pacific (NP); South-Central Pacific (SCP); Western Gulf of Mexico (WGM); southern Gulf of Mexico and the Caribbean Sea (SGM-CS); and in the four regions (FR).

Study issues	Regions				
	NP	SCP	WGM	SGM-CS	FR
Ecosystem approach to fisheries	8	1		2	1
Social-ecological systems	25			6	1
Governance	25			5	1
Co-management	10	1	1	8	2
Total of studies by region	39	1	1	14	2

Inclusion of the SES perspective and user's participation in Mexican fishery policy

In Mexico, there are 21 FMP, of which nine belong to the Mexican Pacific (Region 1 and 2) and 12 to the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea (Regions 3 and 4). Ten FMPs are for SSF, five for each coast; four FMPs are for LSF, one from the Pacific and three from the Atlantic; and seven FMPs are for fisheries with both SSF and LSF, three from the Pacific and four from the Atlantic (Table 2.2), although some of those fisheries include mainly LSF, such as seaweed and yellowfin tuna in the Pacific.

Table 2.2. Mexican Pacific and Atlantic fisheries for species or group of species by type of fishery, small-scale fishery (SSF) and medium to large-scale fisheries (LSF), having literature with the SES perspective and/or that consider the user's participation, fishery management plan (FMP) and sustainability standard (MSC and MBA) or fishery improvement project (FIP).

Fisheries	Type of fishery	Literature	FMP	Standard
Pacific				
Abalone (<i>Haliotis</i>)	SSF	✓		MBA
Barred sand bass (<i>Paralabrax nebulifer</i>)	SSF			FIP
Blue shrimp (<i>Litopenaeus stylirostris</i>)	SSF, LSF	✓		MBA, FIP
Black murex snail (<i>Hexaples nigritus</i>)	SSF	✓		
Brown and blue crab (<i>Callinectes</i>)	SSF	✓		MBA, FIP
Brown shrimp (<i>Farfantepenaeus californiensis</i>)	SSF, LSF	✓		MBA, FIP
Clam (<i>Panopea globosa</i>) from Sonora	SSF		✓	
Clam (<i>Panopea</i> spp) from Baja California	SSF		✓	FIP
Gulf corvina (<i>Cynoscion othonopterus</i>)	SSF	✓	✓	
Jumbo squid (<i>Dosidicus gigas</i>)	SSF, LSF	✓	✓	MBA, FIP
Ocean whitefish (<i>Caulolatilus princeps</i>)	SSF			FIP
Pen shell (<i>Atrina tuberculosa</i> , <i>Pinna rugosa</i>)	SSF	✓		
Red rock lobster (<i>Panulirus interruptus</i>)	SSF	✓		MSC, MBA
Red sea urchins (<i>Strongylocentrotus</i>)	SSF	✓	✓	
Scallops (<i>Spondylus calcifer</i>)	SSF	✓		
Seaweeds (<i>Chlorophyta</i>)	SSF, LSF		✓	MBA
Small pelagic (<i>Sardinops</i> , <i>Engraulis</i> , <i>Scomber</i>)	LSF		✓	MSC
Yellowfin tuna (<i>Thunnus albacares</i>)	SSF, LSF		✓	MSC
Yellowtail amberjack (<i>Seriola lalandi</i>)	SSF	✓		MBA, FIP
Whiteleg shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	SSF, LSF			MBA, FIP
White snook (<i>Centropomus viridis</i>)	SSF			FIP
Atlantic				
Blue swimming crab (<i>Callinectes sapidus</i>)	SSF			MBA, FIP
Brown* and white shrimp (<i>Farfantepenaeus aztecus</i> , <i>Litopenaeus setiferus</i>)	SSF, LSF	✓	✓	MBA*
Caribbean spiny lobster (<i>Panulirus argus</i>)	SSF, LSF	✓	✓	MBA, FIP

Conch (<i>Turbinella, Busycon, Pleuroploca, Lobatus, Strombus</i>)	SSF		✓	
Elasmobranchs	SSF, LSF	✓		
Mulletts (<i>Mugil cephalus, Mugil curema</i>)	SSF		✓	
Octopus (<i>Octopus maya, Octopus vulgaris</i>)	SSF, LSF	✓	✓	
Pink shrimp (<i>Farfantepenaeus duorarum</i>)	LSF		✓	
Red and black grouper (<i>Ephinephelus, Mycteroperca</i>)	SSF, LSF	✓	✓	FIP
Red and rock shrimps (<i>Farfantepenaeus, Sicyonia</i>)	LSF		✓	
Red snapper (<i>Lutjanus campechanus</i>)	SSF, LSF	✓		
Sea cucumber (<i>Isostichopus, Holothuria</i>)	SSF	✓	✓	
Seabob shrimp (<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>)	SSF		✓	
Snook (<i>Centropomus undecimalis</i>)	SSF		✓	
Yellowfin tuna (<i>Thunnus albacares</i>)	LSF			

A concept of sustainability was found in 15 FMPs published in 2014 and 2015, three from the Pacific (brown and blue crabs, jumbo squid, and yellowfin tuna) and all from the Atlantic. These FMPs indicate that the sustainability of the fishery should be socially acceptable, economically and politically viable, environmentally friendly, and in a context of equity for present and future generations. Although, none of the FMPs explicitly considers the fisheries as SES nor uses the EAF, in the concept of sustainability is implicit the SES perspective. However, in the glossary of six FMPs from the Atlantic (octopus, pink shrimp, red grouper, sea cucumber, seabob shrimp, and spiny lobster), sustainability is established based only on the ecological perspective, just as the existence of equilibrium between the species and its environment. The FMP for small pelagic fishes (Pacific) is the only one that recognizes the existence of co-management, and the FMP for spiny lobster (from the Atlantic) mentions the assessment of governance through the MSC certification process.

In addition, the 15 FMPs mentioned above, have a strategic goal and a target objective, which integrate SES attributes. All these plans have the same strategic goal that states that fisheries should have a balanced social environment (stable or improved social environment and improved social benefit are other examples mentioned). In the target objective, the expectation of co-management in eight of these FMPs is inferred; and in only two FMPs (for the mullets and brown, and white shrimp fisheries), is it explicitly

mentioned. It is also expected the adaptive management in five FMPs; the use of environmental and social indicators in four FMPs; and biological, ecological, social, and economic development, and a fishing sector with self-management capacity in one FMP each one (Table 2.3).

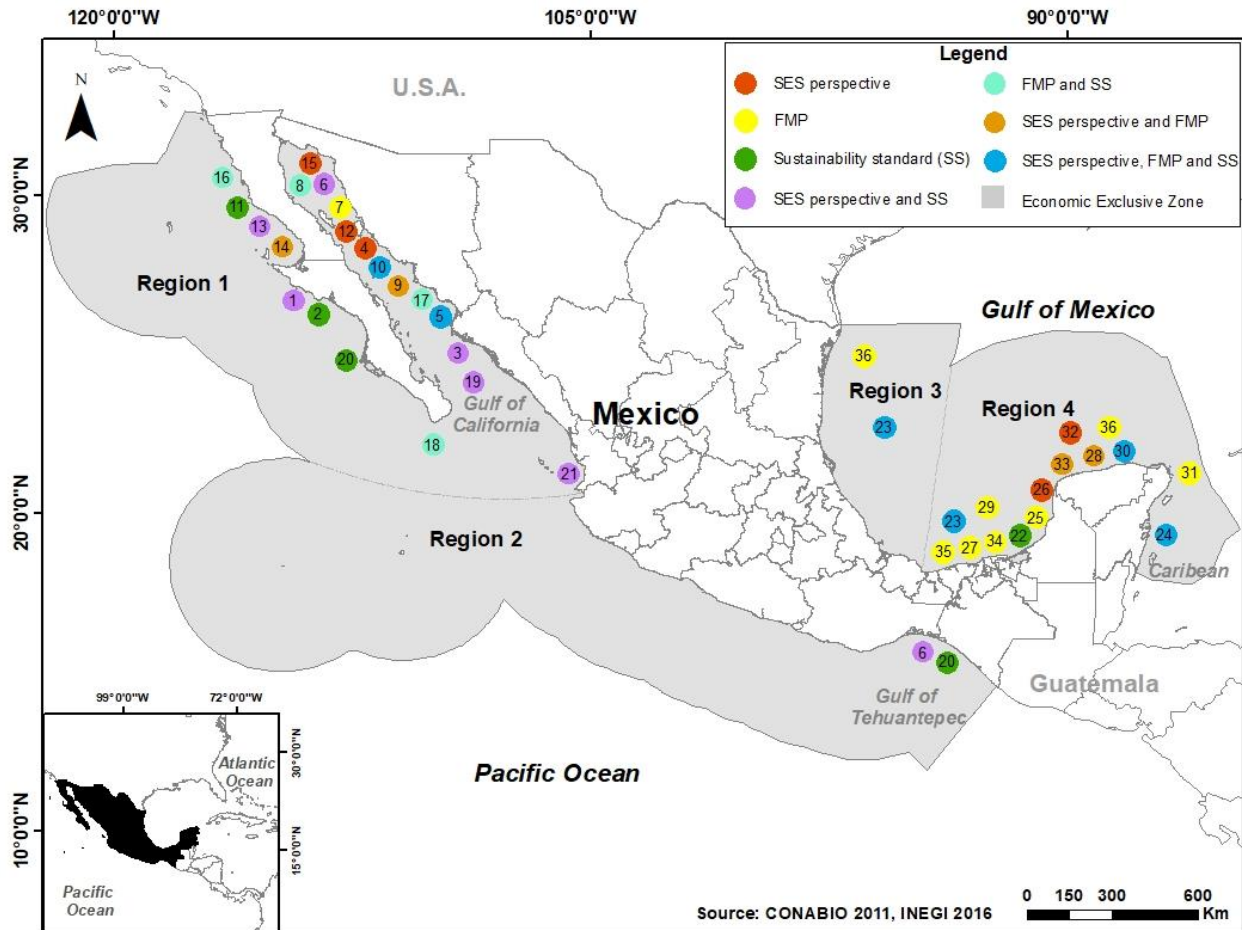
Table 2.3. Social-ecological system (SES) perspective attributes in the strategic goals and target objective of fishery management plans (PMP) by littoral in Mexico (Pacific and Atlantic).

Attributes related to SES perspective	Pacific	Atlantic
Balanced social environment	3	12
Co-management	3	7
Adaptive management	1	4
Environmental and social indicators		4
Biological, ecological, social and economic development		1
Fishing with self-management capacity		1

International standards, FMPs, and literature with SES perspective

There are 14 Mexican fisheries with sustainability standards of MSC or MBA or both; 79 % of these fisheries are from the Pacific and the rest from the Atlantic. The red rock lobster (Region 1) fishery is the only one that has MSC and MBA certifications; the fisheries for small pelagic fishes and yellowfin tuna (Pacific) have MSC certification, and the fisheries for abalone and seaweeds (Region 1) and brown shrimp (Atlantic) have MBA certification. The fisheries for blue, brown and white shrimps, brown and blue crabs, jumbo squid, the yellowtail amberjack (all from Region 1), blue swimming crab, and the Caribbean spiny lobster (from Region 4) have MBA recognition and FIP. Most of the 14 fisheries with a sustainability standard, and the five fisheries with FIP are concentrated in Region 1 (NP) and Region 4 (SGM-CS) (Fig. 2.2, Table 2.2), which correlates with higher efforts in the use of the SES perspective and/or the consideration of user's participation in the study of Mexican fisheries.

Fig. 2.2. Mexican fisheries by species or group of species by region having literature with the SES perspective (also include those that consider the user's participation), fishery management plan (FMP), sustainability standard (SS) or a combination of them.



Different colors are used to identify the fisheries with an element or a combination of elements. Number in circles correspond to the fisheries of 1: Abalone (*Haliotis*); 2: Barred sand bass (*Paralabrax nebulifer*); 3: Blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*); 4: Black murex snail (*Hexaples nigritus*); 5: Brown and blue crab (*Callinectes*); 6: Brown shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*); 7: Clam (*Panopea globosa*); 8: Clam (*Panopea*); 9: Gulf corvina (*Cynoscion othonopterus*); 10: Jumbo squid (*Dosidicus gigas*); 11: Ocean whitefish (*Caulolatilus princeps*); 12: Pen shell (*Atrina tuberculosa*, *Pinna rugosa*); 13: Red rock lobster (*Panulirus interruptus*); 14: Red sea urchins (*Strongylocentrotus*); 15: Scallops (*Spondylus calcifer*); 16: Seaweeds (*Chlorophyta*); 17: Small pelagic (*Sardinops*, *Engraulis*, *Scomber*); 18: Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*); 19: Yellowtail amberjack

(*Seriola lalandi*); 20: Whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*); 21: White snook (*Centropomus viridis*); 22: Blue swimming crab (*Callinectes sapidus*); 23: Brown and white shrimp (*Farfantepenaeus aztecus*, *Litopenaeus setiferus*); 24: Caribbean spiny lobster (*Panulirus argus*); 25: Conch (*Turbinella*, *Busycon*, *Pleuroploca*, *Lobatus*, *Strombus*); 26: Elasmobranchs; 27: Mulletts (*Mugil cephalus*, *Mugil curema*); 28: Octopus (*Octopus maya*, *Octopus vulgaris*); 29: Pink shrimp (*Farfantepenaeus duorarum*); 30: Red and black grouper (*Ephinephelus*, *Mycteroperca*); 31: Red and rock shrimps (*Farfantepenaeus*, *Sicyonia*); 32: Red snapper (*Lutjanus campechanus*); 33: Sea cucumber (*Isostichopus*, *Holothuria*); 34: Seabob shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri*); 35: Snook (*Centropomus undecimalis*); 36: Yellowfin tuna (*Thunnus albacares*).

Five fisheries from the Pacific with FMP also have a sustainability standard (three with MBA and two with MSC), and the red rock lobster fishery has MSC and MBA, but no FMP. In the Atlantic, only two fisheries with FMP have a sustainability standard (MBA), the brown shrimp and the Caribbean spiny lobster fisheries. One fishery from the Pacific and another from the Atlantic with FMP also have FIP. In addition, three and nine fisheries from the Pacific and Atlantic, respectively, have FMP and no sustainability standards or FIP. Finally, the fisheries for the barred sand bass, the clam from Baja California, the ocean whitefish, white snook (all from Region 1), and the red and black groupers (Region 4) have an FIP. There are only four fisheries having literature that addressed the SES perspective, FMP, and a sustainability standard—two from the Pacific, the brown and blue crab, and jumbo squid fisheries, and two from the Atlantic, the brown shrimp, and Caribbean spiny lobster fisheries (Fig. 2.2, Table 2.2). Finally, the literature with SES perspective or that consider the user’s participation or both has been conducted for ten SSF and for nine fisheries with both SSF and LSF.

Discussion

The production of literature with the SES perspective or that consider the user’s participation or both for Mexican fisheries has stabilized since 2012. Most of the Mexican FMPs have included aspects of the SES perspective, and several fisheries have sustainability standards; however, there is a mismatch in the fishing resources selected

in the production of literature, the elaboration of FMPs and the implementation of management participative processes through sustainability standards.

The highest concentration of literature with the SES perspective and/or that consider user's participation is found in the Mexican North Pacific, followed at a lesser degree by the southern Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. Historically, the North Pacific is the most important in terms of marine resources (OCDE, 2007; SAGARPA, 2017), and has research capacities to support integral approaches (Espinoza-Tenorio et al., 2011a). For this reason, the generation of data on marine SES is concentrated in this region (Palacios-Abrantes et al., 2019).

In addition, fishers organizations of the North Pacific have been collaborating with academic institutions and Civil Society Organizations (CSOs) to conduct investigations (Ponce Díaz et al., 2009; McCay et al., 2014). Also, CSOs have significantly influenced key attributes of multi-scale governance, mainly in the Gulf of California, such as institutional scale representation, cooperative management, and collective action (Espinoza-Romero et al., 2014). At the beginning of the 2000s, the consolidation of the CSOs in the northwest of Mexico took place and that is when some fishery certifications (e.g., MSC) processes started being supported by these organizations (Cisneros-Montemayor and Cisneros-Mata, 2018).

In the north Pacific and the Caribbean Sea, there are some fisheries (e.g., pen-shell, abalone, and spiny lobster fisheries) which attract the attention of academics who use the SES perspective. However, more interdisciplinary research efforts are required to increase the understanding of social-ecological fishery systems from other fishery regions and other relevant fishery resources, such as mono-specific fisheries (e.g., Mayan octopus in the southern Gulf of Mexico) or multi-specific fisheries (e.g., teleost and elasmobranch fisheries) that are relevant to regional fishery systems. In this regard, Palacios-Abrantes et al. (2019) suggest that resources to support more marine research and/or enhance collaboration in knowledge exchange between institutions are needed to generate data on marine SES for the central-south Pacific and western Gulf of Mexico regions. Nevertheless, in the present study, advances are perceived with respect to the scenario described by Espinoza-Tenorio and Espejel (2012) in which no interdisciplinary

research was identified, along with a lack of research on fishery policy and little research on the type of organizations involved in fishery management.

The research with the SES perspective is a methodological improvement for assessing the sustainability potential of fisheries as proposed by Berkes (2003), and it is useful to improve policies and strategies for resource management (Berkes and Folke, 1998). However, even though the production of literature on fisheries with the SES perspective in Mexico is stable, it seems that the disconnection between academic production and the provision of decision-relevant information to policy makers as described by Leenhardt et al. (2015) is happening, which hinders the implementation of management approaches based on that research. In fact, a holistic management approach has rarely been implemented in Mexico, for example, to diminish the conflict between conservation measures and fisheries (Espinoza-Tenorio et al., 2010).

The FMPs are instruments of Mexican fishery policy; however, they are few ($n = 21$) compared to around 61 fisheries included in the National Fishing Chart (DOF, 2012; DOF, 2018). FMPs are enhanced for resources with high economic profitability and/or in which the decrease of their populations has generated serious impacts on the fishery system (e.g., sea cucumber fishery). In the target objective and strategic goals of the FMPs, SES aspects are included, with the balanced social environment as the most frequently mentioned ($n = 15$), which is closely related to the fishers' welfare (e.g., capacitation, alternative employment, infrastructure). Co-management is explicitly mentioned only in two FMPs (for the mullets and brown, and white shrimp fisheries) and its expectation in eight FMPs is inferred through the active participation of all actors in the management process of the fishery. The co-management could be included in all FMPs, and its implementation could be a primary goal for fishery policy because according to Cinner et al. (2012), co-management can help to the sustainability of fisheries, even in the social-ecological contexts most susceptible to failure such as small-scale coastal fisheries.

The FMPs lack the assessment of fisheries governance, which is essential to sustainable fisheries management, especially in SSF (Espinoza-Romero et al., 2014). Hilborn (2007) and Hilborn et al. (2005) established that the key to sustainability of a fishery is good governance through the establishment of appropriate institutions, including a reward

system, so that the individual welfare of users, managers, and scientists is maximized by actions that contribute to a socially desirable outcomes. Thus, a major effort is required in Mexico to assess governance and incorporate good governance as a key element in the FMPs.

The process of international sustainability standards is helping to incorporate SES elements into fishery management in Mexico. For example, MSC certification is an emerging mechanism for encouraging sustainable fishing, and has had a positive impact on fisher's cooperatives and gained international recognition for the Mexican fishery policy; although, benefits of MSC certification (e.g., empowerment) could not be repeated in many fisheries, like in the Mexican red rock lobster, if they do not have co-management, community-based objectives, and strong organization (Pérez-Ramírez et al., 2012a). In fact, few Mexican fisheries are likely to seek MSC certification because the challenges of implementation may be especially difficult to achieve for SSF (Pérez-Ramírez et al., 2012b). This is probably true for Latin America and other developing countries worldwide, where the factors for the low participation in certification initiatives are the lack of information about the fisheries, lack of fishing property rights, market characteristics, costs generated by the process of certification, and lack of local market interests to pay for certified products (Pérez-Ramírez and Lluch-Cota, 2010). However, regardless of the certification process that some fisheries achieve, Mexican fishery policy could incorporate the SES perspective in its fishery management instruments (e.g., FMPs), to move toward sustainable fishery management approaches.

It is concluded that in the last decade there was a stable production of literature with the SES perspective, that has been partially included in the Mexican fishery policy through the FMPs and implemented through a participative process through international sustainability standards. However, there is a mismatch between the interest of the academic, fishery and government sectors, and there are still many fisheries that need to be included in this trend of the use of the SES perspective to improve their assessment and management. However, the use of this perspective is not enough to guarantee the sustainable management of the fisheries, because it is necessary to adjust the interactions between the components of the SES to maintain its operation.

Acknowledgments

We want to thank G. Williams-Jara who make Fig. 2.2. Also, we express our gratitude to the anonymous reviewers whose comments helped us improve our original manuscript. This study is part of the first author's doctoral dissertation supported by CONACYT postgraduate grant 274360.

References

- Berkes, F., 2003. Alternatives to conventional management: Lessons from small-scale fisheries. *Environ.* 31, 5–20.
- Berkes, F., Folke, C., 1998. *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press., Nueva York, USA.
- Chuenpagdee, R., Jentoft, S., 2009. Governability assessment for fisheries and coastal systems: A reality check. *Hum. Ecol.* 37, 109–120. <https://doi.org/10.1007/s10745-008-9212-3>
- Cinner, J.E., McClanahan, T.R., MacNeil, M.A., Graham, N.A.J., Daw, T.M., Mukminin, A., Feary, D.A., Rabearisoa, A.L., Wamukota, A., Jiddawi, N., Campbell, S.J., Baird, A.H., Januchowski-Hartley, F.A., Hamed, S., Lahari, R., Morove, T., Kuange, J., 2012. Comanagement of coral reef social-ecological systems. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 109, 5219–5222. <https://doi.org/10.1073/pnas.1121215109>
- Cisneros-Montemayor, A.M., Cisneros-Mata, M.A., 2018. A medio siglo de manejo pesquero en el noroeste de México, el futuro de la pesca como sistema socio ecológico. *Relac. Estud. Hist. y Soc.* 153, 99–127. <https://doi.org/10.24901/rehs.v39i153.392>
- CONAPESCA, 2010. *Políticas de ordenamiento para la Pesca y Acuicultura Sustentables, en el marco de Programa Rector de Pesca y Acuicultura*. SAGARPA, México, D. F.
- Díaz-de-León, A., Fernández, J.I., Álvarez-Torres, P., Ramírez-Flores, O., López-Lemus, L.G., 2004. The sustainability of the Gulf of Mexico's fishing grounds, In: Caso, M., Pisanty, I., Ezcurra, E. (Eds.), *Instituto Nacional de Ecología (English translation edited by Withers K., Nipper M. (2007) Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, Texas A&M University-Corpus Christi, TX, USA, pp 457–467.*
- DOF, 2018. *Carta Nacional Pesquera, SAGARPA. Diario Oficial de la Federación, SAGARPA.*

- DOF, 2012. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación, SAGARPA.
- DOF, 2007. Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 2007. Última reforma publicada DOF 19-01-2018. Diario Oficial de la Federación, México.
- Espinosa-Romero, M.J., Rodríguez, L.F., Hudson, A., Villanueva-Aznar, C., Torre, J., 2014. The changing role of NGOs in Mexican small-scale fisheries: From environmental conservation to multi-scale governance. *Mar. Policy* 50, 290–299. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.07.005>
- Espinoza-Tenorio, A., Espejel, I., 2012. Investigación sobre el manejo holístico de la pesca en México: Prioridades gubernamentales para el siglo XXI. *Cienc. Pesq.* 20, 91–96.
- Espinoza-Tenorio, A., Espejel, I., Wolff, M., 2015. From adoption to implementation? An academic perspective on Sustainable Fisheries Management in a developing country. *Mar. Policy* 62, 252–260. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.09.001>
- Espinoza-Tenorio, A., Espejel, I., Wolff, M., 2011a. Capacity building to achieve sustainable fisheries management in Mexico. *Ocean Coast. Manag.* 54, 731–741. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.07.001>
- Espinoza-Tenorio, A., Espejel, I., Wolff, M., Zepeda-Domínguez, J.A., 2011b. Contextual factors influencing sustainable fisheries in Mexico. *Mar. Policy* 35, 343–350. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.10.014>
- Espinoza-Tenorio, A., Montaña-Moctezuma, G., Espejel, I., 2010. Ecosystem-based analysis of a marine protected area where fisheries and protected species coexist. *Environ. Manage.* 45, 739–750. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9451-0>
- FAO, 2015. Enfoque ecosistémico pesquero. Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina, por Omar Defeo. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 592. Roma, Italia.
- Fernández, J.I., Álvarez-Torres, P., Arreguín-Sánchez, F., López-Lemus, L.G., Ponce, G., Díaz-de-León, A., Arcos-Huitrón, E., del Monte-Luna, P., 2011. Coastal fisheries of

- Mexico, In: Coastal Fisheries of Latin America and the Caribbean. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 544. FAO, Rome, pp. 231–284.
- FIP, 2018. Proyectos de mejora pesquera [WWW Document]. URL <https://fisheryprogress.org> (accessed 10.1.18).
- García, S.M., Zerbi, A., Aliaume, C., Do Chi, T., Lasserre, G., 2003. The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook. FAO fisheries technical paper. No. 443. FAO, Rome. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2010.00358.x>
- Hilborn, R., 2007. Moving to sustainability by learning from successful fisheries. *Ambio A J. Hum. Environ.* 36, 296–303. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[296:MTSBLF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[296:MTSBLF]2.0.CO;2)
- Hilborn, R., Fulton, E.A., Green, B.S., Hartmann, K., Tracey, S.R., Watson, R.A., 2015. When is a fishery sustainable? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 72, 1433–1441. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2015-0062>
- Hilborn, R., Orensanz, J.M., Parma, A.M., 2005. Institutions, incentives and the future of fisheries. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 360, 47–57. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1569>
- Jentoft, S., 1989. Fisheries co-management: delegating government responsibility to fishermen's organizations. *Mar. Policy* 13, 137–154.
- Leenhardt, P., Teneva, L., Kininmonth, S., Darling, E., Cooley, S., Claudet, J., 2015. Challenges, insights and perspectives associated with using social-ecological science for marine conservation. *Ocean Coast. Manag.* 115, 49–60. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.04.018>
- McCay, B.J., Micheli, F., Ponce-Díaz, G., Murray, G., Shester, G., Ramirez-Sanchez, S., Weisman, W., 2014. Cooperatives, concessions, and co-management on the Pacific coast of Mexico. *Mar. Policy* 44, 49–59. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.08.001>

- OCDE, 2007. Política Agropecuaria y Pesquera en México: Logros Recientes, Continuación de las Reformas. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- Ostrom, E., 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science* 325, 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Palacios-Abrantes, J., Cisneros-Montemayor, A.M., Cisneros-Mata, M.A., Rodríguez, L., Arreguín-Sánchez, F., Aguilar, V., Domínguez-Sánchez, S., Fulton, S., López-Sagástegui, R., Reyes-Bonilla, H., Rivera-Campos, R., Salas, S., Simoes, N., Cheung W.W.L., 2019. A metadata approach to evaluate the state of ocean knowledge: Strengths, limitations, and application to Mexico. *PLOS One* 14, e0216723. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216723>
- Pérez-Ramírez M, Lluch-Cota S., 2010. Fisheries certification in Latin America: Recent issues and perspectives. *Interciencia*. 35, 855–861.
- Pérez-Ramírez, M., Phillips, B., Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, S., 2012a. Perspectives for implementing fisheries certification in developing countries. *Mar. Policy* 36, 297–302. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.06.013>
- Pérez-Ramírez, M., Ponce-Díaz, G., Lluch-Cota, S., 2012b. The role of MSC certification in the empowerment of fishing cooperatives in Mexico: The case of red rock lobster co-managed fishery. *Ocean Coast. Manag.* 63, 24–29. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.03.009>
- Pitcher, T.J., Kalikoski, D., Short, K., Varkey, D., Pramod, G., 2009. An evaluation of progress in implementing ecosystem-based management of fisheries in 33 countries. *Mar. Policy* 33, 223–232. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2008.06.002>
- Ponce Díaz, G., Weisman, W., Mccay, B., 2009. Co-Responsibility and Participation in Fisheries Management in Mexico: Lessons From Baja California Sur. *Pesca y Conserv.* 1, 1–9.
- SAGARPA, 2017. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2017 de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. SAGARPA, CONAPESCA.

Salas, S., Chuenpagdee, R., Charles, A., Seijo, J.C., 2011. Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean region: issues and trends. In: Coastal Fisheries of Latin America and the Caribbean. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 544. FAO, Rome, pp. 1–12.

Seijo, J., Charles, A., Chuenpagdee, R., Salas, S., 2011. Toward sustainability for coastal fisheries of Latin America and the Caribbean: effective governance and healthy ecosystems, In: Coastal Fisheries of Latin America and the Caribbean. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 544. FAO, Rome, pp. 403–421.

Supplementary Material

Advances in the study of Mexican fisheries with the social-ecological system (SES) perspective and its inclusion in fishery management policy

Ocean and Coastal Management journal

Angelina del Carmen Peña-Puch, Juan Carlos Pérez-Jiménez, Alejandro Espinoza-Tenorio

El Colegio de La Frontera Sur (www.ecosur.mx), Av. Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, CP. 24500, Lerma, Campeche, México.

Corresponding author: jcperez@ecosur.mx (J.C. Pérez-Jiménez).

Appendix A. Literature that addresses the social-ecological system (SES) perspective and/or the consideration of user's participation of fisheries in Mexico (n = 57). The number of studies by region is showed after the region name. Study issue: EAF is ecosystem approach to fisheries. Type of fishery: SSF are small-scale fisheries and LSF are medium to large scale-fisheries. Species studied: when the study is focused on multiple species or the species or group of species are not specified it was classified as fishing resources.

Reference	Study issue	Type of fishery	Species studied
Region 1 (North-Pacific) = 39			
Leiva and Castilla (2002)	Co-management	SSF	Abalone (<i>Haliotis</i> ssp)
Arreguín-Sánchez et al. (2004)	SES	SSF	Fishing resources
Basurto (2005)	Governance	SSF	Pen shells (<i>Atrina tuberculosa</i> and <i>Pinna rugosa</i>)
Basurto (2008)	SES Governance	SSF	Pen shells (<i>Atrina tuberculosa</i> and <i>Pinna rugosa</i>)
Basurto and Ostrom (2009)	SES Governance	SSF	Pen shells (<i>Atrina tuberculosa</i> and <i>Pinna rugosa</i>), rock scallop (<i>Spondylus calcifer</i>) and black murex snails (<i>Hexaplex nigritus</i>)

Bueno and Basurto (2009)	SES	SSF	Pen shells (<i>Atrina tuberculosa</i> and <i>Pinna rugosa</i>)
Cudney-Bueno and Basurto (2009)	Governance	SSF	Rock scallop (<i>Spondylus calcifer</i>) and black murex snails (<i>Hexaplex nigritus</i>)
Cudney-Bueno et al. (2009)	SES Governance	Both	Fishing resources
Ponce Díaz et al. (2009)	Co-management	SSF	Abalone (<i>Haliotis</i> spp) and red lobster (<i>Panulirus interruptus</i>)
Ramirez-Sanchez and Pinkerton (2009)	SES	SSF	Fishing resources
Basurto and Coleman (2010)	SES Governance	SSF	Pen shells (<i>Atrina tuberculosa</i> and <i>Pinna rugosa</i>)
Espinoza-Tenorio et al. (2010)	EAF	Both	Fishing resources
Cinti et al. (2010)	Governance	SSF	Sea cucumber (<i>Isostichopus fuscus</i> Rock), rock scallop (<i>Spondylus calcifer</i>), lobster (<i>Panulirus</i> spp), groupers (<i>Mycteroperca</i> spp.), snappers (<i>Hoplopagrus guentherii</i>), pen shells (<i>Atrina tuberculosa</i> and <i>Pinna rugosa</i>), black murex snails (<i>Hexaplex nigritus</i>), and octopus (<i>Octopus</i> spp)
Sievanen et al. (2012)	EAF	Both	Shrimp fisheries and marine resources
Basurto et al. (2012)	SES Governance	SSF	Pen shells (<i>Atrina tuberculosa</i> and <i>Pinna rugosa</i>)
Cinner et al. (2012)	SES Governance	SSF	Pen shells (<i>Atrina tuberculosa</i> and <i>Pinna rugosa</i>)
Moreno-Báez et al. (2012)	EAF	Both	Fishing resources
Pérez-Ramírez et al. (2012)	Co-management	SSF	Red lobster (<i>Panulirus interruptus</i>)
Basurto et al. (2013a)	SES Governance	SSF	Teleost fishes
Basurto et al. (2013b)	SES Governance	SSF	Pen shells (<i>Atrina tuberculosa</i> and <i>Pinna rugosa</i>), rock scallop (<i>Spondylus calcifer</i>) and black murex snails (<i>Hexaplex nigritus</i>)

Duer-Balkind et al. (2013)	SES	SSF	Pen shells (<i>Atrina tuberculosa</i> and <i>Pinna rugosa</i>)
Cinti et al. (2014)	SES Governance	SSF	Fishing resources
Espinosa-Romero et al. (2014a)	Governance Co-management	SSF	Swimming crab (<i>Callinectes bellicosus</i> and <i>C. arcuatus</i>), Gulf weakfish (<i>Cynoscion othonopterus</i>) and fishing resources
Espinosa Romero et al. (2014b)	SES Governance EAF	SSF	Fishing resources
Foley and McCay (2014)	SES Governance	SSF	Red lobster (<i>Panulirus interruptus</i>)
McCay et al. (2014)	SES Governance Co-management	SSF	Fishing resources
Morzaria-Luna et al. (2014)	SES EAF	Both	Fishing resources
Finkbeiner and Basurto (2015)	Governance Co-management	SSF	Red lobster (<i>Panulirus interruptus</i>) and abalone (<i>Haliotis</i> ssp)
Finkbeiner (2015)	SES Governance	SSF	Fishing resources
Leslie et al. (2015)	SES Governance EAF	SSF	Fishing resources
Basurto et al. (2016)	Governance	SSF	Fishing resources
Marín-Monroy and Ojeda-Ruiz de la Peña (2016)	SES	SSF	Fishing resources
Nenadovic et al. (2016)	SES Governance	SSF	Fishing resources
Lindkvist et al. (2017)	SES Governance	SSF	Fishing resources

Karr et al. (2017)	Governance Co-management	SSF	Gulf weakfish (<i>Cynoscion othonopterus</i>) and fishing resources
Pérez-Alarcón et al. (2017)	Governance Co-management EAF	SSF	Fishing resources
Rocchi et al. (2017)	SES EAF	SSF	Fishing resources
Álvarez et al. (2018)	SES Co-management	SSF	Red lobster (<i>Panulirus interruptus</i>), abalone (<i>Haliotis</i> spp), and sea urchin (<i>Strongylocentrotus franciscanus</i>)
Cisneros-Montemayor and Cisneros-Mata (2018)	SES Governance Co-management	Both	Fishing resources
(Espinoza-Tenorio et al. 2013)	Co-management EAF	SSF	Fishing resources
Jiménez-Badillo (2008)	Co-management	SSF	Fishing resources
Castilla and Defeo (2001)	Co-management	SSF	Spiny lobster (<i>Panulirus argus</i>)
Defeo and Castilla (2005)	Co-management	SSF	Spiny lobster (<i>Panulirus argus</i>)
Seijo (2007)	Co-management EAF	SSF	Spiny lobster (<i>Panulirus argus</i>)
Rodríguez-Martínez (2008)	Co-management	SSF	Fishing resources
Chuenpagdee (2011)	SES Governance Co-management	SSF	Fishing resources
Pedroza and Salas (2011)	SES	Both	Red grouper (<i>Ephinephelus morio</i>), octopus (<i>Octopus maya</i> , and <i>O. vulgaris</i>), and spiny lobster (<i>Panulirus argus</i>)
Velez et al. (2014)	Co-management	SSF	Spiny lobster (<i>Panulirus argus</i>)

Méndez-Medina et al. (2015)	Governance	SSF	Spiny lobster (<i>Panulirus argus</i>)
Bennett (2016)	Governance	SSF	Fishing resources
Defeo et al. (2016)	SES	SSF	Spiny lobster (<i>Panulirus argus</i>)
	Governance		
Pérez-Jiménez et al. (2016)	Co-management		
	SES	SSF	Elasmobranchs
Kaplan-Hallam et al. (2017)	EAF		
	SES	SSF	Sea cucumber (<i>Isostichopus badconotus</i> and <i>Holothuria floridana</i>)
Ayer et al. (2018)	SES	SSF	Spiny lobster (<i>Panulirus argus</i>)
Bennett and Basurto (2018)	Co-management		
	Governance	SSF	Sea cucumber (<i>Isostichopus badconotus</i> and <i>Holothuria floridana</i>)
<i>Global region = 2</i>			
Espinoza-Tenorio et al. (2011)	Co-management	Both	Fishing resources
	EAF		
Espinoza-Tenorio et al. (2015)	SES	Both	Fishing resources
	Governance		
	Co-management		

References

- Álvarez, P., Delgado, C., Seingier, G., Espejel, I., 2018. Historia ambiental del comanejo adaptativo en dos regiones pesqueras del noroeste mexicano. *Relac. Estud. Hist. y Soc.* 39, 1–12. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24901/rehs.v39i153.390>
- Arreguín-Sánchez, F., Hernández-Herrera, A., Ramírez-Rodríguez, M., Pérez-España, H., 2004. Optimal management scenarios for the artisanal fisheries in the ecosystem of la Paz Bay, Baja California Sur, Mexico. *Ecol. Modell.* 172, 373–382. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.09.018>
- Ayer, A., Fulton, S., Caamal-Madrigal, J.A., Espinoza-Tenorio, A., 2018. Halfway to sustainability: Management lessons from community-based, marine no-take zones in the Mexican Caribbean. *Mar. Policy* 93, 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.03.008>
- Basurto, X., 2008. Biological and ecological mechanisms supporting marine self-governance: The Seri Callo de Hacha Fishery in Mexico. *Ecol. Soc.* 13. <https://doi.org/10.5751/ES-02587-130220>
- Basurto, X., 2005. How Locally Designed Access and Use Controls Can Prevent the Tragedy of the Commons in a Mexican Small-Scale Fishing Community How Locally Designed Access and Use Controls Can Prevent the Tragedy of the Commons in a Mexican Small-Scale Fishing Community. *Soc. Nat. Resour.* 18, 643–659. <https://doi.org/10.1080/08941920590959631>
- Basurto, X., Bennett, A., Weaver, A.H., Rodriguez-Van Dyck, S., Aceves-Bueno, J.S., 2013a. Cooperative and noncooperative strategies for small-scale fisheries' self-governance in the globalization era: Implications for conservation. *Ecol. Soc.* 18. <https://doi.org/10.5751/ES-05673-180438>
- Basurto, X., Blanco, E., Nenadovic, M., Vollan, B., 2016. Integrating simultaneous prosocial and antisocial behavior into theories of collective action. *Sci. Adv.* 2, e1501220. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1501220>

- Basurto, X., Cinti, A., Bourillón, L., Rojo, M., Torre, J., Weaver, A.H., 2012. The Emergence of Access Controls in Small-Scale Fishing Commons: A Comparative Analysis of Individual Licenses and Common Property-Rights in Two Mexican Communities. *Hum. Ecol.* 40, 597–609. <https://doi.org/10.1007/s10745-012-9508-1>
- Basurto, X., Coleman, E., 2010. Institutional and ecological interplay for successful self-governance of community-based fisheries. *Ecol. Econ.* 69, 1094–1103. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.12.001>
- Basurto, X., Gelcich, S., Ostrom, E., 2013b. The social-ecological system framework as a knowledge classificatory system for benthic small-scale fisheries. *Glob. Environ. Chang.* 23, 1366–1380. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.08.001>
- Basurto, X., Ostrom, E., 2009. Beyond the Tragedy of the Commons. *Econ. delle fonti di Energ. e dell'ambiente* 35–60. <https://doi.org/10.3280/EFE2009-001004>
- Bennett, A., 2016. The influence of neoliberalization on the success and failure of fishing cooperatives in contemporary small-scale fishing communities: A case study from Yucatán, Mexico. *Mar. Policy* 80, 96–106. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.06.024>
- Bennett, A., Basurto, X., 2018. Local Institutional Responses to Global Market Pressures: The Sea Cucumber Trade in Yucatán, Mexico. *World Dev.* 102, 57–70. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.09.006>
- Bueno, N., Basurto, X., 2009. Resilience and collapse of artisanal fisheries: A system dynamics analysis of a shellfish fishery in the Gulf of California, Mexico. *Sustain. Sci.* 4, 139–149. <https://doi.org/10.1007/s11625-009-0087-z>
- Castilla, J.C., Defeo, O., 2001. Latin American benthic shellfisheries: Emphasis on Co-management and experimental practices. *Rev. Fish Biol. Fish.* 11, 1–30. <https://doi.org/10.1023/A:1014235924952>
- Chuenpagdee, R., 2011. Interactive governance for marine conservation: An illustration. *Bull. Mar. Sci.* 87, 197–211. <https://doi.org/10.5343/bms.2010.1061>

- Cinner, J.E., Basurto, X., Fidelman, P., Kuange, J., Lahari, R., Mukminin, A., 2012. Institutional designs of customary fisheries management arrangements in Indonesia, Papua New Guinea, and Mexico. *Mar. Policy* 36, 278–285. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.06.005>
- Cinti, A., Duberstein, J.N., Torreblanca, E., Moreno-Báez, M., 2014. Overfishing drivers and opportunities for recovery in small-scale fisheries of the Midriff Islands region, Gulf of California, México: The roles of land and sea institutions in fisheries sustainability. *Ecol. Soc.* 19, 15. <https://doi.org/10.5751/ES-05570-190115>
- Cinti, A., Shaw, W., Torre, J., 2010. Insights from the users to improve fisheries performance: Fishers' knowledge and attitudes on fisheries policies in Bahía de Kino, Gulf of California, Mexico. *Mar. Policy* 34, 1322–1334. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.06.005>
- Cisneros-Montemayor, A.M., Cisneros-Mata, M.A., 2018. A medio siglo de manejo pesquero en el noroeste de México, el futuro de la pesca como sistema socioecológico. *Relac. Estud. Hist. y Soc.* 153, 99–127. <https://doi.org/10.24901/rehs.v39i153.392>
- Cudney-Bueno, R., Basurto, X., 2009. Lack of cross-scale linkages reduces robustness of community-based fisheries management. *PLoS One* 4, e6253. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006253>
- Cudney-Bueno, R., Bourillón, L., Sáenz-Arroyo, A., Torre-Cosío, J., Turk-Boyer, P., Shaw, W.W., 2009. Governance and effects of marine reserves in the Gulf of California, Mexico. *Ocean Coast. Manag.* 52, 207–218. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2008.12.005>
- Defeo, O., Castilla, J.C., 2005. More than one bag for the world fishery crisis and keys for co-management successes in selected artisanal Latin American shellfisheries. *Rev. Fish Biol. Fish.* 15, 265–283. <https://doi.org/10.1007/s11160-005-4865-0>
- Defeo, O., Castrejón, M., Pérez-Castañeda, R., Castilla, J.C., Gutiérrez, N.L., Essington, T.E., Folke, C., 2016. Co-management in Latin American small-scale shellfisheries:

Assessment from long-term case studies. *Fish Fish.* 17, 176–192.
<https://doi.org/10.1111/faf.12101>

Duer-Balkind, M., Jacobs, K., Guneralp, B., Basurto, X., 2013. Resilience, Social-Ecological Rules, and Environmental Variability in an Artisanal Fishery. *Ecol. Soc.* 18, 50. <https://doi.org/10.5751/ES-05751-180450>

Espinosa-Romero, M.J., Rodriguez, L.F., Hudson, A., Villanueva-aznar, C., Torre, J., 2014a. The changing role of NGOs in Mexican small-scale fisheries: From environmental conservation to multi-scale governance. *Mar. Policy* 50, 290–299. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.07.005>

Espinosa Romero, M.J., Cisneros-Mata, M.Á., McDaniels, T., Torre, J., 2014b. Aplicación del enfoque ecosistémico al manejo de pesquerías artesanales. Caso de estudio: Puerto Libertad, Sonora. *Cienc. Pesq.* 22, 65–77.

Espinoza-Tenorio, A., Espejel, I., Wolff, M., 2015. From adoption to implementation? An academic perspective on Sustainable Fisheries Management in a developing country. *Mar. Policy* 62, 252–260. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.09.001>

Espinoza-Tenorio, A., Espejel, I., Wolff, M., 2011. Capacity building to achieve sustainable fisheries management in Mexico. *Ocean Coast. Manag.* 54, 731–741. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.07.001>

Espinoza-Tenorio, A., Montaña-Moctezuma, G., Espejel, I., 2010. Ecosystem-based analysis of a marine protected area where fisheries and protected species coexist. *Environ. Manage.* 45, 739–750. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9451-0>

Espinoza-Tenorio, A., Wolff, M., Espejel, I., Montaña-Moctezuma, G., 2013. Using traditional ecological knowledge to improve holistic fisheries management: Transdisciplinary modeling of a lagoon ecosystem of Southern Mexico. *Ecol. Soc.* 18. <https://doi.org/10.5751/ES-05369-180206>

Finkbeiner, E.M., 2015. The role of diversification in dynamic small-scale fisheries: Lessons from Baja California Sur, Mexico. *Glob. Environ. Chang.* 32, 139–152. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.03.009>

- Finkbeiner, E.M., Basurto, X., 2015. Re-defining co-management to facilitate small-scale fisheries reform: An illustration from northwest Mexico. *Mar. Policy* 51, 433–441. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.10.010>
- Foley, P., McCay, B., 2014. Certifying the commons: Eco-certification, privatization, and collective action. *Ecol. Soc.* 19, 28. <https://doi.org/10.5751/ES-06459-190228>
- Jiménez-Badillo, L., 2008. Management challenges of small-scale fishing communities in a protected reef system of Veracruz, Gulf of Mexico. *Fish. Manag. Ecol.* 15, 19–26. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2007.00565.x>
- Kaplan-Hallam, M., Bennett, N.J., Satterfield, T., 2017. Catching sea cucumber fever in coastal communities: Conceptualizing the impacts of shocks versus trends on social-ecological systems. *Glob. Environ. Chang.* 45, 89–98. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.05.003>
- Karr, K.A., Fujita, R., Carcamo, R., Epstein, L., Foley, J.R., Fraire-Cervantes, J.A., Gongora, M., Gonzalez-Cuellar, O.T., Granados-Dieseldorff, P., Guirjen, J., Weaver, A.H., Licón-González, H., Litsinger, E., Maaz, J., Mancao, R., Miller, V., Ortiz-Rodriguez, R., Plomozo-Lugo, T., Rodriguez-Harker, L.F., Rodríguez-Van Dyck, S., Stavrinaky, A., Villanueva-Aznar, C., Wade, B., Whittle, D., Kritzer, J.P., 2017. Integrating Science-Based Co-management, Partnerships, Participatory Processes and Stewardship Incentives to Improve the Performance of Small-Scale Fisheries. *Front. Mar. Sci.* 4, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00345>
- Leiva, G.E., Castilla, J.C., 2002. A review of the world marine gastropod fishery: evolution of catches, management and the Chilean experience. *Rev. Fish Biol. Fish.* 11, 283–300. <https://doi.org/10.1023/A:1021368216294>
- Leslie, H.M., Basurto, X., Nenadovic, M., Sievanen, L., Cavanaugh, K.C., Cota-Nieto, J.J., Erisman, B.E., Finkbeiner, E., Hinojosa-Arango, G., Moreno-Báez, M., Nagavarapu, S., Reddy, S.M.W., Sánchez-Rodríguez, A., Siegel, K., Ulibarria-Valenzuela, J.J., Weaver, A.H., Aburto-Oropeza, O., 2015. Operationalizing the social-ecological systems framework to assess sustainability. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 112, 5979–5984. <https://doi.org/10.1073/pnas.1414640112>

- Lindkvist, E., Basurto, X., Schlüter, M., 2017. Micro-level explanations for emergent patterns of self-governance arrangements in small-scale fisheries - A modeling approach. *PLoS One* 12, 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175532>
- Marín-Monroy, E.A., Ojeda-Ruiz de la Peña, M.Á., 2016. The role of socioeconomic disaggregated indicators for fisheries management decisions: The case of Magdalena-Almejas Bay, BCS. Mexico. *Fish. Res.* 177, 116–123. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.01.009>
- McCay, B.J., Micheli, F., Ponce-Díaz, G., Murray, G., Shester, G., Ramirez-Sanchez, S., Weisman, W., 2014. Cooperatives, concessions, and co-management on the Pacific coast of Mexico. *Mar. Policy* 44, 49–59. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.08.001>
- Méndez-Medina, C., Schmook, B., McCandless, S.R., 2015. The Punta Allen cooperative as an emblematic example of a sustainable small-scale fishery in the Mexican Caribbean. *Marit. Stud.* 14, 12. <https://doi.org/10.1186/s40152-015-0026-9>
- Moreno-Báez, M., Cudney-Bueno, R., Orr, B.J., Shaw, W.W., Pfister, T., Torre-Cosío, J., Loaiza, R., Rojo, M., 2012. Integrating the spatial and temporal dimensions of fishing activities for management in the Northern Gulf of California, Mexico. *Ocean Coast. Manag.* 55, 111–127. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.10.001>
- Morzaria-Luna, H.N., Turk-Boyer, P., Moreno-Baez, M., 2014. Social indicators of vulnerability for fishing communities in the Northern Gulf of California, Mexico: Implications for climate change. *Mar. Policy* 45, 182–193. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.10.013>
- Nenadovic, M., Basurto, X., Weaver, A.H., 2016. Contribution of Subsidies and Participatory Governance to Fishers' Adaptive Capacity. *J. Environ. Dev.* 25, 426–454. <https://doi.org/10.1177/1070496516670448>
- Pedroza, C., Salas, S., 2011. Responses of the fishing sector to transitional constraints: From reactive to proactive change, Yucatan fisheries in Mexico. *Mar. Policy* 35, 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.08.001>

- Pérez-Alarcón, M.F., Torre-Cosío, J., Figueroa-Carranza, A.L., Cabrera-Murrieta, A., Espinosa-Romero, M.J., Suarez-Castillo, A., Fulton, S., 2017. Definición de herramientas para el manejo sustentable de los recursos pesqueros en Isla San Pedro Nolasco (Guaymas, Sonora, México) bajo un enfoque participativo multisectorial. *Cienc. Pesq.* 25, 35–50.
- Pérez-Jiménez, J.C., Peña-Puch, A., Méndez-Loeza, I., Giard-Leroux, A., Flores-Ramos, E.F., Rasgado-López, J.F., 2016. Las pesquerías artesanales de elasmobranquios como parte de sistemas pesqueros complejos en el sur del Golfo de México. *Cienc. Pesq.* 24, 113–124.
- Pérez-Ramírez, M., Ponce-Díaz, G., Lluch-Cota, S., 2012. The role of MSC certification in the empowerment of fishing cooperatives in Mexico: The case of red rock lobster co-managed fishery. *Ocean Coast. Manag.* 63, 24–29. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.03.009>
- Ponce Díaz, G., Weisman, W., Mccay, B., 2009. Co-Responsibility and Participation in Fisheries Management in Mexico: Lessons From Baja California Sur. *Pesca y Conserv.* 1, 1–9.
- Ramirez-Sanchez, S., Pinkerton, E., 2009. The impact of resource scarcity on bonding and bridging social capital: The case of fishers' information-sharing networks in Loreto, BCS, Mexico. *Ecol. Soc.* 14, 1–22. <https://doi.org/10.1186/1478-4505-8-14>
- Rocchi, M., Scotti, M., Micheli, F., Bodini, A., 2017. Key species and impact of fishery through food web analysis: A case study from Baja California Sur, Mexico. *J. Mar. Syst.* 165, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2016.10.003>
- Rodríguez-Martínez, R.E., 2008. Community involvement in marine protected areas: The case of Puerto Morelos reef, México. *J. Environ. Manage.* 88, 1151–1160. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.06.008>
- Seijo, J.C., 2007. Considerations for management of metapopulations in small-scale fisheries of the Mesoamerican barrier reef ecosystem. *Fish. Res.* 87, 86–91. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.06.016>

Sievanen, L., Campbell, L.M., Leslie, H.M., 2011. Challenges to Interdisciplinary Research in Ecosystem-Based Management. *Conserv. Biol.* 26, 315–323. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01808.x>

Velez, M., Adlerstein, S., Wondolleck, J., 2014. Fishers perceptions, facilitating factors and challenges of community-based no-take zones in the Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. *Mar. Policy* 45, 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.12.003>

Capítulo III

Manuscrito sometido para su publicación en la Revista Economía, Sociedad y Territorio

Los sistemas socio-ecológicos como unidad de manejo: el caso de las pesquerías de Campeche, México

Angelina Del Carmen Peña Puch^a, Juan Carlos Pérez Jiménez^a, Alfonso Munguía Gil^b, y Alejandro Espinoza Tenorio^a

^a El Colegio de la Frontera Sur (www.ecosur.mx). Av. Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, cp. 24500, Lerma, Campeche, México.

^b Instituto Tecnológico de Mérida. Av. Tecnológico km 4.5 S/N C.P. 97118, Mérida, Yucatán.

*autor de correspondencia: jcperez@ecosur.mx

Resumen

El declive pesquero es un problema que ha impactado gravemente a las regiones costeras más pobres. La investigación pesquera ha aceptado que las pesquerías son sistemas socio-ecológicos (SSE). Sin embargo, la unidad de manejo más utilizada en pesquerías está limitada a las especies objetivo y a sus especies asociadas. Por ello, la unidad de manejo espacial puede facilitar el entendimiento de la relación humano-ambiente. El objetivo de este estudio fue diseñar una metodología que permitiera la delimitación y caracterización de los SSE para el manejo de las pesquerías de pequeña escala del Estado de Campeche, México. Se delimitaron ocho SSE pesqueros con una combinación de características únicas a partir del contexto biofísico, el volumen de captura y esfuerzo pesquero, y la dinámica de la flota. Además, se identificó que la mayoría de los usuarios están incorporados en organizaciones pesqueras como frentes, uniones y federaciones de pescadores, pero esto no ha fortalecido sus estrategias de comercialización ya que, generalmente, se comercializan a nivel local. Asimismo, aunque la mayoría de los SSEP se encuentran en áreas naturales protegidas, el conocimiento que tienen los usuarios sobre la presencia y función de estas es bajo.

Palabras clave: manejo espacial, sistema complejo, pesquerías artesanales.

Introducción

Los sistemas socio-ecológicos (SSEs) son sistemas complejos (Gallopín 1991; Gallopín 2006), reconocidos como la unidad analítica para la investigación del desarrollo sustentable desde principios del siglo XXI (Gallopín et al. 2001). El análisis de los SSEs permite evaluar el sistema completo, mejora la comprensión del uso de recursos comunes, y con la implementación de manejo puede encaminar a los sistemas hacia la sustentabilidad (Pahl-Wostl 2007; Ostrom 2009; Leslie et al. 2015). Las pesquerías son sistemas complejos (Branch et al. 2011; Pitcher y Cheung 2013; Watson et al. 2013; Pontecorvo y Schrank 2014) que constituyen un ejemplo de SSE (Ostrom 2009; FAO 2015). En un SSE pesquero, el ecosistema, el recurso, los usuarios y el modo de gobernanza interactúan entre sí, afectando al sistema como un todo (FAO 2015).

En ese sentido, se ha reconocido que, para guiar el uso de los recursos pesqueros hacia la sustentabilidad, se requieren vínculos entre la sociología, biología y economía, bajo un marco de gestión integrada (Castilla y Defeo 2001). Por ello, es necesario la adopción de un marco de análisis para los sistemas socio-ecológicos pesqueros (SSEP), que permita generar un sistema de manejo y de gobernanza con una mayor capacidad de adaptación y que incluya las tradiciones, usos o necesidades locales, permitiendo un aprendizaje dinámico que facilite el logro de objetivos tanto para el gobierno como para las localidades pesqueras (Aburto et al. 2013; FAO 2015). Al respecto, Ostrom (2007, 2009), desarrolló un marco metodológico para el estudio de SSEs con recursos naturales de uso común, incluyendo las pesquerías. El marco incluye cuatro subsistemas, el sistema de recurso (región donde ocurren las pesquerías), las unidades de recurso (especies objetivo), los usuarios (pescadores) y el sistema de gobernanza (organizaciones, reglas, leyes o decretos que rigen la pesca).

A pesar de los avances en la implementación de enfoques holísticos en la evaluación y manejo de las pesquerías, la complejidad de los sistemas pesqueros ha dificultado alcanzar la sustentabilidad (Branch et al. 2011; Pitcher y Cheung 2013; Watson et al. 2013; Pontecorvo y Schrank 2014). Debido a las historias de vida de las especies, las prácticas pesqueras y las opciones de manejo utilizadas (McClanahan y Castilla 2007), cada subsistema tiene condiciones que cambian entre pesquerías y zonas de pesca, o

incluso dentro de una misma pesquería (FAO 2015), lo que resulta en un comportamiento único de cada SSEP. Por ello, la identificación y caracterización de los SSEP es fundamental para comprender su funcionamiento.

Al utilizar como unidad de manejo a los SSEP, se podrá establecer un régimen de manejo que les permita a los pescadores, por ejemplo, organizarse y autogestionarse para adaptarse a las complejidades de sus sistemas pesqueros (Berkes 2003). Adicionalmente, con los SSEP como unidad de manejo, la gestión de las pesquerías aborda el contexto social, los beneficios y costos individuales y de las localidades pesqueras (Jentoft 2000). El objetivo de este estudio fue diseñar una metodología que permitiera la delimitación y caracterización de los SSEP, que podrían fungir como unidades espaciales para el manejo de las pesquerías de pequeña escala del estado de Campeche, sur del Golfo de México. Las características de las pesquerías de pequeña escala de Campeche permiten explorar la inclusión de nuevos enfoques de manejo, en el que las unidades de manejo sean los SSEP.

El manejo de la pesca en México: de la ciencia pesquera convencional a nuevos enfoques basados en sistemas complejos

La ciencia pesquera se desarrolló para el manejo de pesquerías de gran escala o industriales en el hemisferio norte, con gobernanza vertical o comando-control, en las que generalmente se incluye una sola especie (Berkes 2003), y con un enfoque basado en las ciencias biológicas y económicas (Berkes et al. 2001; Chuenpagdee y Jentoft 2007). Ese enfoque tiene como objetivo mantener la producción pesquera (Berkes 2003; FAO 2015), asumiendo la explotación del stock de una especie objetivo (Andrew et al. 2007). Históricamente, el manejo pesquero convencional se implementa de manera descendente (manejo centralizado), en el que las medidas operacionales de manejo se enfocan en el control del esfuerzo de pesca o de la captura de las especies objetivo y las especies asociadas (por ejemplo, las cuotas globales o vedas temporales), minimizando o excluyendo aspectos ecosistémicos (FAO 2015), características socioeconómicas y la gobernanza (Berkes et al. 2001; García y Cochrane 2005; Chuenpagdee y Jentoft 2007).

La gran mayoría de las pesquerías de pequeña escala se han administrado bajo el enfoque de manejo convencional, a pesar de que estas pesquerías son complejas, ya

que utilizan gran variedad de equipos de pesca y capturan múltiples especies (Berkes et al. 2001; Defeo y Castilla 2005; Salas et al. 2007), lo que ha limitado la aplicación de iniciativas de manejo acordes con el contexto de esas pesquerías (Berkes et al. 2001). La falta de éxito en el manejo de las pesquerías de pequeña escala (Chuenpagdee y Jentoft 2007) ha evidenciado que el manejo convencional no posee las herramientas para enfrentar las complejidades de esas pesquerías (Berkes 2003).

México, en donde la flota de pequeña escala representa la mayor parte (el 97 %) de las embarcaciones (Fernández et al. 2011), tiene contradicciones en el manejo pesquero, por una parte es un ejemplo de la aplicación manejo convencional pero la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS) señala que los programas de ordenamiento pesquero deben contener la delimitación del área que abarcará el programa, la lista completa de los usuarios de la región, los recursos pesqueros sujetos a aprovechamiento y los planes de manejo pesquero (PMP) (DOF 2007). Lo que indica que en la implementación del ordenamiento pesquero debe tomar en cuenta unidades espaciales. Sin embargo, en los instrumentos de manejo (permisos o concesiones pesqueras, PMP y programas de ordenamiento), así como la Carta Nacional Pesquera se considera a las principales pesquerías de grupos de especies afines como las unidades de manejo pesquero.

Adicionalmente, en el apartado de Programa Nacional de Ordenamiento Pesquero y Acuícola del documento de la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA) acerca de Políticas de Ordenamiento para la Pesca y Acuicultura Sustentables (CONAPESCA 2010) y en Botello-Ruvalcaba et al. (2010a), se establece la pesquería (o recurso estratégico) como la unidad de análisis, y no las regiones y su conjunto de recursos pesqueros, como lo establece la LGPAS, y que es la base del marco metodológico basado en los SSE. Ejemplos de la aplicación de la unidad espacial con su conjunto de recursos y usuarios son el Plan de Manejo Pesquero del Sistema Lagunar Carmen-Pajonal- Machona, Tabasco, Golfo de México (Carrillo-Alejandro et al. 2012) y el Plan de Manejo Pesquero Ecosistémico del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, ubicado en los municipios de Navolato y Culiacán, del Estado de Sinaloa (DOF

2019). Los programas de ordenamiento deberían seguir estos ejemplos en los que la base del manejo es un sistema y no los recursos pesqueros.

Incorporar las unidades espaciales para el manejo de las pesquerías de pequeña escala permite comprender la asignación espacial y temporal del esfuerzo pesquero que permite maximizar los ingresos (Hilborn y Walters 1987; Hilborn y Walters 1992), en otras palabras, permite comprender la dinámica de flotas y la estacionalidad del esfuerzo pesquero. Por ello, para comprender esa dinámica, se requiere de la delimitación de unidades espaciales con sus múltiples recursos pesqueros, ya que los pescadores establecen las zonas de pesca con base en la abundancia de las especies objetivo (Hilborn y Walters 1987), la distancia a los puntos de desembarco (Cabrera y Defeo 2001) y los requerimientos de los compradores (Hilborn y Walters 1992), entre otros factores que pueden variar entre sistemas.

Las pesquerías de pequeña escala de Campeche

El estado de Campeche tiene un litoral de 523 km, que representa el 3.8 % del total del país (Botello Ruvalcaba et al. 2010b). La diversidad de las comunidades marinas del litoral de Campeche se relaciona con sus características geomorfológicas y ecológicas (Villalobos-Zapata y Mendoza 2010). A partir de la costa central de Campeche, hacia el límite con Tabasco, se tiene influencia de ríos (Champotón, Mamantel, Candelaria, Chumpan, Palizada y San Pedro), y en esta región destaca la pesca de pequeña escala de crustáceos, como camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) y jaiba (*Callinectes sapidus*). Sin embargo, desde la costa central de Campeche hacia Yucatán, sin presencia de ríos, la dinámica de la flota pesquera de pequeña escala está dominada por la pesca de pulpo (*Octopus maya*) (Pérez-Jiménez et al. 2016).

Campeche se encuentra entre los 10 estados con mayor producción pesquera de México y al igual que en muchas regiones costeras en el mundo, la mayor parte de sus pesquerías (el 53 %) se encuentran en el máximo rendimiento sostenible, entre ellas la de jurel (*Caranx* spp.), pulpo, jaiba y camarón siete barbas (DOF 2012; SAGARPA-CONAPESCA 2017; DOF 2018a). Incluso algunas de sus pesquerías se encuentran en deterioro, por ejemplo, la de caracoles (*Fasciolaridae*, *Melongenidae*, *Strombidae*, *Turbinellidae*), huachinango (*Lutjanus campechanus*), pargo (familia *Lutjanidae*), lisa

(*Mugilidae*) y mero (*Epinephelus morio*) (Botello Ruvalcaba et al. 2010b). En este estado las pesquerías son multiespecíficas y estacionales, por lo que los pescadores cambian sus equipos de pesca entre temporadas de pesca. Aunque la captura se realiza con diversos equipos de pesca, los más importantes son las redes de arrastre y enmalle para camarón y peces, las trampas y nasas para jaiba y cangrejo, jimbos para pulpo (Flores-Hernández et al. 2010) y redes de monofilamento y palangre para la captura de peces óseos (conocidos también como “escama marina”) y elasmobranquios (Pérez-Jiménez et al. 2016).

Material y métodos

Criterios para la delimitación de los SSEP

La delimitación de los SSEP se realizó con la adaptación de la metodología de Leslie et al. (2015), utilizando diversas fuentes de información: datos y documentos gubernamentales, literatura académica especializada y entrevistas a informantes clave (líderes de asociaciones pesqueras, directivos de sociedades cooperativas y permisionarios) en las localidades con pesquerías de pequeña escala de la costa de Campeche. Las localidades con menos de 2 500 habitantes fueron clasificadas como rurales y las de más de 2 500 personas se consideran como urbanas (INEGI 2019).

No fueron consideradas las zonas de pesca para la delimitación porque es difícil establecer polígonos en la zona marina, ya que existe traslape en las zonas de pesca entre la mayoría de las localidades. Por ejemplo, en la zona marina de la Reserva de la Biosfera los Petenes (RBLP), en la costa norte de Campeche, se extraen pulpo, caracol y peces óseos. En esta región la actividad pesquera se realiza por pescadores de Champotón, Villa Madero, Seybaplaya, Lerma, San Francisco de Campeche e Isla Arena, del estado de Campeche y de Celestún, del estado de Yucatán, (SEMARNAT y CONANP 2006). De cualquier manera, a pesar del traslape en las zonas de pesca, las localidades o grupos de localidades tienen una combinación de características similares con base en tres criterios establecidos (descritos más adelante) que permite distinguirlos como SSEP.

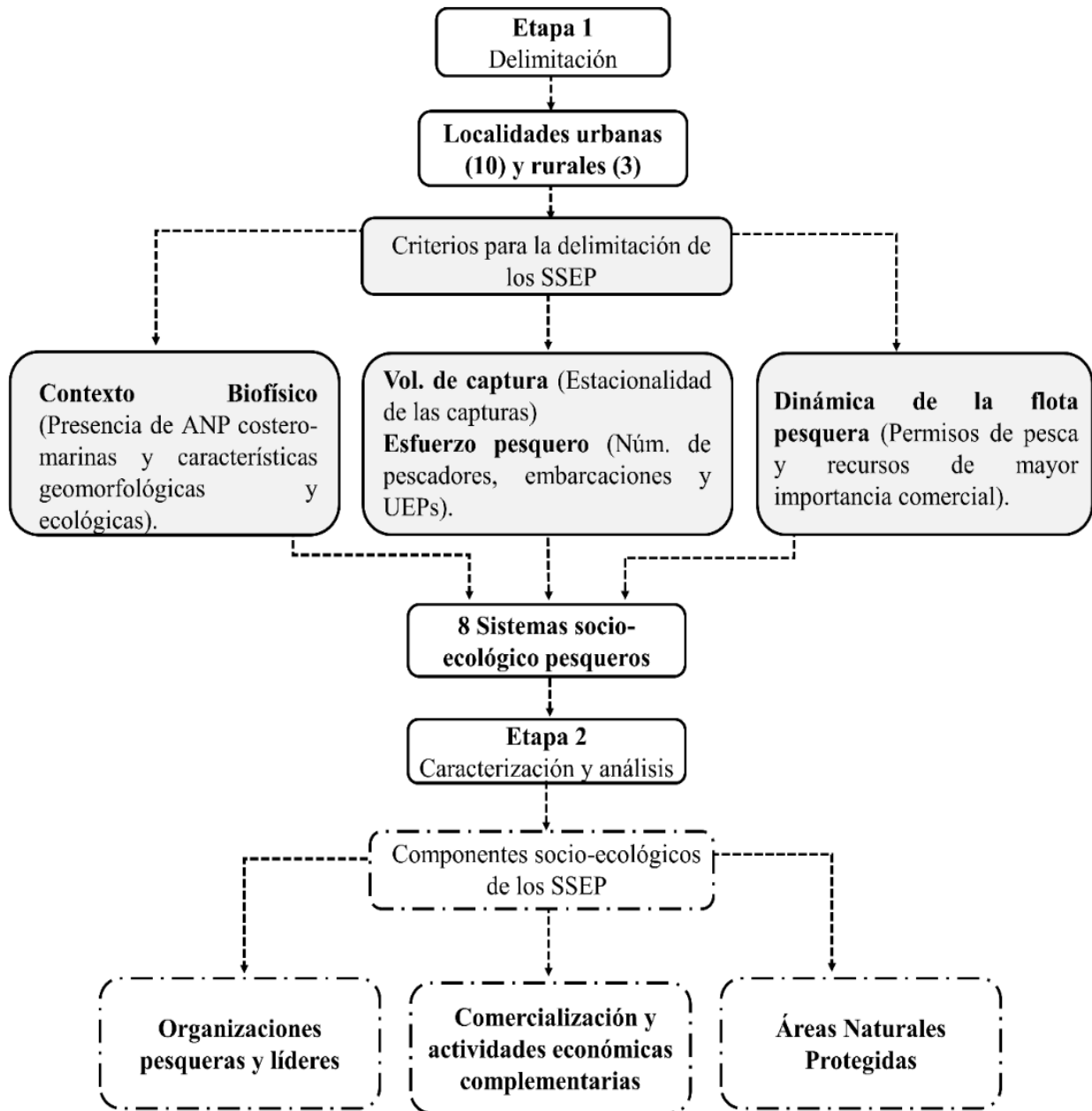
Los tres criterios para la delimitación de los SSEP fueron: el contexto biofísico, volumen de captura y esfuerzo pesquero y la dinámica de la flota pesquera (Fig. 3.1). Se inició con

la descripción del contexto biofísico, porque las características de la zona costera permiten realizar una primera división del área de estudio y porque el contexto biofísico determina la disponibilidad estacional de los recursos pesqueros y por ende la dinámica de la flota pesquera. Para describir el contexto biofísico de la zona costera de Campeche se utilizó información de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), que divide el territorio mexicano en nueve regiones, de las cuales, el estado de Campeche tiene dos. La zona sur, que corresponde a la región de la Planicie Costera y Golfo de México (desde Tamaulipas hasta Sabancuy, Campeche) y la zona norte que pertenece a la región de la Península de Yucatán y Mar Caribe (desde Champotón, Campeche hasta Quintana Roo) (SEMARNAT y CONANP 2019). Estas dos zonas coinciden con las características geomorfológicas y ecológicas que determinan la diversidad biológica en la zona costera de Campeche: la zona norte, desde Isla Arena hasta Punta Xen (costa central de Campeche), y la zona sur, desde Sabancuy hasta Nuevo Campechito (Flores-Hernández et al. 1991; Flores-Hernández 1994) (Fig. 3.2).

Además, se utilizó la descripción del ámbito geográfico del Plan de Manejo Pesquero de las especies de caracol del litoral del estado de Campeche, que describe la zona costero-marina de Isla Arena, Bahía de Campeche, Seybaplaya, Champotón, e Isla Aguada (DOF 2014a). También se revisó el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, para describir la zona costero-marina de la región sur (INE y SEMARNAP 1997). Adicionalmente, con base en los mapas interactivos de las Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT y CONANP 2019) se identificaron los límites de las áreas protegidas en el litoral de Campeche tales como la Reserva de la Biosfera de Celestún (RBRC), la Reserva de la Biosfera los Petenes (RBLP) y el Área de Protección de Flora y Fauna de la Laguna de Términos (APFFLT) (Fig. 3.2).

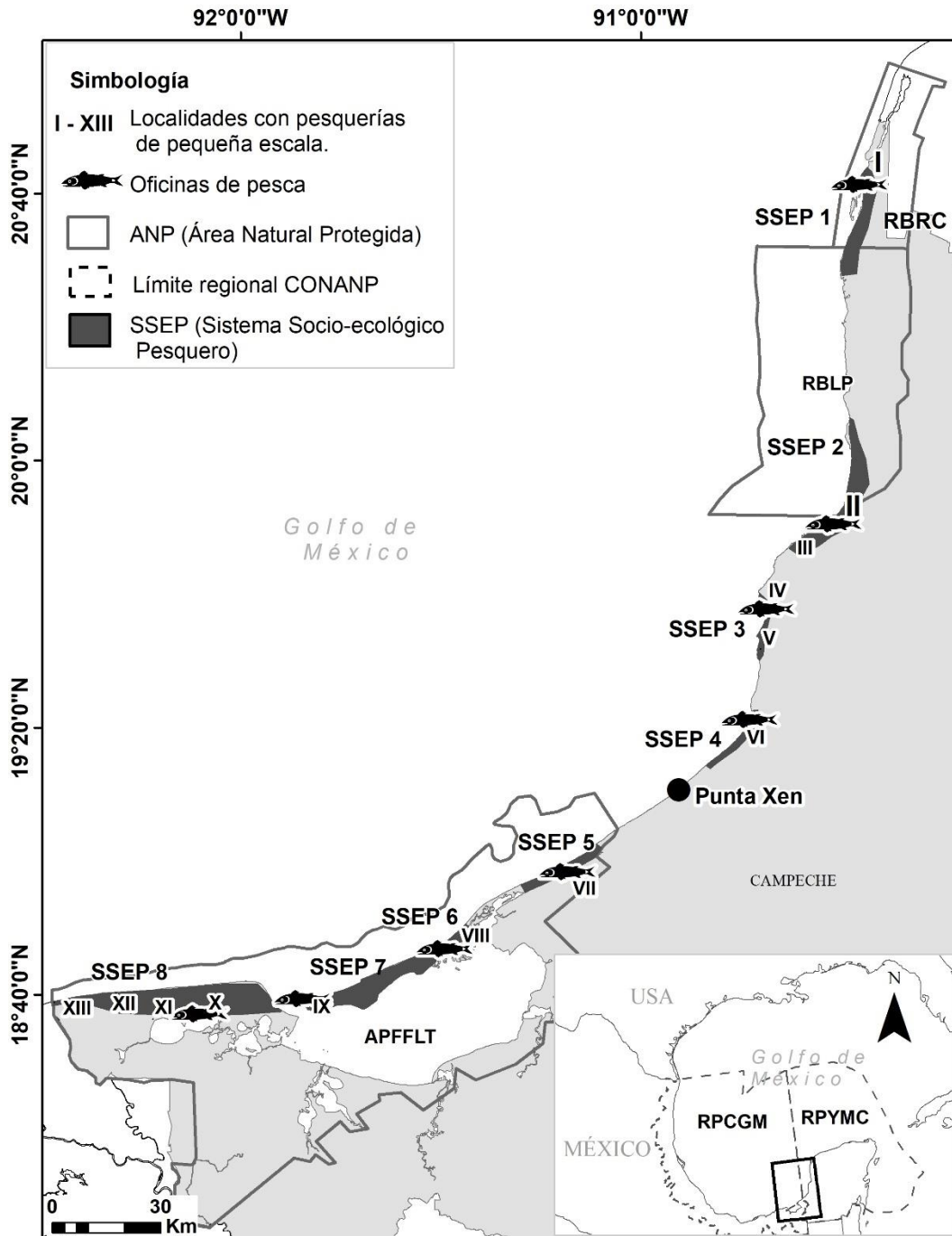
Para describir el volumen de captura y esfuerzo pesquero se utilizaron datos gubernamentales, que provienen de los registros pesqueros oficiales, por lo que, las oficinas de pesca son importantes para la delimitación, pero no determinantes para establecer un SSEP. Se tomó como punto de referencia a las localidades con oficinas de pesca, porque es la escala a la que se tiene información sobre el volumen de captura por especie o grupos de especies.

Fig. 3.1. Diagrama metodológico para la delimitación y caracterización de los sistemas socio-ecológico pesqueros.



Fuente: elaboración propia con base en la sección de material y métodos del presente estudio.

Fig. 3.2. Ubicación de las localidades con pesquerías de pequeña escala de Campeche (I-XIII), oficinas de pesca, Áreas Naturales Protegidas (ANP), regiones CONANP y sistemas socio-ecológico pesqueros (SSEP).



Localidades con pesquerías de pequeña escala (I. Isla Arena; II. Campeche; III. Lerma; IV. Seybaplaya; V. Villa Madero; VI. Champotón; VII. Sabancuy; VIII. Isla Aguada; IX.

Ciudad del Carmen; X. Atasta; XI. San Antonio Cárdenas; XII. Colonia Emiliano Zapata; XIII. Nuevo Campechito. Regiones CONANP: Región de la Península de Yucatán y Mar Caribe (RPYMC), y Región de la Planicie Costera y Golfo de México (RPCGM). Áreas Naturales Protegidas: Reserva de la Biosfera de Celestún (RBRC), Reserva de la Biosfera los Petenes (RBLP), y Área de Protección de Flora y Fauna de la Laguna de Términos (APFFLT). Sistemas Socio-Ecológico pesqueros: SSEP 1. Isla Arena; SSEP 2. Lerma y Campeche; SSEP 3. Villa Madero y Seybaplaya; SSEP 4. Champotón; SSEP 5. Sabancuy; SSEP 6. Isla Aguada; SSEP 7. Ciudad del Carmen; SSEP 8. Nuevo Campechito, Colonia Emiliano Zapata, San Antonio Cárdenas y Atasta. Fuente: elaboración propia con base en el Mapa Interactivo de las Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT y CONANP 2019), así como información de documentos.

En el estado de Campeche existen ocho oficinas de pesca en la zona costera, en las localidades de Isla Arena, San Francisco de Campeche, Seybaplaya, Champotón, Sabancuy, Isla Aguada, Ciudad del Carmen, y Atasta. Para describir el esfuerzo pesquero se consideró el número de pescadores y de embarcaciones, y las unidades económicas pesqueras (UEPS).

El volumen de captura y estacionalidad de los principales recursos marinos con la flota de pequeña escala se obtuvo de las bases de datos de CONAPESCA, en el periodo 2006-2014 (<https://datos.gob.mx/busca/dataset/produccion-pesquera>). Para cada oficina de pesca se estimó el volumen de producción con la sumatoria de los registros de captura mensuales en peso desembarcado (en toneladas) de todas las especies o grupos de especies, exceptuando las que se incluían en el nombre común “otras especies”, “fauna de acompañamiento” y las pesquerías de mediana altura, que incluye el camarón botalón (*Trachypenaeus similis*), camarón café (*Farfantepenaeus aztecus*), camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*), camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*), el camarón sintético (*Rimapenaeus* spp.) y camarón cristal o rojo (*Farfantepenaeus brasiliensis*). De la oficina de pesca de Campeche, tampoco se incluyó la pesquería de camarón blanco (*Litopenaeus setiferus*) y de camarón siete barbas porque la flota de pequeña escala no tiene permitido capturarlos en estas localidades (DOF 2014b).

La estacionalidad legal del esfuerzo pesquero se identificó por los periodos de veda de las pesquerías de Campeche indicados en el Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2014 (SAGARPA-CONAPESCA 2014a) y en el cuadro de vedas (SAGARPA-CONAPESCA 2014b). El número de las Unidades Económicas Pesqueras (UEPS), que incluye cooperativas, permisionarios, asociaciones pesqueras (frentes, uniones o federaciones) y de otro tipo de organización (por ejemplo, bodegas, navieras etc.), se obtuvo del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Las UEPS se clasifican en micro o pequeño dependiendo del número de personas registradas, con 10 o menos personas o con 11-100 personas, respectivamente. El número de pescadores y de embarcaciones se obtuvo del Ordenamiento pesquero ribereño (Botello Ruvalcaba et al. 2010b).

Para el criterio de la dinámica de la flota pesquera se utilizó información de las entrevistas a informantes clave (Anexo 1), con relación al tipo de permiso de pesca (escama marina, pulpo, caracol, cangrejo, charal, tiburón, jaiba o camarón), sobre cuáles son los recursos de mayor importancia comercial, y en qué oficina de pesca realizan sus trámites. Se consultó el Directorio Estadístico de Unidades Económicas (DENUE) (<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>) para facilitar la ubicación geográfica de cooperativas y permisionarios, se eligió la actividad económica (114) Pesca, caza y captura, todos los tamaños de establecimiento y el área geográfica de las localidades con actividad pesquera (Isla Arena, Campeche, Lerma, Villa Madero, Seybaplaya, Champotón, Sabancuy, Isla aguada, Ciudad del Carmen, Atasta, San Antonio Cárdenas, Colonia Emiliano Zapata y Nuevo Campechito). En ocasiones durante las salidas de campo que se realizaron para aplicar la entrevista, algunas cooperativas y permisionarios se encontraban en los predios señalados por el DENUE; sin embargo, con el apoyo de líderes de organizaciones pesqueras como frentes, uniones o federaciones se les ubicó. La entrevista (Anexo 1) se aplicó a 80 informantes clave directivos de sociedades cooperativas, y 53 permisionarios en las localidades pesqueras.

Componentes socio-ecológicos de los SSEP

Después de delimitar espacialmente los SSEP, se utilizaron los resultados de la entrevista a informantes clave para estimar porcentajes del número de respuestas

afirmativas entre número de entrevistados, sobre los componentes socio-ecológicos que permiten describir características que distinguen los SSEP (Fig. 3.1). Los componentes se describen a continuación.

La organizaciones pesqueras y líderes (Feelders 1999; Finkbeiner y Basurto 2015 Gutiérrez et al. 2011). Tipo de organización pesquera a la que pertenecen, si es que pertenecen a alguna, ya sea frente, unión o federación de pescadores, y si reconocen que el trabajo del representante o líder ayuda a mejorar el sector pesquero en su localidad. Se describen los SSEP que tienen los porcentajes más altos de informantes clave que pertenecen a organizaciones pesqueras y que reconocen un trabajo positivo de su líder.

La comercialización y actividades económicas complementarias (Jiménez-Badillo 2008; Gutiérrez et al. 2011; Tannerfeldt y Ljung 2006). Se describe el destino de los recursos pesqueros, ya sea local y/o nacional. Adicionalmente, se describen los SSEP que tienen mayor variedad de comercialización, ya sea local o nacional.

Las Áreas Naturales Protegidas(Ayer et al. 2018; Breiman 2001; Castilla 2000; Gutiérrez et al. 2011; Pita et al. 2011). Se estimó el porcentaje de informantes clave por SSEP que identifican la existencia de un área natural protegida (ANP), ya sea cerca o en su localidad o en su zona de pesca. También de estimó el porcentaje de respuestas que indicaron que la principal función de las ANP es la protección y conservación de las especies.

Análisis de los componentes socio-ecológicos

Los componentes de cada SSEP se presentaron por medio de un diagrama multidimensional (biograma o gráfico de telaraña). Los índices que se muestran gráficamente en el biograma representan el “estado de un sistema” de acuerdo con Sepúlveda (2008). El índice se estableció de 0 a 1 (del centro a la periferia), por lo que los porcentajes fueron transformados a proporción, clasificando los niveles de la siguiente manera: bajo (de 0 a 0.33), medio (de 0.34 a 0.66) y alto (de 0.67 a 1), dependiendo del porcentaje de respuestas que se obtuvieron de la entrevista por cada SSEP.

Resultados

Delimitación de SSEP

En el contexto biofísico, inicialmente se identificaron dos grandes regiones marinas basadas en sus características geomorfológicas y ecológicas, zona de la provincia carbonatada y zona de la provincia deltaicas. Después por la presencia de las ANP marino-costeras se consideraron tres regiones, región RBRC y RBLP en la zona norte, sin ANP en la zona centro y APFFFLT en la zona sur. Al considerar el volumen de captura y el esfuerzo pesquero, esas tres regiones se dividieron a su vez en ocho, que fueron los SSEP identificados (Fig. 3.1). En la zona norte se ubica Isla Arena, en la zona centro San Francisco de Campeche, Lerma, Seybaplaya y Champotón, y en la zona sur Sabancuy, Isla aguada, Ciudad del Carmen, Atasta, San Antonio Cárdenas, Colonia Emiliano Zapata y Nuevo Campechito.

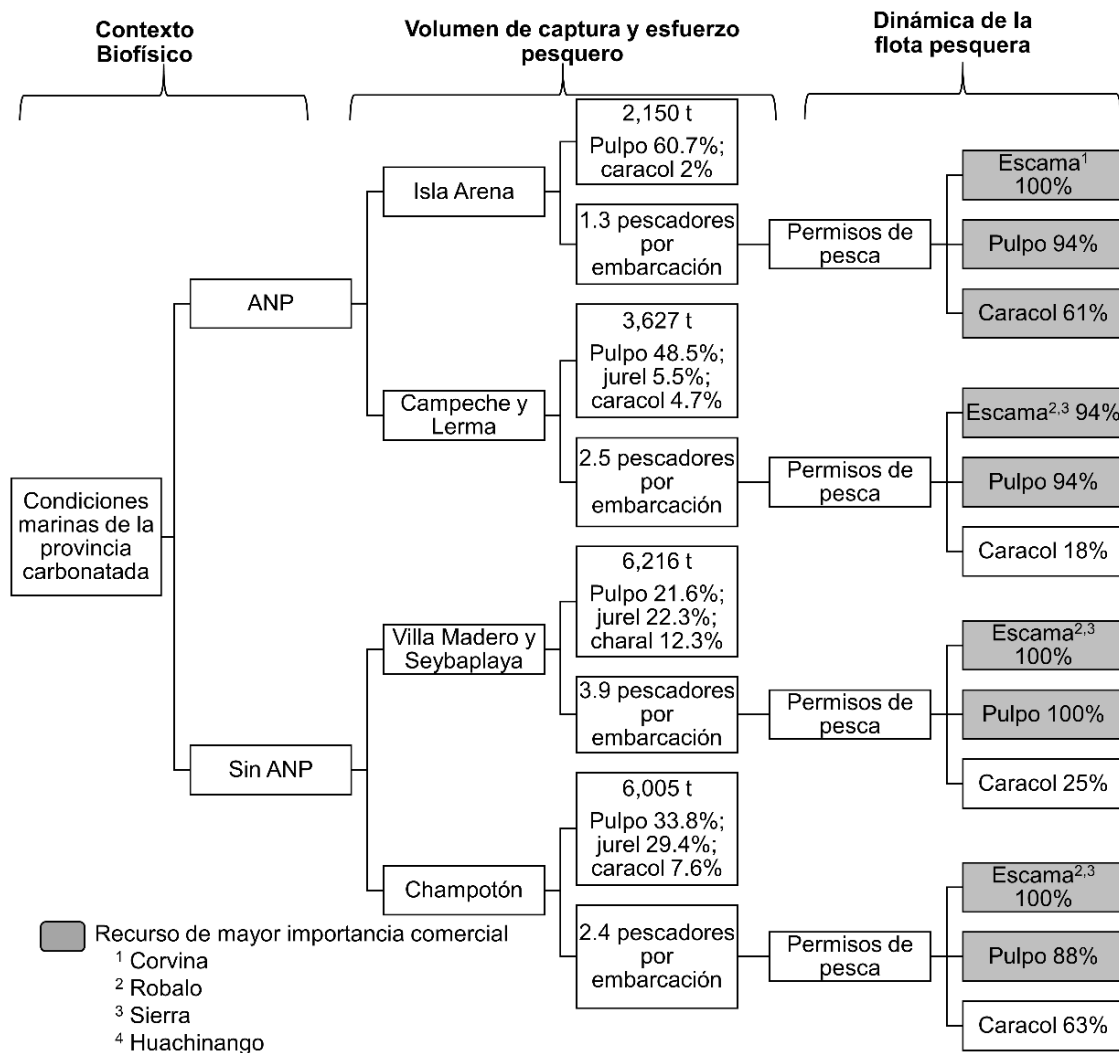
La dinámica de la flota pesquera fue concluyente para la delimitación; por ejemplo, aunque Isla Arena y Campeche son similares en contexto biofísico y volumen de captura; son diferentes en la distribución de permisos de pesca y la relevancia de los recursos de importancia comercial, para Isla Arena la corvina es el recurso de escama marina con mayor valor comercial, y para Campeche y Lerma lo es el robalo y la sierra (Fig. 3.3). Otro ejemplo ocurre entre Ciudad del Carmen y Atasta, que son diferentes en el volumen y distribución de la captura y en la dinámica de la flota pesquera (Fig. 3.4).

SSEP de la zona norte

Los SSEP de esta zona tienen condiciones marinas de la provincia carbonatada y dos de los SSEP (SSEP 1 y 2) tienen influencia de grandes zonas de manglar y de ANP marino-costeras, la Reserva de la Biosfera de Celestún (RBC) y la Reserva de la Biosfera de los Petenes (RBP). En la zona norte se encuentran los SSEP con mayor volumen de captura (SSEP 3 y 4). Las pesquerías más importantes en volumen de captura son la de pulpo maya y la de jurel. En los cuatro SSEP de la zona norte las unidades económicas pesqueras (UEPs) son principalmente permisionarios y de tipo micro. El SSEP 3 tiene el mayor número de pescadores, en tanto que el SSEP 4 contiene la mayor cantidad de embarcaciones. El SSEP 1 tiene el menor número de pescadores y embarcaciones. En

estos cuatro SSEP la mayoría de los informantes clave tienen permiso de pulpo. En dos de los SSEP (SSEP 1 y 4), la mayoría de los informantes clave tienen permiso de caracol (Fig. 3.3).

Fig. 3. 3. Delimitación de cuatro SSEP en la zona de la provincia carbonatada, en función del volumen de captura y esfuerzo de pesca, y la dinámica de la flota pesquera.

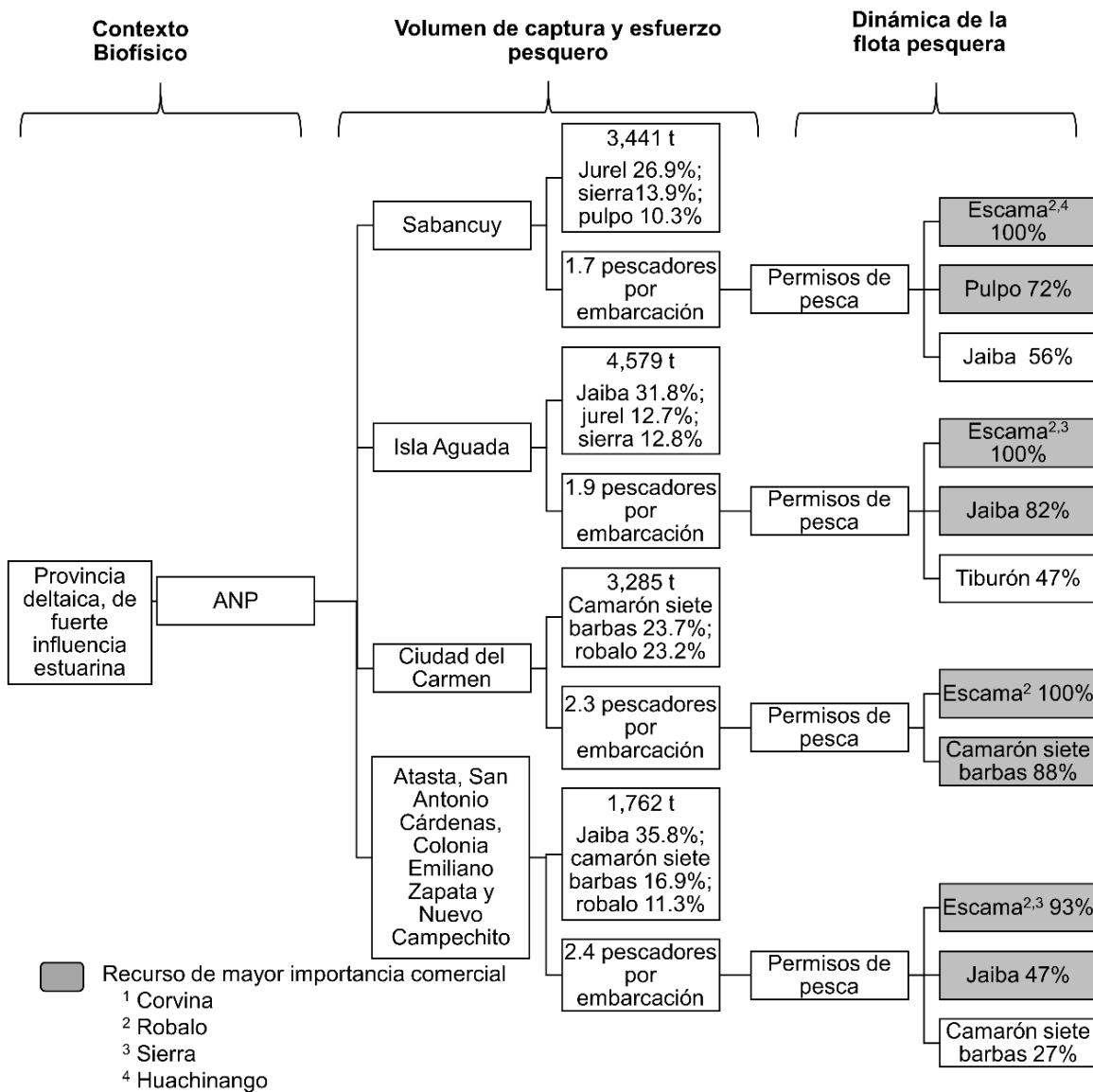


SSEP de la zona sur

Los SSEP de la zona sur tienen provincia deltaica, de fuerte influencia estuarina. Los cuatro SSEP tienen influencia de la ANP marino-costera del Área de Protección de Flora y Fauna de la Laguna de Términos (APFFLT). En la zona sur se encuentra el SSEP con

menor volumen de captura (SSEP 8). La pesquería más importante para dos de los SSEP (SSEP 6 y 8) es la de jaiba; también es relevante la pesquería de jurel en el SSEP 5 y la de camarón siete barbas en el SSEP 7. En tres de los SSEP (SSEP 5, 6, y 7) las UEPs son principalmente cooperativas. En dos de los SSEP (SSEP 5 y 6) son en su mayoría de tipo micro y en los otros dos (SSEP 7 y 8) de tipo pequeño. En dos de los SSEP (SSEP 6 y 8), la mayoría de los informantes clave tienen permiso de jaiba; en el SSEP 5 cuentan con permiso de pulpo y en el SSEP 7 con permiso de camarón (Fig. 3.4).

Fig. 3. 4. Delimitación de cuatro SSEP en la zona de la provincia deltaica, en función del volumen de captura y esfuerzo de pesca, y la dinámica de la flota pesquera.



SSEP 1, localidad rural de Isla Arena

El volumen de captura promedio del periodo 2006-2014 en el SSEP 1 fue de 2,150 toneladas. El mayor volumen fue de pulpo maya con aproximadamente el 60.7 %, con una temporada de captura de cuatro meses y medio (agosto a mediados de diciembre). El resto del año los pescadores cambian sus equipos de pesca para capturar otras especies de alto valor comercial como los caracoles (Cuadro 3.1), con el 2.0 % de las capturas y la corvina (*Cynoscion* spp.) con el 6.1 %. Entre 2010 y 2012 se estableció la pesquería de pepino de mar, que representó el 16.5 % del peso desembarcado; sin embargo, esta pesquería actualmente tiene veda permanente en el estado. En este SSEP todos los informantes clave tienen permisos de pesca de escama marina y la mayoría tiene de pulpo (el 94 %) y de caracol (el 61 %) (Cuadro 3.2).

El SSEP 1 posee 106 Unidades Económicas Pesqueras (UEPs). Esas UEPs no están organizadas en frentes o uniones de pescadores, el 89.6 % se clasifican en micro. La mayoría son permisionarios (n = 96) y pocos son cooperativas (n =10). Este SSEP tiene registrados 384 pescadores y 300 embarcaciones (Cuadro 3.1). La zona costera en donde se ubica este SSEP tiene influencia de las Reservas de la Biosfera RBC y RBP, ambas consideradas como hábitat crítico de los recursos pesqueros costeros por sus amplias zonas de manglares (Cuadro 3.3).

SSEP 2, localidades urbanas de San Francisco de Campeche y Lerma

La captura promedio fue de 3,627 toneladas. El pulpo maya tiene el mayor volumen desembarcado (el 48.5 %). Otra pesquería importante es la de caracol, que representa el 4.7 % de las capturas. El resto de las pesquerías se concentra en especies de escama marina, como el chac-chi (*Haemulon plumierii*) con el 4.4 % y el jurel con el 5.5 %. En el SSEP 2 la mayoría de los informantes clave tienen permisos de pesca de escama marina y de pulpo (el 94 %) (Cuadro 3.2). Los informantes clave reportan sus capturas en la oficina de pesca de San Francisco de Campeche.

El SSEP 2 tiene 175 UEPs (Cuadro 3.1); la mayoría son permisionarios (n = 100), cuenta con 40 cooperativas, tres federaciones o comités de pescadores, las otras 32 son otro tipo de organización (empresas relacionadas con la flota camaronera de mediana altura, como congeladoras, empacadoras, armadores de barcos, empresas navieras, y

empresas de maricultivo). El 75.9 % de las UEPs son micro. Este SSEP tiene registrados 1,181 pescadores y 477 embarcaciones. La zona costera donde se ubican las localidades de este SSEP tiene influencia de la RBP (Cuadro 3.3).

SSEP 3, localidades urbanas de Villa Madero y Seybaplaya

En el SSEP 3, el volumen de captura promedio fue de 6,216 toneladas. El jurel es la especie de mayor volumen de captura con el 22.3 %; seguido del pulpo maya que representa el 21.6 % de las capturas. En temporada de veda del pulpo los pescadores cambian sus equipos de pesca para capturar otras especies, como las de caracol, que representan el 3.3 %, y de escama marina, principalmente el charal (*Anchoa hepsetus*), que representa el 12.3 % del volumen capturado. En el SSEP 3 todos los informantes clave tienen permisos de pesca de escama marina y de pulpo, y el 25 % tiene permiso de caracol (Cuadro 3.2). Los informantes clave reportan sus capturas en la oficina de pesca de Seybaplaya.

Este SSEP tiene 40 UEPs (Cuadro 3.1), donde la mayoría son permisionarios (n = 30), 9 cooperativas y un frente de pescadores; el 76.9 % son micro. Tiene registrados 1, 551 pescadores y 402 embarcaciones. La zona costera no tiene ANP, sin embargo, algunas secciones de su línea costera están protegidas por manglares (Cuadro 3.3).

SSEP 4, localidad urbana de Champotón

En este SSEP el volumen de captura fue de 6,005 toneladas. El mayor volumen de captura es de pulpo maya con 33.8 %, y jurel con el 29.4 %; otras pesquerías importantes son la de caracol con el 7.6 %. En el SSEP 4, todos los informantes clave tienen permisos de pesca de escama marina, el 88 % de pulpo y el 63 % de caracol (Cuadro 3.2). Este sistema tiene 107 UEPs (Cuadro 3.1), 88 son permisionarios, 17 cooperativas y 3 frentes o uniones de pescadores; el 89.5 % de las UEPs se clasifican como micro. Tiene registrados 1, 248 pescadores y 520 embarcaciones. La topografía del fondo marino tiene pequeños bajos que forman barras cercanas a la costa, producidos por el acarreo de sedimentos provenientes del río Champotón, del canal de Yucatán y del sistema de manglar. Este SSEP no tiene ANP (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.1. Sistemas Socio-Ecológicos Pesqueros (SSEP) de pequeña escala de Campeche.

SSEP	Oficinas de pesca	Municipio	Localidades pesqueras	Características pesqueras Estacionalidad de las pesquerías	UEPs	Embarcaciones
SSEP 1	Isla Arena	Calkiní	Isla Arena	Dinámica de la flota influida por la pesca de pulpo maya (agosto-diciembre), caracol (marzo-julio), cazón (abril-junio y septiembre-abril) y escama marina todo el año, principalmente corvina y boquinete.	106	300
SSEP 2	Campeche	Campeche	Campeche y Lerma	Dinámica de la flota influida por la pesca de pulpo maya (agosto-diciembre), caracol (marzo-julio), y escama marina todo el año, principalmente chac-chi, corvina y pargo.	175	477
SSEP 3	Seybaplaya	Seybaplaya	Villa Madero y Seybaplaya	Dinámica de la flota influida por la pesca de pulpo maya (agosto-diciembre), caracol (marzo-julio) y escama marina, principalmente jurel, sierra, bonito, bandera y macabí (enero-diciembre) y charal (noviembre-abril).	40	402
SSEP 4	Champotón	Champotón	Champotón	Dinámica de la flota influida por la pesca de pulpo maya (agosto-diciembre), caracol (marzo-julio), y escama marina todo el año, principalmente jurel, sierra y macabí.	107	520
SSEP 5	Sabancuy	Carmen	Sabancuy	Dinámica de la flota influida por la pesca de pulpo maya (agosto-diciembre), jaiba, raya y de escama marina todo el año, principalmente la sierra, jurel, bandera y huachinango.	49	391
SSEP 6	Isla aguada	Carmen	Isla aguada	Dinámica de la flota influida por la pesca de jaiba y de escama marina todo el año, principalmente sierra, jurel, robalo y corvina.	75	264
SSEP 7	Carmen	Carmen	Ciudad del Carmen	Dinámica de la flota influida por la pesca de camarón siete barbas (octubre-abril), jaiba, raya y escama marina todo el año, principalmente robalo, chopo, corvina, bandera y pargo.	74	504
SSEP 8	Atasta	Carmen	Atasta, San Antonio Cárdenas, Colonia Emiliano Zapata y Nuevo Campechito	Dinámica de la flota influida por la pesca de camarón siete barbas (octubre-abril), jaiba y escama marina todo el año, principalmente bandera, chopo, robalo, jurel y sierra.	43	479

Fuente: elaboración propia con base en información documental y trabajo de campo.

Cuadro 3.2. Porcentaje de usuarios que tienen permisos de pesca por recurso por sistema socio-ecológicos pesquero (SSEP) de pequeña escala de Campeche, y los recursos de mayor importancia comercial.

SSEP	Porcentaje de usuarios con permisos de pesca								Recursos de mayor importancia comercial
	Escama	Pulpo	Caracol	Cangrejo	Charal	Tiburón	Jaiba	Camarón	
1	100 %	94 %	61 %						Pulpo, caracol y corvina
2	94 %	94 %	18 %	18 %		6 %			Pulpo, robalo y sierra
3	100 %	100 %	25 %	6 %	6 %	6 %			Pulpo, robalo y sierra
4	100 %	88 %	63 %	13 %		13 %	13 %		Pulpo, robalo y huachinango
5	100 %	72 %				17 %	56 %		Huachinango, robalo y pulpo
6	100 %					47 %	82 %	6 %	Jaiba, robalo y sierra
7	100 %					6 %		88 %	Camarón siete barbas y robalo
8	93 %						47 %	27 %	Jaiba, robalo y sierra

Fuente: elaboración propia con base en información de trabajo de campo.

Cuadro 3.3. Sistemas socio-ecológicos pesqueros (SSEP) de pequeña escala de Campeche, con la región costero-marina a la que pertenecen y su contexto biofísico. RBC: Reserva de la Biosfera de Celestún; RBLP: Reserva de la Biosfera los Petenes; APFFLT: Área de Protección de Flora y Fauna de la Laguna de Términos.

SSEP	Región costero-marina	El contexto biofísico Zonas marinas	Regiones CONANP	ÁNP
1	Zona norte: con condiciones marinas de la provincia carbonatada.	Extensas zonas de manglares y amplia plataforma continental.	Región de la Península de Yucatán y Mar Caribe	RBC y RBLP
2		De composición kárstica y amplia plataforma continental. Con amplia extensión de manglares; sirve como área de crianza de organismos bentónicos.		RBLP
3		Su composición es kárstica de carbonato de calcio, con línea costera protegida por los manglares, carece de playas, tiene pequeños accesos a la costa.		
4		Amplia plataforma con profundidades bajas y pendiente suave y prolongada. Pequeños bajos que forman barras cerca de la costa. Presencia del río Champotón.		
5	La zona sur: se sitúa en la provincia deltaica, de fuerte influencia estuarina.	Presencia del sistema fluvio-lagunar estero de Sabancuy, formado por barreras de arena y manglar. En la costa del Golfo de México, se despliegan varias playas de suave oleaje.	Región de la Planicie Costera y Golfo de México	APFFLT
6		Ubicación de la Boca de Puerto Real, que es entrada a la Laguna de Términos. En su porción oriental, cuenta con una amplia plataforma.		APFFLT
7		Presencia de la Laguna de Términos, con aporte de sedimentos y el desarrollo de llanuras aluviales de los ríos.		APFFLT
8		Presencia del conjunto lagunar que rodea la Laguna de Términos, que está formado por más de 10 lagunas interiores. La zona costera frente a Emiliano Zapata limita con el río San Pedro, que es un brazo que deriva del Usumacinta.		APFFLT

Fuente: elaboración propia con base en información documental.

SSEP 5, localidad urbana de Sabancuy

En este SSEP el volumen de captura promedio fue de 3,441 toneladas. El mayor volumen se concentra en las pesquerías de escama marina, como la de jurel con 26.9 %, sierra (*Scomberomorus maculatus*) con 13.9 % y bagre bandera (*Bagre marinus*) con 10.1 %. También son importantes la pesquería de pulpo maya con el 10.3 % y la de jaiba con el 7.9 %. En este SSEP todos los informantes clave tienen permisos de pesca de escama marina, y la mayoría tiene de pulpo (el 72 %) y de jaiba (el 56 %) (Cuadro 3.2).

El SSEP 5 tiene 49 UEPs (Cuadro 3.1), de las cuales 28 son cooperativas, 19 son permisionarios y el resto (n = 2) son otro tipo de organización (bodegas que tiene por actividad la compra y venta de pescados y mariscos). El 51.1 % de las UEPs son de tipo micro y tiene registrados 678 pescadores y 391 embarcaciones. En este SSEP se encuentra el estero de Sabancuy, formado por barreras de arena y manglar. El estero forma parte de la ANP APFFLT (Cuadro 3.3).

SSEP 6, localidad urbana de Isla Aguada

En este SSEP el volumen de captura fue de 4,579 toneladas. La pesquería de jaiba tiene el mayor volumen de captura con el 31.8 %. Otras especies importantes son de escama marina, como sierra con el 12.8 %, jurel con el 12.7 %, y robalo (*Centropomus undecimalis*) con el 9.2 %. En este SSEP todos los informantes clave tienen permisos de pesca de escama marina, la mayoría tiene de jaiba (el 82 %) y el 47 % tiene de tiburón (Cuadro 3.2).

Este SSEP tiene 75 UEPs (Cuadro 3.1), 43 permisionarios, 30 cooperativas, una unión de pescadores y una bodega que tiene por actividad la compra y venta de pescados y mariscos. El 64.9 % de las UEPs son micro, y tienen registrados 498 pescadores y 264 embarcaciones. Este SSEP se encuentra en la APFFLT (Cuadro 3.3).

SSEP 7, localidad urbana de Ciudad del Carmen

En este SSEP el volumen de captura promedio fue de 3,285 toneladas. El mayor volumen de captura fue para la pesquería de camarón siete barbas con el 23.7 %, seguida de la pesquería de robalo con el 23.2 %. También son importantes otras pesquerías de escama marina como la corvina con el 6.5 %, la chopá (*Lobotes surinamensis*) con el 6.2 % y

pargos con el 3.8 %. En el SSEP 7 todos los informantes clave tienen permisos de pesca de escama marina y la mayoría tiene de camarón siete barbas (el 88 %) (Cuadro 3.2).

Este SSEP posee 74 UEPs (Cuadro 3.1), de las cuales 68 son cooperativas, 5 son permisionarios, una unión de pescadores y 5 son otro tipo de organización (empresas relacionadas a la flota camaronera de mediana altura, como comercializadoras, congeladoras y empresas navieras). El 73 % de las UEPs se clasifican en pequeñas. El SSEP tiene registrados 1,162 pescadores y 504 embarcaciones. Este SSEP se encuentra en la APFFLT (Cuadro 3.3).

SSEP 8, localidades rurales de Nuevo Campechito, Colonia Emiliano Zapata, y localidades urbanas San Antonio Cárdenas y Atasta

En este SSEP el volumen de captura fue de 1,762 toneladas. La pesquería de jaiba representa el 35.8 % de las capturas, el camarón siete barbas el 16.9 % y el robalo el 11.3 %. En este SSEP la mayoría de los informantes clave tienen permisos de pesca de escama marina (el 94 %), el 47.5 % de jaiba y el 27 % de camarón siete barbas (Cuadro 3.2). Los informantes clave reportan sus capturas en la oficina de pesca de Atasta.

Este sistema tiene 43 UEPs (Cuadro 3.1), 31 son cooperativas y 12 son permisionarios; el 62.8 % de las UEPs se clasifican en pequeñas. Tiene registrados 1,050 pescadores y 479 embarcaciones. Este SSEP tiene lagunas interiores dulceacuícolas y marinas, que son un importante hábitat para la crianza, el crecimiento y la alimentación de diversas especies marinas y se encuentra en la APFFLT (Cuadro 3.3).

Caracterización y análisis de los componentes socio-ecológicos de los sistemas pesqueros

Los SSEP con mayor cantidad de informantes clave que pertenecen a algún tipo de organización pesquera, ya sea, frente, unión o federación de pescadores, son el SSEP 7 con un 93.8 %, el SSEP 6 con el 82.4 %, el SSEP 8 con el 80 %, el SSEP 3 con el 75 %, y el SSEP 5 con el 66.7 %. Sin embargo, un reconocimiento por la mayoría de los usuarios al trabajo del líder pesquero solo ocurre en el SSEP 6 con el 94.1 %, el SSEP 2 con el 82.4 % y el SSEP 3 con el 68.8 % (Fig. 3.5a). En el SSEP 6 existen dos líderes pesqueros, pero, solo uno de ellos genera confianza en el 88 % de los informantes clave, porque

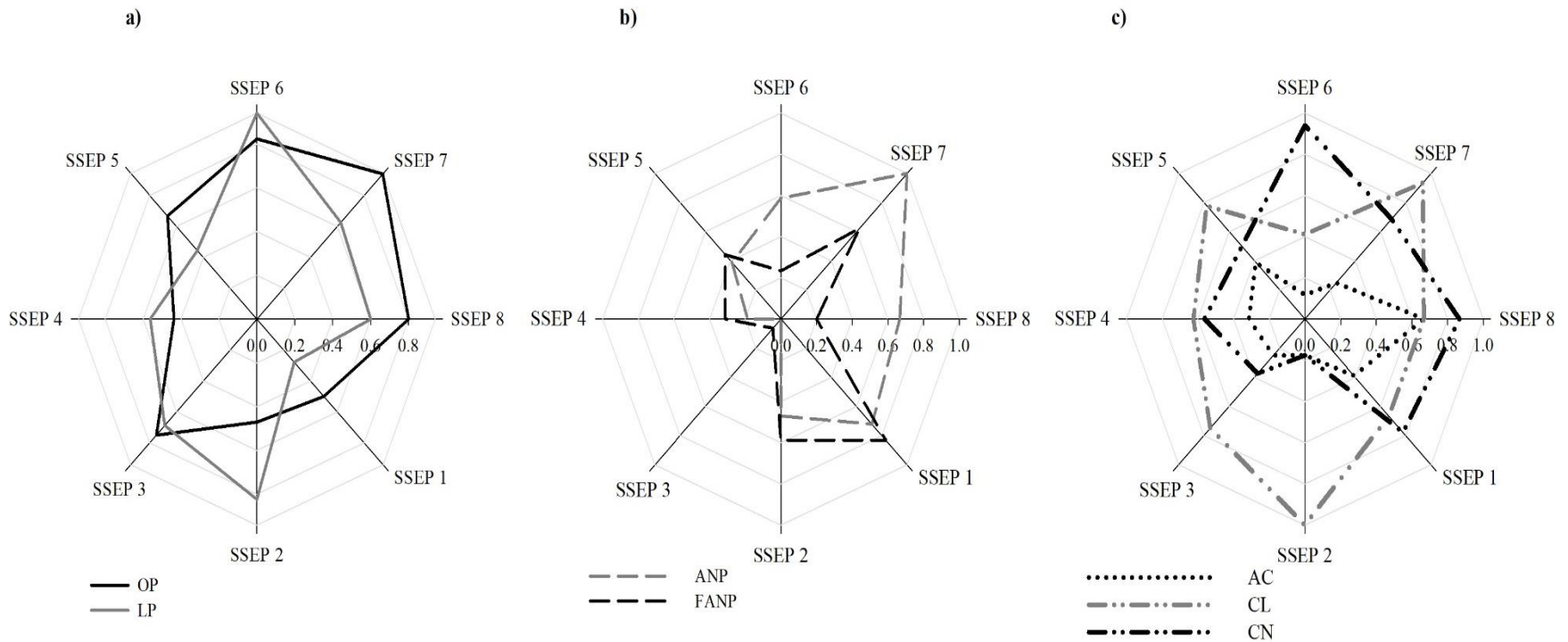
mantiene informado al sector y está trabajando para mejorar la actividad pesquera. En el SSEP 3, los informantes clave identifican cinco líderes pesqueros (cada uno con su propia asociación pesquera), por lo que la aceptación de los líderes está dividida en ese SSEP.

El conocimiento de la presencia de ANP en su localidad o zonas de pesca es alto en el SSEP 7 con el 100 %, el SSEP 1 con el 72.2 %, y el SSEP 8 con el 66.7 %. Sin embargo, el conocimiento sobre la función de las ANP solo es alto en el SSEP 1 (con el 83.3 %) (Fig. 3.5b). El SSEP 8 es el único que muestra alta dependencia a actividades económicas complementarias a la pesca, con el 66.7 % (Fig. 3.5c). En este SSEP las actividades complementarias a la pesca más comunes son las primarias con el 40 %, como la acuicultura, la ganadería, o la agricultura, y terciarias con el 26.6 %, como el transporte público, o el comercio al por menor de abarrotes y alimentos. La mayoría de los SSEP tienen alto grado de comercio local de sus productos pesqueros, SSEP 2 (100 %), SSEP 7 (93.8 %), SSEP 5 (77.8 %), SSEP 3 (75 %), SSEP 1 y SSEP 8 (66.7 %). Los SSEP con alto grado de comercio nacional son el SSEP 6 (94.1 %), el SSEP 8 (86.7 %), el SSEP 1 (77.8 %) y el SSEP 7 (68.8 %) (Fig. 3.5c).

Discusión

En México, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS) y su reglamento mencionan que los instrumentos de política pesquera (programas de ordenamiento y planes de manejo) deben contener aspectos sociales y ecológicos (DOF 2007) y seguir criterios de manejo regionalizado, así como considerar aspectos del ecosistema, características socioeconómicas, movilidad de las flotas, entre otros (DOF 2018b). Adicionalmente, en el documento de Políticas de Ordenamiento para la Pesca y Acuicultura Sustentables, se establece que se requiere un enfoque que incluya aspectos biológicos, ecosistémicos, sociales, económicos y jurídico-administrativos para que el sistema pesquero sea sustentable (CONAPESCA 2010). No obstante, la unidad para el manejo de los recursos pesqueros en México se sigue estableciendo por especie o grupos de especies objetivo y no de manera regionalizada. Existen 21 planes de manejo pesquero por recurso o grupo de recursos en México (Peña-Puch et al. 2020) y solo dos planes de manejo por sistema lagunar, con su conjunto de recursos y usuarios (DOF 2019).

Fig. 3.5. Biogramas con los componentes de los sistemas socio-ecológico pesqueros (SSEP) de pequeña escala de Campeche. Proporción de respuestas de los informantes clave con respecto a: a) pertenencia a organizaciones pesqueras (OP), y aceptación de líderes pesqueros (LP); b) conocimiento sobre presencia de Áreas Naturales Protegidas (ANP), y conocimiento sobre la función de las ANP; c) participación en actividades complementarias a la pesca (AC), en comercio local (CL), y en comercio nacional (CN).



Fuente: elaboración propia con base en información de trabajo de campo.

El manejo espacial, que integra localidades con su diversidad de usuarios, de recursos pesqueros, su modo de gobernanza y que comparten dinámicas y características de pesca similares, ayuda a visualizar los objetivos de manejo comunes; algo que se dificulta visualizar cuando se establecen planes de manejo por cada recurso pesquero de una región determinada (Pérez-Jiménez et al. 2016). Un ejemplo de delimitación espacial de unidades de manejo pesquero en México se describe en Leslie et al. (2015), quienes realizaron el mapeo de SSEP para las localidades con pesquerías de pequeña escala en la costa de Baja California Sur; por lo que ya se han iniciado esfuerzos de investigación para encaminar a las pesquerías de pequeña escala hacia un manejo regionalizado. Emplear como unidad de manejo a los SSEP, puede ayudar a mejorar el manejo de las pesquerías, ya que se da una interpretación de los contextos locales, de las relaciones humano-ambiente y los recursos naturales (Wyborn y Bixler 2013).

La delimitación de SSEP que se presentó en esta investigación es una propuesta metodológica simple que ayuda a visualizar unidades de manejo espacial, como herramientas para enfrentar las complejidades de las pesquerías de pequeña escala (Berkes 2003). A partir de la consideración de que en los SSEs muy pequeños se puede perder la comprensión de las dinámicas sociales y ecológicas que suceden a una escala espacial mayor; y en un SSE muy extenso se presentan dificultades para describir y comprender procesos sociales que involucren a mayor cantidad de actores y procesos ecológicos que impliquen más factores biofísicos y recursos pesqueros (Pérez Jiménez et al. 2016). Por lo que, no es conveniente usar solo el contexto biofísico, ya que con las grandes regiones marinas solo se tendrían dos o tres SSEP y no se podrían observar fácilmente las diferencias entre las variables socio-ecológicas de los sistemas pesqueros. Considerando las características que tienen las pesquerías de pequeña escala (Berkes 2003; Chuenpagdee y Jentoft 2007; Defeo y Castilla 2005; Salas et al. 2007), es necesario considerar el volumen de captura, esfuerzo pesquero y la dinámica de la flota pesquera (FAO 2015; McClanahan y Castilla 2007), para delimitar los SSEP; ya que considerando estos criterios se logra observar un comportamiento único en cada sistema pesquero.

La propuesta metodológica de la delimitación de los SSEP de pequeña escala es un avance para que el manejo pesquero mexicano pueda pasar de unidades de manejo por especie o grupos de especies a unidades de manejo regionales (espaciales). El uso de bases nacionales de acceso público en la delimitación de los SSEP podría ayudar a investigadores y administradores gubernamentales en la elaboración de los ordenamientos pesqueros regionales. Especialmente para contextos locales en donde los usuarios participan en varias pesquerías a lo largo del año, las localidades están bien comunicadas (bajo aislamiento), no existen derechos de pesca de uso territorial, existen pocas opciones de actividades alternativas a la pesca, se cuenta con una amplia diversidad de especies objetivo, donde la mayoría de éstas no son sésiles y se tiene presencia de ANP en la zona marino-costera.

Los SSEP tienen una combinación de características únicas

Los ocho SSEP delimitados en el presente estudio tienen una combinación de características únicas, desde el punto de vista del contexto físico, volumen de captura y esfuerzo pesquero, y dinámica de la flota. Cabe señalar que a diferencia de la metodología de Leslie et al. (2015), en el presente estudio no se hacen polígonos de pesca, sino que la delimitación se centra en la dinámica de las pesquerías, en donde el contexto biofísico juega un papel importante, porque determina la diversidad y abundancia estacional de los recursos. Además, en el presente estudio, una de las fuentes de información fueron entrevistas a informantes clave de las localidades pesqueras (permisionarios, directivos de cooperativas y directivos de organizaciones pesqueras), en cambio Leslie et al. (2015) realizó entrevistas a los investigadores y administradores de la conservación (es decir, académicos y expertos de la zona de estudio). Otra diferencia importante radica en la dinámica de las flotas pesqueras entre la región del Pacífico norte (Leslie et al. 2015) y el sur del Golfo de México (presente estudio); ya que, en el sur del Golfo el traslado de los pescadores entre localidades no es tan relevante porque la mayor parte del comercio es a nivel local a través de los intermediarios, quienes trasladan los productos pesqueros a diferentes puntos de la región.

Las características en los subsistemas (unidad de recurso, usuarios, sistema de recursos y gobernanza) y su interrelación, producen una conducta única en cada SSEP (Defeo et al. 2007). En el presente estudio, las variaciones de la disponibilidad de los recursos pesqueros entre los SSEP, se relaciona con su contexto biofísico de la zona costero-marina. Por otra parte, las diferencias en las organizaciones que componen los SSEP conciernen a las diferentes formas de acceso a la pesca (ya sea como permisionarios o como cooperativistas) y la disponibilidad de permisos de pesca que tienen para diversos recursos pesqueros.

Para describir las características socio-ecológicas de los SSEP aún quedan factores por considerar como la pesca ilegal, no declarada y no documentada, ya sea por pescadores sin permiso o por el uso de equipos y métodos de pesca no permitidos, además de la cadena de valor de los recursos marinos, y la relación entre los usuarios del sistema de gobernanza. De cualquier manera, la información recopilada y generada en el presente estudio para delimitar y caracterizar los SSEP a partir de las variables socio-ecológicas, puede usarse también para la evaluación del potencial de sustentabilidad de cada SSEP (Leslie et al. 2015) y para la posterior instrumentación de manejo pesquero regionalizado.

En los SSEP de la zona norte hay mayor cantidad de usuarios y de UEPs

Para que los SSEP sean unidades de manejo pesquero, es importante considerar la escala al momento de delimitarlos. El tamaño de los SSEP es muy importante, porque en los SSEP muy pequeños se puede perder la comprensión de las dinámicas sociales y ecológicas que suceden a una escala espacial mayor; y en un SSEP muy grande se presentan dificultades para describir y comprender procesos sociales que involucren a mayor cantidad de usuarios y procesos ecológicos que impliquen más factores biofísicos y recursos pesqueros (Pérez-Jiménez et al. 2016). Además, se ha reconocido que los usuarios con sistemas de dimensión moderada tienen más probabilidades de autoorganizarse (Wilson et al. 2007; Chhatre y Agrawal 2008; Ostrom 2009) y establecer medidas de manejo más eficientes. Así, a pesar de que en los SSEP de la zona norte del presente estudio hay mayor cantidad de usuarios y de UEPs, el número de embarcaciones no es tan variable entre los SSEP de ambas zonas (norte y sur).

La mayoría de los usuarios están agregados en organizaciones pesqueras

La mayoría de los usuarios (los permisionarios y los socios de cooperativas) se agrupan en organizaciones pesqueras que tiene un líder, no obstante, en pocos SSEP se reconoce un trabajo positivo de estos líderes pesqueros. Gutiérrez et al. (2011) resalta que el liderazgo es crítico para el éxito de las pesquerías. Sin embargo, para que los líderes influyan en el cumplimiento de las normas formales y ayuden a la resolución de conflictos, deben guiarse por intereses colectivos antes que los propios (Feelders 1999).

Una de las problemáticas de la pesca ribereña de Campeche, es que se define a las organizaciones pesqueras como estructuras sociales de presión política para la solicitud de recursos económicos (Botello Ruvalcaba et al. 2010b). Consideramos necesario que las organizaciones pesqueras deben participar en la solución de los problemas que enfrenta el sector, por lo que se requiere mayor investigación para identificar los mecanismos apropiados que garanticen la rendición de cuentas y transparencia de los líderes de esas organizaciones pesqueras (Finkbeiner y Basurto 2015), ya que en la mayoría de los SSEP identificados no se percibe como positivo el trabajo de los líderes pesqueros.

En los SSEP se realizan escasas actividades complementarias a la pesca

Otra problemática de la pesca ribereña de Campeche es la ineficaz estrategia de comercialización de los pescadores, ya que tienden a esperar la llegada de los compradores foráneos para comercializar su captura (Botello Ruvalcaba et al. 2010b). En la mayoría de los SSEP identificados en el presente estudio, los usuarios tienden a comercializar sus productos pesqueros a nivel local, a través de intermediarios. Sin embargo, si los pescadores no tienen la capacitación o interés para darle valor agregado a los recursos y para buscar nuevos canales de distribución, es muy probable que no se solucione esta problemática. Con una mayor participación de los pescadores en las cadenas de valor, se pueden generar múltiples beneficios para las localidades pesqueras (Gutiérrez et al. 2011). Por ello, los pescadores requieren de asociarse y capacitarse para gestionar el acceso al financiamiento, negociar acuerdos colectivos con los compradores y desarrollar sus propios canales de comercialización (Jiménez-Badillo 2008). Adicionalmente, los SSEP de Campeche se componen en su mayoría por localidades

urbanas y aunque los usuarios tienen mayores posibilidades para realizar otras actividades económicas, comparadas con los que residen en áreas rurales, tal como lo describe Tannerfeldt y Ljung (2006), se determinó que son muy pocos los que realizan actividades complementarias a la pesca, lo que genera mayor exposición de los pescadores ante las problemáticas complejas que enfrenta el sector.

Pocos informantes clave tienen conocimiento sobre la presencia y función de ANP

Se identificó en el presente estudio que a pesar de que en la mayoría de los SSEP se encuentra por lo menos una ANP, son pocos los usuarios que tienen conocimiento sobre su presencia y función. Por lo que se debe fortalecer el conocimiento de los pescadores en los SSEP de pequeña escala de Campeche sobre la función de las ANP, así como incluirlos en la implementación de medidas de manejo en estas áreas. Con el interés para recuperar la biomasa de los recursos marinos y mantener la salud del ecosistema, los pescadores pueden establecer zonas voluntarias de no captura, ya que estos esquemas de manejo son más efectivos que otras formas de ANP que tienen mayor restricción en el acceso (Rife et al. 2013; Sala y Giakoumi 2018).

Las áreas protegidas costero-marinas consideradas como estrategias de manejo y para la conservación del ecosistema marino que incentiva la sustentabilidad de las pesquerías (Castilla 2000), deben vincularse a la dinámica socio-ecológica de las localidades del área (Breiman 2001). Sin embargo, gran parte de su éxito depende de las actitudes de los pescadores hacia esta estrategia de manejo (Pita et al. 2011), ya que el esquema de gobernanza vertical y la mínima participación de los usuarios de las localidades costeras ha ocasionado resultados decepcionantes (Ayer et al. 2018).

Consideraciones finales

Muchos problemas de sobreexplotación se han suscitado como resultado de estrategias erróneas de intervención en el manejo y en la gobernanza de los recursos naturales (Caddy y Defeo 2003; Ostrom 2009). Para establecer un marco de manejo que integre los aspectos socio-ecológicos, los conocimientos y las expectativas de los usuarios locales deben visualizarse dentro del marco (Castilla y Defeo 2001; Carpenter et al. 2012). El gobierno de México ha decretado una política facilitadora en la creación de

instituciones de co-manejo (manejo cooperativo entre pescadores y autoridades). Por ejemplo, en el reglamento de la LGPAS se reconoce la importancia de los usuarios para lograr el cumplimiento de los objetivos de los Planes de Manejo y para implementar estrategias de co-manejo (DOF 2018b). Sin embargo, aunque los usuarios tienen derechos para participar y tomar decisiones del manejo de los recursos (Pomeroy 1995; Gibbs 2008), aún no se revaloriza su papel como condición de éxito en el largo plazo.

La transición hacia pesquerías más equitativas y sustentables requiere de la comunicación y la coordinación entre el sector pesquero y el sector gubernamental, sin embargo, esto se dificulta por los diferentes objetivos que tiene cada sector (Pomeroy 1995; Gibbs 2008). Por lo que la corresponsabilidad de los usuarios (permisionarios y cooperativistas) y el sector gubernamental es fundamental para el manejo exitoso de los recursos. Es un gran desafío identificar y aislar los efectos de la implementación de una estrategia de intervención de manejo de otros factores que influyen en los sistemas pesqueros de pequeña escala donde la disponibilidad de información es escasa o nula (FAO 2015). Se necesita más trabajo para comprender e implementar las medidas de manejo que aborden las problemáticas que enfrenta el sector pesquero en los SSEP de Campeche; sin embargo, se considera que los conocimientos y las percepciones de los informantes clave presentados en este trabajo son relevantes en la planificación, desarrollo e implementación de medidas de manejo pesquero adecuadas a sus condiciones locales.

Agradecimientos

Especialmente a los pescadores y permisionarios de Campeche. Además, queremos agradecer a G. Williams-Jara que realizó el Fig. 3.2. Este estudio forma parte de la tesis doctoral del primer autor apoyada por el CONACYT 274360. Además, expresamos nuestra gratitud a los revisores cuyos comentarios nos ayudaron a mejorar nuestro manuscrito original.

Referencias

- Aburto J, Gallardo G, Stotz W, Cerda C, Mondaca-Schachermayer C, Vera K. 2013. Territorial user rights for artisanal fisheries in Chile - intended and unintended outcomes. *Ocean Coast Manag.* 71:284–295. doi:10.1016/j.ocecoaman.2012.09.015.
- Andrew N, Bene C, Hall SJ, Allison EH, Heck S, Ratner B. 2007. Diagnosis and management of small-scale fisheries in developing countries. *Fish.* 8:227–240. doi:10.1111/j.1467-2679.2007.00252.x.
- Ayer A, Fulton S, Caamal-Madrigal JA, Espinoza-Tenorio A. 2018. Halfway to sustainability: Management lessons from community-based, marine no-take zones in the Mexican Caribbean. *Mar Policy.* 93:22–30. doi:10.1016/j.marpol.2018.03.008.
- Berkes F. 2003. Alternatives to conventional management: Lessons from small-scale fisheries. *Environ.* 31:5–20.
- Berkes F, Mahon R, McConney P, Pollnac R, Pomeroy R. 2001. *Managing Small-scale Fisheries: Alternative directions and methods.* Ottawa, ON, Canadá K1G: International Development Research Centre.
- Botello Ruvalcaba MA, Villaseñor Talavera R, Rodríguez-Moreno F (eds.). 2010a. *Ordenamiento de pesquerías por recursos estratégicos de México. Tomo I.* Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, D.F.
- Botello Ruvalcaba MA, Villaseñor Talavera R, Mezo Villalobos S. 2010b. *Ordenamiento pesquero ribereño marino 2010.* CONAPESCA, México, D.F.
- Branch TA, Jensen OP, Ricard D, Ye Y, Hilborn R. 2011. Contrasting Global Trends in Marine Fishery Status Obtained from Catches and from Stock Assessments. *Conserv Biol.* 25:777–786. doi:10.1111/j.1523-1739.2011.01687.x.
- Breiman L. 2001. Random forests. *Mach Learn.* 45:5–32. doi:10.1007/9781441993267_5.

- Cabrera JL, Defeo O. 2001. Daily bioeconomic analysis in a multispecific artisanal fishery in Yucatan, Mexico. *Aquat Living Resour.* 14:19–28. doi:10.1016/S0990-7440(00)01094-9.
- Caddy JF, Defeo O. 2003. Enhancing or restoring and other marine populations of shellfish the productivity of natural invertebrate resources. Rome.
- Carpenter SR, Arrow KJ, Barrett S, Biggs R, Brock WA, Crépin AS, Engström G, Folke C, Hughes TP, Kautsky N, et al. 2012. General resilience to cope with extreme events. *Sustainability.* 4:3248–3259. doi:10.3390/su4123248.
- Carrillo Alejandro P, Quiroga Brahm C, Castañeda Chávez MR, Wakida Kusunoki AT, Márquez García E, Lorán Núñez RM, Martínez Isunza FR, Villanueva Fortanelli JJ, Lango Reynoso F, Romero Hernández E, Galaviz Villa I, Galindo-Cortes G, Zárate-Noble V. 2012. Plan de manejo pesquero del sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco. Para una actividad pesquera sustentable. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- Castilla JC. 2000. Roles of experimental marine ecology in coastal management and conservation. *J Exp Mar Bio Ecol.* 250:3–21. doi:10.1016/S0022-0981(00)00177-5.
- Castilla JC, Defeo O. 2001. Latin American benthic shellfisheries: Emphasis on Co-management and experimental practices. *Rev Fish Biol Fish.* 11:1–30. doi:10.1023/A:1014235924952.
- Chhatre A, Agrawal A. 2008. Forest commons and local enforcement. *Proc Natl Acad Sci.* 105:13286–13291. doi:10.1073/pnas.0803399105.
- Chuenpagdee R, Jentoft S. 2007. Step zero for fisheries co-management: What precedes implementation. *Mar Policy.* 31:657–668. doi:10.1016/j.marpol.2007.03.013.
- CONAPESCA. 2010. Políticas de ordenamiento para la Pesca y Acuicultura Sustentables, en el marco de Programa Rector de Pesca y Acuicultura. México, D. F.: SAGARPA.

- Defeo O, Castilla JC. 2005. More than one bag for the world fishery crisis and keys for co-management successes in selected artisanal Latin American shellfisheries. *Rev Fish Biol Fish.* 15:265–283. doi:10.1007/s11160-005-4865-0.
- Defeo O, McClanahan TR, Castilla JC. 2007. A Brief History of Fisheries Management with Emphasis on Societal Participatory Roles. En: McClanahan T, Castilla J, editores. *Fisheries Management: Progress Towards Sustainability.* p. 1–21.
- DOF. 2007. Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 2007. Última reforma publicada DOF 19-01-2018. México: Diario Oficial de la Federación.
- DOF. 2012. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación, SAGARPA.
- DOF. 2014a. Plan de Manejo Pesquero de las especies de caracol del litoral del Estado de Campeche.
- DOF. 2014b. Plan de Manejo Pesquero de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) en las costas de los estados de Campeche y Tabasco. Diario Oficial de la Federación, SAGARPA.
- DOF. 2018a. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación, SAGARPA.
- DOF. 2018b. Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.
- DOF. 2019. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero Ecosistémico del Sistema Lagunar Altata-Ensenada del Pabellón, ubicado en los municipios de Navolato y Culiacán, del Estado de Sinaloa. SADER.
- FAO. 2015. Enfoque ecosistémico pesquero. Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina, por Omar Defeo. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 592. Roma, Italia.
- Feelders A. 1999. Handling missing data in trees: surrogate splits or statistical imputation? En: Zytrow JM, Rauch J, editores. *Principles of Data Mining and Knowledge Discovery.* Berlín Heidelberg: PKDD'99, LNAI 1704. p. 329–334.

- Fernández JI, Álvarez-Torres P, Arreguín-Sánchez F, López-Lemus LG, Ponce G, Díaz-de-León A, Arcos-Huitrón E, del Monte-Luna P. 2011. Coastal fisheries of Mexico. En: Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 544. Rome: FAO. p. 231–284.
- Finkbeiner EM, Basurto X. 2015. Re-defining co-management to facilitate small-scale fisheries reform: An illustration from northwest Mexico. *Mar Policy*. 51:433–441. doi:10.1016/j.marpol.2014.10.010.
- Flores-Hernández D, Markaida U, Pérez-Jiménez JC, Ramos-Miranda J. 2010. Las pesquerías. En: *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. p. 580–587.
- Flores-Hernández D. 1994. El papel de la pesca artesanal en el estado de Campeche. *Jaina Boletín Inf*. 5:9.
- Flores-Hernández D, Sánchez-Gil P, Ramos-Miranda J, Yáñez-Arancibia A. 1991. Pesca Artesanal en el Golfo de México. Un ejemplo en el Estado de Campeche. En: *Proceedings of the American Fisheries Society*. San Antonio, Texas: Annual Meeting.
- Gallopín GC. 1991. Human dimensions of global change: linking the global and the local processes. En: *International Social Science Journal. Global Environmental Change. Concepts, data, methods, modelling, co-operation with natural sciences*. Vol. 43. Blackwell Publishers/ UNESCO. p. 707–718.
- Gallopín GC. 2006. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Glob Environ Chang*. 16:293–303. doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004.
- Gallopín GC, Funtowicz S, O'Connor M, Ravetz J. 2001. Science for the Twenty-First Century: From Social Contract to the Scientific Core. *Int Soc Sci J*. 53:219–229. doi:10.1111/1468-2451.00311.
- García SM, Cochrane KL. 2005. Ecosystem approach to fisheries: A review of implementation guidelines. *ICES J Mar Sci*. 62:311–318. doi:10.1016/j.icesjms.2004.12.003.

- Gibbs MT. 2008. Network governance in fisheries. *Mar Policy*. 32:113–119. doi:10.1016/j.marpol.2007.05.002.
- Gutiérrez NL, Hilborn R, Defeo O. 2011. Leadership, social capital and incentives promote successful fisheries. *Nature*. 470:386–389. doi:10.1038/nature09689.
- Hilborn R, Walters C. 1992. *Quantitative Fisheries Stock Assessment. Choice, Dynamics and Uncertainty*. Chapman & Hall, London.
- Hilborn R, Walters CJ. 1987. A General Model for Simulation of Stock and Fleet Dynamics in Spatially Heterogeneous Fisheries. *Can J Fish Aquat Sci*. 44:1366–1369. doi:10.1139/f87-163.
- INE, SEMARNAP. 1997. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. INE, editor. México, D.F. El.
- INEGI. 2018. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. [consultado 2018 oct 8]. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- INEGI. 2019. Población rural y urbana.
- Jentoft S. 2000. The community: A missing link of fisheries management. *Mar Policy*. 24:53–59. doi:10.1016/S0308-597X(99)00009-3.
- Jiménez-Badillo L. 2008. Management challenges of small-scale fishing communities in a protected reef system of Veracruz, Gulf of Mexico. *Fish Manag Ecol*. 15:19–26. doi:10.1111/j.1365-2400.2007.00565.x.
- Leslie HM, Basurto X, Nenadovic M, Sievanen L, Cavanaugh KC, Cota-Nieto JJ, Erisman BE, Finkbeiner E, Hinojosa-Arango G, Moreno-Báez M, et al. 2015. Operationalizing the social-ecological systems framework to assess sustainability. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 112:5979–5984. doi:10.1073/pnas.1414640112.
- McClanahan T, Castilla JC. 2007. *Fisheries Management: Progress Towards Sustainability*. Wiley-Blackwell.
- Ostrom E. 2007. A diagnostic approach for going beyond panaceas. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 104:15181–15187. doi:10.1073/pnas.0702288104.

- Ostrom E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science* (80-). 325:419–422. doi:10.1126/science.1172133.
- Pahl-Wostl C. 2007. The implications of complexity for integrated resources management. *Environ Model Softw.* 22:561–569. doi:10.1016/j.envsoft.2005.12.024.
- Peña-Puch A del C, Pérez-Jiménez JC, Espinoza-Tenorio A. 2020. Advances in the study of Mexican fisheries with the social-ecological system (SES) perspective and its inclusion in fishery management policy. *Ocean Coast Manag.* 185:1–6. doi:10.1016/j.ocecoaman.2019.105065.
- Pérez-Jiménez JC, Peña-Puch A, Méndez-Loeza I, Giard-Leroux A, Flores-Ramos EF, Rasgado-López JF. 2016. Las pesquerías artesanales de elasmobranchios como parte de sistemas pesqueros complejos en el sur del Golfo de México. *Cienc Pesq.* 24:113–124.
- Pita C, Pierce GJ, Theodossiou I, Macpherson K. 2011. An overview of commercial fishers' attitudes towards marine protected areas. *Hydrobiologia.* 670:289–306. doi:10.1007/s10750-011-0665-9.
- Pitcher TJ, Cheung WWL. 2013. Fisheries: Hope or despair? *Mar Pollut Bull.* 74:506–516. doi:10.1016/j.marpolbul.2013.05.045.
- Pomeroy RS. 1995. Community-based and co-management institutions for sustainable coastal fisheries management in Southeast Asia. *Ocean Coast Manag.* 27:143–162. doi:10.1016/0964-5691(95)00042-9.
- Pontecorvo G, Schrank WE. 2014. The continued decline in the world catch of marine fish. *Mar Policy.* 44:117–119. doi:10.1016/j.marpol.2013.08.016.
- Rife AN, Aburto-Oropeza O, Hastings PA, Erisman B, Ballantyne F, Wielgus J, Sala E, Gerber L. 2013. Long-term effectiveness of a multi-use marine protected area on reef fish assemblages and fisheries landings. *J Environ Manage.* 117:276–283. doi:10.1016/j.jenvman.2012.12.029.
- SAGARPA-CONAPESCA. 2013. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2013.

- SAGARPA-CONAPESCA. 2014a. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2014. México.
- SAGARPA-CONAPESCA. 2014b. Periodos de Veda Para Especies Marinas y Dulceacuícolas.
- SAGARPA-CONAPESCA. 2017. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2017 de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. SAGARPA, CONAPESCA.
- Sala E, Giakoumi S. 2018. No-take marine reserves are the most effective protected areas in the ocean. *ICES J Mar Sci.* 75:1166–1168. doi:10.1093/icesjms/fsx059.
- Salas S, Chuenpagdee R, Seijo JC, Charles A. 2007. Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fish Res.* 87:5–16. doi:10.1016/j.fishres.2007.06.015.
- SEMARNAT, CONANP. 2019. Regiones CONANP. Mapa Interactivo de las Áreas Naturales Protegidas de México.
- SEMARNAT, CONANP. 2006. Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera Los Petenes. Dirección General de Manejo para la Conservación C, editor. México, D. F.
- Sepúlveda S. 2008. Biograma: metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenibles de territorios. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Tannerfeldt G, Ljung P. 2006. More urban, less poor: An introduction to urban development. Sida, Sterling, VA.
- Villalobos-Zapata G, Mendoza J. 2010. La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur.

- Watson RA, Cheung WWL, Anticamara JA, Sumaila RU, Zeller D, Pauly D. 2013. Global marine yield halved as fishing intensity redoubles. *Fish Fish.* 14:493–503. doi:10.1111/j.1467-2979.2012.00483.x.
- Wilson J, Yan L, Wilson C. 2007. The precursors of governance in the Maine lobster fishery. *Proc Natl Acad Sci.* 104:15212–15217. doi:10.1073/pnas.0702241104.
- Wyborn C, Bixler RP. 2013. Collaboration and nested environmental governance: Scale dependency, scale framing, and cross-scale interactions in collaborative conservation. *J Environ Manage.* 123:58–67. doi:10.1016/j.jenvman.2013.03.014.

Anexo 1

Nombre: _____ Localidad: _____ Fecha: _____

Nombre de la cooperativa a la que pertenece _____

1.- La cooperativa a la que pertenece a: si no

a) establecido normas internas

b) cumplido acuerdos y sanciones a infractores

c) establecido condiciones de venta

2.- ¿Para cuales pesquerías tiene permiso de pesca?

Escama Cangrejo Charal Pulpo

Camarón (7 b) Caracol Jaiba Tiburón

3.- ¿Hay áreas protegidas en esta región?

4.- ¿Realiza actividades complementarias a la pesca?

¿Cuáles? _____

si no

5.- ¿Va a cualquier zona de pesca de la región?

6.- ¿Pescadores de otra región vienen a su zona de pesca?

7.- ¿Hay una oficina de pesca en esta comunidad?

8.- ¿Cuáles son las especies de mayor importancia comercial?

9.- ¿Dónde se comercializan estas especies?

Local Nacional Extranjero

si no

10.- ¿Conoce las cooperativas de la región? ¿Cuántas son? _____

11.- Si sus familiares se dedican a la pesca ¿Cuántas generaciones la han realizado? _____

si no

12.- ¿Considera que le beneficia pertenecer a la cooperativa?

13.- ¿Ha asistido a foros de pesca?

14.- ¿Conoce las funciones de CONAPESCA?

15.- ¿Reciben apoyos (subsidios) para la pesca?

16.- ¿Cuáles son estos apoyos y qué institución proporciona estos apoyos? _____

PEMEX CONAPESCA Otro _____

17.- ¿Realiza actividades pesqueras durante? Todo el año Por temporada

18.- ¿Considera que en últimos años las personas que se dedican a la pesca han?

Aumentado Mantenido Disminuido

19.- ¿Qué equipo de pesca utilizan?

Redes Palangre Cordel Trampa Otro _____

si no

20.- ¿Está de acuerdo con las vedas?

21.- ¿Cómo considera que la contaminación afecta la pesca?

Menor captura Distancia mayor No sabe Otro ¿Cuál? _____

22.- ¿Quién cree que es el principal responsable de la contaminación?

PEMEX Agricultura No sabe Ciudades

23.- ¿Cuál es la función de las ANP? Protección de especies, conservación

Turismo Mejorar la pesca No sabe

24.- ¿Cuál es el principal motivo para no pescar en la ANP?

Evitar multas Evitar perder permisos Preservar pesquerías No sabe Otro _____

25.- ¿Con qué frecuencia visita las oficinas de CONAPESCA?

Veces a la semana Veces al mes Veces al año

26.- ¿Qué tipo de trámite realiza en CONAPESCA?

Renovación de permisos Solicitud de información Apoyos Arribos Otros _____

27.- ¿Sabe quién toma las decisiones sobre los reglamentos para la pesca (ejemplo: ¿vedas, permisos)?

INAPESCA CONAPESCA SAGARPA No sabe

28.- ¿Sabe con base en qué información se toman las decisiones (sobre la pesca)?

Estudios de INAPESCA Avisos de arribo No sabe

29.- ¿Le gustaría saber cómo toma decisiones las autoridades pesqueras?

si no

30.- ¿Le gustaría participar en la toma de decisiones (para la pesca)?

si no

31.- ¿Qué propondría para mejorar la actividad?

32.- ¿Cuándo tiene algún problema relacionado con la pesca, recurre a alguien en la comunidad?

Comité Federación Cooperativa Otro
Unión Patrón Oficina pesca _____

33.- ¿Existe alguna organización (32) que se reúna regularmente para discutir y resolver problemas relacionados con la pesca en tu comunidad? si no

34.- ¿Identifica a alguien (líder) en la comunidad interesado en organizar al sector para mejorar la actividad si no

Nombre: _____

Cargo: _____

Capítulo IV

Manuscrito en preparación

Evaluación del potencial de sustentabilidad de Sistemas Socio-Ecológicos Pesqueros, y las alternativas de manejo desde el conocimiento local de los pescadores de Campeche

Angelina Del Carmen Peña Puch^a, Juan Carlos Pérez Jiménez^a, Alejandro Espinoza Tenorio^a, Iván Méndez Loeza^a, Alfonso Munguía Gil^b y Gerardo Manuel William Jara^a

^a El Colegio de la Frontera Sur (www.ecosur.mx). Av. Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, cp. 24500, Lerma, Campeche, México. *autor de correspondencia: jcperez@ecosur.mx

^b Instituto Tecnológico de Mérida. Av. Tecnológico km 4.5 S/N C.P. 97118, Mérida, Yucatán.

Resumen

Para fomentar la sustentabilidad de las pesquerías, el manejo pesquero debe incorporar enfoques holísticos que incluyan variables sociales y ambientales, además de considerar el conocimiento ecológico local, para identificar medidas de manejo pesquero adecuadas a cada contexto local. En el presente estudio se estimó la variación del potencial de sustentabilidad de ocho sistemas socio-ecológicos pesqueros (SSEP) y describió las estrategias de manejo que los usuarios (permisionarios y cooperativistas pesqueros) proponen para la mejora de las pesquerías de Campeche.

El potencial de sustentabilidad socio-ecológica (PSSE) varió sustancialmente entre los SSEP, lo que permitió identificar en cuáles y en qué dimensión se deben enfocar las estrategias de manejo pesquero. En general se identificó que los SSEP de la zona norte tienen una unidad de recursos en nivel medio y los SSEP de la zona sur se tienen nivel alto en la dimensión usuarios. Adicionalmente, con entrevistas a los usuarios se identificaron 20 estrategias y acciones de manejo, la mayoría de estas (n=15) deben

implementarse desde el sector gubernamental y el resto (n=5), siendo la estrategia más importante fortalecer la inspección y vigilancia.

Palabras clave: sistemas socioambientales, sistemas complejos, manejo holístico, pesquerías de pequeña escala, manejo pesquero.

Introducción

El manejo pesquero convencional se enfoca en alcanzar el máximo rendimiento sostenible por especie o grupos de especies objetivo (Cinner et al. 2013; Hilborn et al. 2015). Este manejo se implementa con un poder centralizado y una gobernanza vertical (de arriba hacia abajo) y por lo general sin considerar los contextos sociales o políticos locales y criterios ecológicos (Pitcher et al. 1998; Charles 2001).

Como consecuencia de la simplificación de la relación humano-ambiente y del uso de medidas de manejo pesquero uniformes (por ejemplo, en contextos locales diferentes), se produjeron omisiones de manejo, que en muchas ocasiones resultaron en pesquerías insostenibles (Wyborn y Bixler 2013). De hecho, la sustentabilidad de muchas pesquerías aún luce lejana, debido a la falta de estructuras de manejo adecuadas al contexto local (Botsford et al. 1997; FAO 2014a), sobre todo en pesquerías de pequeña escala. Es así como surgió la necesidad de mejorar el manejo pesquero tomando como base el análisis interrelacionado de los sistemas sociales y ecológicos (Berkes y Folke 1998) y la integración de los conocimientos y las expectativas locales (Carpenter et al. 2012).

Actualmente, se reconoce que, al otorgar y fortalecer los sistemas de derecho de las localidades con pesquerías de pequeña escala, se ayuda a establecer la corresponsabilidad en la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos pesqueros (FAO 2015). Por ello, se requiere favorecer el diseño de estrategias de manejo a largo plazo que tengan sentido para los usuarios de los recursos (es decir, pescadores, permisionarios, cooperativas, comercializadores, etc.), así como comprender las estrategias que desarrollan para defender su territorio (Poteete et al. 2012; Cinti et al. 2014).

Aunque las localidades pesqueras tienen derecho de participar en la toma de decisiones del manejo de los recursos; en ocasiones, el proceso participativo se dificulta porque los

objetivos y necesidades varían e incluso se contraponen entre sectores productivos, académicos, o gubernamentales (Pomeroy 1995; Gibbs 2008). Para que el manejo sea adaptativo y colaborativo se requiere mejorar la cooperación, transparencia y responsabilidad entre los sectores (Berkes et al. 2001).

En este sentido, el enfoque ecosistémico pesquero (EEP) es recomendable porque incluye una perspectiva de manejo integrado tomando en cuenta el conocimiento de los componentes abióticos, bióticos y humanos de los ecosistemas y sus interacciones dentro de los límites ecológicos del sistema pesquero (Bianchi 2008; De Young et al. 2008), considerando los arreglos institucionales para generar un modo de gobernanza adecuado y disminuir la incertidumbre en la conservación y uso de recursos (FAO 2015). La falta de implementación del enfoque ecosistémico y la poca participación de los usuarios en la planificación, la implementación y el cumplimiento de las estrategias de manejo pesquero, ha generado consecuencias negativas en los recursos marinos de México (Ortiz-Lozano et al. 2005; Sáenz-Arroyo et al. 2005; Espinoza-Tenorio et al. 2011; Finkbeiner 2015).

Generalidades de los sistemas socio-ecológicos

Los sistemas socio-ecológicos (SSE) son sistemas complejos, que contienen subsistemas sociales y ecológicos en interacción mutua (Gallopín 1991; Gallopín 2006), a través de relaciones entre los usuarios, las instituciones gubernamentales y los recursos limitados (Berkes y Folke 1998; Gunderson y Holling 2002; Scheffer et al. 2009). Los SSE son considerados la unidad analítica para la investigación del desarrollo sustentable en recursos naturales (Gallopín et al. 2001). En ese sentido, Leslie et al. (2015) define el potencial de sustentabilidad socio-ecológica como la probabilidad de que se mantengan los componentes humanos y no humanos del SSE para satisfacer las necesidades de las personas y la naturaleza, en el presente y en el futuro.

Las pesquerías son un ejemplo de un SSE (Ostrom 2009; FAO 2015) y su complejidad ha impedido que muchas pesquerías sean manejadas de forma sustentable (Branch et al. 2011; Pitcher y Cheung 2013; Watson et al. 2013; Pontecorvo y Schrank 2014). Por ello, la adopción de un marco de análisis flexible de los sistemas pesqueros permite generar una mayor comprensión de la capacidad de adaptación del sistema de manejo y

de gobernanza, a las tradiciones, usos o necesidades locales, permitiendo un aprendizaje dinámico y facilitando el logro de objetivos tanto para el gobierno como para las localidades (Aburto et al. 2013; FAO 2015). Sin embargo, los tomadores de decisiones tienen dificultades para poner en práctica el enfoque socio-ecológico en el diseño e implementación de las medidas de manejo (Kittinger et al. 2013).

Ostrom (2007, 2009) desarrolló un marco metodológico para los SSE con los recursos naturales de uso común. El marco de SSE es un enfoque de análisis integral que utiliza disciplinas sociales y ambientales y facilita la visualización de problemas complejos (Berkes 2003) que permite evaluar los componentes SSE que mejor representen el contexto local (Cinner et al. 2013). Aunque el marco de sistemas socio-ecológicos de Ostrom (2007; 2009) no fue desarrollado para analizar la sustentabilidad de los sistemas socio-ecológicos, actualmente existe gran interés para alcanzar tal objetivo (Delgado-Serrano y Andrés Ramos 2015). Se considera que el marco de SSEs ha desarrollado de forma efectiva sus dimensiones sociales, basados en el supuesto de que en estas dimensiones es en donde se toman las decisiones que afectan a los sistemas ecológicos; pero la capacidad del marco de SSEs para comprender los problemas humano-ambiente y los resultados sociales y ecológicos simultáneos es limitada (Vogt et al. 2015).

Otro desafío que enfrenta el marco de SSEs es la dificultad para la síntesis, y la comparación de datos, ya que la mayoría de las aplicaciones de este marco solo se concentran en un número limitado de variables y ocasionalmente, éstas se codifican solo con presencia o ausencia (Delgado-Serrano y Andrés Ramos 2015). Además, se encuentran problemas de transparencia, comparabilidad y abstracción de datos en las investigaciones que operacionalizan el marco de SSEs, estas brechas metodológicas se encuentran en la definición de las variables, de los indicadores, de la medición del indicador y del análisis de datos (Partelow 2018).

Sin embargo, el marco holístico de SSEs (Delgado-Serrano y Andrés Ramos 2015) es un proceso en el que se modifica y evoluciona continuamente, es decir un marco general adaptable (McGinnis y Ostrom 2014; Partelow 2018). Adicionalmente, por ser un modelo conceptual que proporciona un lenguaje común para la comparación entre SSEs (Binder

et al. 2013) y es una herramienta útil para la construcción de diversas teorías (Partelow 2018).

Mediante el uso de este marco metodológico de SSEs Leslie et al. (2015), estimó el potencial de sustentabilidad de las pesquerías de Baja California Sur, México, demostrando la utilidad para evaluar los diferentes componentes del sistema pesquero. A partir de lo anterior, el objetivo de la presente investigación es analizar la variación del potencial de sustentabilidad en los sistemas socio-ecológico pesqueros (SSEP) de pequeña escala de Campeche y describir las estrategias de manejo que los usuarios consideran útiles en la mejora de las pesquerías de Campeche, y de esta manera resaltar la percepción local.

El uso del conocimiento ecológico local para el manejo pesquero

El conocimiento ecológico local (CEL) y los documentos históricos son fuentes de información que sirven para comprender las tendencias de los impactos en los ecosistemas y recursos marinos (McClenachan et al. 2012); el CEL es recomendable para generar una aproximación del contexto local, la cual puede ser útil para enfrentar las amenazas que tienen los recursos marinos y las comunidades costeras (Sáenz-Arroyo y Revollo-Fernández 2016). Sin embargo, el CEL ha sido poco utilizado en el manejo pesquero porque algunos académicos dudan de la veracidad del conocimiento de los pescadores (Daw 2010; O'Donnell et al. 2010).

Para transitar hacia el manejo holístico de los recursos se requiere de la participación de los usuarios (Jentoft et al. 1998). Los usuarios tienen conocimientos basados en su experiencia, que pueden ayudar a enfrentar las problemáticas del manejo pesquero, generar soluciones más efectivas, creativas y equitativas (Dyer y McGoodwin J. R 1994), además de incrementar la legitimidad de las estrategias de manejo (Pinkerton 1994) en su contexto local, y por tanto influir para el cumplimiento de la regulación pesquera (Jentoft et al. 1998).

Adicionalmente, el CEL sirve como una fuente de datos acerca de especies, ecosistemas y prácticas culturales que de otra manera no se pueden abordar, ya que los usuarios los adquieren al interactuar a diario con los ecosistemas (Berkes et al. 2000). El CEL

proporciona enfoques de manejo alternativos que facilitan el entendimiento de los recursos tanto a los tomadores de decisiones como al sector académico (Schafer y Reis 2008; Rist et al. 2010), ya que el proceso de manejo puede perfeccionarse mediante la comprensión de las múltiples perspectivas (Carlsson y Berkes 2005).

Método

La delimitación de ocho sistemas socio-ecológicos pesqueros (SSEP) en el estado de Campeche, se describen en el capítulo III de la presente tesis (Peña et al., artículo en revisión en la revista Economía, Sociedad y Territorio). Esta delimitación se realizó con la modificación la metodología de Leslie et al. (2015), se utilizó el contexto biofísico, la dinámica de las flotas pesqueras y el volumen de captura y esfuerzo pesquero de la flota de pequeña escala de Campeche (ver figura 3.2 del capítulo III).

Potencial de sustentabilidad en los SSEP

La operacionalización del marco de sistemas socio-ecológicos de Ostrom (2007; 2009) se realizó de acuerdo con Leslie et al. (2015). Se tradujo el marco de las cuatro dimensiones o variables de primer nivel (sistema de gobernanza, usuarios, unidad de recursos, sistema de recursos) de Ostrom (2007) a un conjunto de variables de segundo nivel. El proceso de selección de 14 variables de segundo nivel (Cuadro 4.1) fue realizado con base en la literatura especializada sobre sistemas socio-ecológicos (por ejemplo, Ostrom 2007; Ostrom 2009; Leslie et al. 2015). Además, se consideró la disponibilidad de datos para determinar si podían utilizarse o no las variables. En concordancia con el contexto local de Campeche, se modificaron algunas variables propuestas por Leslie et al. (2015), porque la dinámica de las pesquerías, la diversidad y abundancia estacional de los recursos marinos y el contexto biofísico del sur del Golfo de México difiere de Baja California Sur (Anexo 2).

En las variables con datos cuantitativos, los valores para cada SSEP se calcularon sobre la base de la distribución cuantitativa de los datos originales y para las variables con datos cualitativos (presencia/ausencia), estas fueron traducidas al categórico 0/1 (Cuadro 4.2).

Ponderación de variables

Cada una de las cuatro dimensiones (sistema de gobernanza, usuarios, unidad de recursos, sistema de recursos) puede alcanzar una puntuación total de uno, de tal manera que el peso de cada una de las variables de segundo nivel dependerá de su número en cada dimensión. Por ejemplo, en la dimensión sistema de gobernanza se asignó un peso de 0.25 a cada variable porque contiene cuatro variables. Así, los valores de cada dimensión oscilaron entre 0 y 1, donde los valores más cercanos a uno se asociaron con una mayor probabilidad de que la pesca sea manejada de forma sustentable, es decir que tenga alto el potencial de sustentabilidad socio-ecológica (PSSE). El rango en que se estableció el PSSE fue 0- 0.25 nivel bajo, 0.26- 0.50 puntaje medio, 0.51- 0.75 nivel alto y 0.76- 1 puntaje muy alto.

Recolección de datos

Para cuantificar las variables del sistema de gobernanza (SG) se utilizaron datos de la entrevista (Anexo 1) que se aplicó a 133 informantes clave (directivos de sociedades cooperativas, y permisionarios), de los cuales el 18.8 % son líderes de organizaciones pesqueras en Campeche. Se consultó el Directorio Estadístico de Unidades Económicas (DENUE) (<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>) para facilitar la ubicación geográfica de los informantes clave. Con el apoyo de los directivos de cooperativas, permisionarios y líderes de organizaciones pesqueras (frentes, uniones o federaciones), se ubicó a informantes clave que no se encontraban en los predios señalados por el DENUE.

Para la cuantificación de variables de la dimensión usuarios (US) se utilizaron diversas fuentes de información. La proporción de cooperativas se obtuvo del DENUE, con el número de cooperativas con respecto a los demás tipos de unidades económicas pesqueras (UEPS). El número de pescadores de pequeña escala registrados por oficina de pesca se obtuvo del ordenamiento pesquero ribereño (Botello Ruvalcaba et al. 2010). Para la obtención del grado de dependencia de las actividades de subsistencia o alternativas a la pesca y el liderazgo local se utilizaron datos de la entrevista a informantes clave.

Cuadro 4.1. Variables socio-ecológicas de segundo nivel para la evaluación del potencial de sustentabilidad de los sistemas socio-ecológico pesqueros de Campeche.

Dimensión	Variabes	Indicadores
Sistema de gobernanza	1. Normas operacionales de elección colectiva ^{a b}	Las cooperativas y permisionarios han establecido normas internas, sanciones a infractores, y han establecido condiciones de venta.
	2. Diversidad de permisos de pesca ^{a b}	Los permisionarios y cooperativistas que tienen diversos permisos de pesca.
	3. Número de organizaciones ^b	Número de organizaciones pesqueras (federaciones o uniones de pescadores).
	4. Subsidios para la pesca ^c	Los permisionarios y cooperativistas que reciben apoyos.
Usuarios	5. Proporción de cooperativas ^c	Porcentaje de las cooperativas respecto al total de Unidades Económicas Pesqueras.
	6. Número de pescadores ^{a b}	Número de pescadores de la flota de pequeña escala.
	7. Actividades complementarias a la pesca ^a	Actividades alternativas para complementar los ingresos de la pesca.
	8. Liderazgo local ^b	Los usuarios que tienen habilidades para impulsar la acción colectiva y son apoyados por el resto de los usuarios.
Unidad de recursos	9. Diversidad de especies o grupos de especies bajo explotación ^{a b}	Número de especies o grupos de especies con pesquerías de pequeña escala reportados por la CONAPESCA (2014).
	10. Los ingresos per cápita ^{a b}	El valor económico de la captura de especies o grupos de especies con pesquerías de pequeña escala, normalizado por el número de pescadores.
	11. Estado de las principales especies o grupos de especies ^c	Estado de explotación de las especies o grupos de especies con pesquerías de pequeña escala según la Carta Nacional Pesquera (2012;2018).
Sistema de recursos	12. Áreas Naturales Protegidas ^c	Presencia de ANP en la zona costero-marina. Conocimiento de los usuarios sobre la presencia y la función de las ANP.
	13. Patrón de contaminación ^{b c}	Promedio de la calidad bacteriológica del agua de mar Sólidos Suspendidos Totales (2012-2017).
	14. Productividad del sistema ^{a b}	Concentración media de clorofila (mg/m ³ ; valores promedio mensuales de 2003-2013).

^a Variables socio-ecológicas analizadas en Leslie et al. (2015).

^b Variables socio-ecológicas propuestas por Ostrom (2007, 2009).

^c Variables socio-ecológicas adaptadas al contexto local pesquero de Campeche.

Cuadro 4.2. Escala proporcional de valores de variables socio-ecológicas para la evaluación del potencial de sustentabilidad.

Variables	Escala proporcional				
1. Normas operacionales de elección colectiva.	1.00: 100 %-81 % de las cooperativas tienen normas colectivas.	0.75: 80 %-61 % de las cooperativas tienen normas colectivas.	0.50: 60 %-41 % de las cooperativas tienen normas colectivas.	0.25: 40 %-21 % de las cooperativas tienen normas colectivas.	0.00: 20 %-0 % de las cooperativas tienen normas colectivas.
2. Diversidad de permisos de pesca	1.00: 3-2.7 permisos de pesca por usuario.	0.75: 2.6-2.3 permisos de pesca por usuario.	0.50: 2.2-1.9 permisos de pesca por usuario.	0.25: 1.8-1.5 permisos de pesca por usuario.	0.00: 1.4-1 permisos de pesca por usuario.
3. Número de organizaciones	1.00: 1-2 organizaciones pesqueras.	0.75: 3-4 organizaciones pesqueras.	0.5: 5-6 organizaciones pesqueras.	0.25: 7-8 organizaciones pesqueras.	0.00: 9-10 organizaciones pesqueras.
4. Subsidios para la pesca	1.00: 100 %-93 % de los US han recibido subsidios.	0.75: 92 %-85 % de los US han recibido subsidios.	0.50: 84 %-77 % de los US han recibido subsidios.	0.25: 76 %-69 % de los US han recibido subsidios.	0.00: 68 %-60 % de los US han recibido subsidios.
5. Proporción de cooperativas	1.00: 100 %-80 % de las UEP son cooperativas.	0.75: 79 %-60 % de las UEP son cooperativas.	0.50: 59 %-40 % de las UEP son cooperativas.	0.25: 39 %-20 % de las UEP son cooperativas.	0.00: 19 %-0 % de las UEP son cooperativas.
6. Número de pescadores	1.00: 350-589 pescadores de la flota de pequeña escala.	0.75: 590-829 pescadores de la flota de pequeña escala.	0.50: 830-1069 pescadores de la flota de pequeña escala.	0.25: 1070-1309 pescadores de la flota de pequeña escala.	0.00: 1310-1550 pescadores de la flota de pequeña escala.
7. Actividades complementarias a la pesca	1.00: 70 %-59 % de los US realizan actividades complementarias.	0.75: 58 %-47 % de los US realizan actividades complementarias.	0.50: 46 %-35 % de los US realizan actividades complementarias.	0.25: 34 %-23 % de los US realizan actividades complementarias.	0.00: 22 %-10 % de los US realizan actividades complementarias.
8. Liderazgo local	1.00: 100 %-80 % de los US respaldan al líder.	0.75: 79 %-60 % de los US respaldan a su líder.	0.50: 59 %-40 % de los US respaldan a su líder.	0.25: 39 %-20 % de los US respaldan a su líder.	0.00: 19 %-0 % de los US respaldan a su líder.
9. Diversidad de especies o grupos de especies bajo explotación	1.00: 22-20 especies o grupos de especies.	0.75: 19-17 especies o grupos de especies.	0.5: 16-14 especies o grupos de especies.	0.25: 13-11 especies o grupos de especies.	0.00: 10-8 especies o grupos de especies.
10. Los ingresos per cápita	1.00: \$176,000-\$151,000 ingresos per cápita.	0.75: \$150,999-\$126,000 ingresos per cápita.	0.50: \$125,999-\$101,000 ingresos per cápita.	0.25: \$100,999-\$76,000 ingresos per cápita.	0.00: \$75,999-\$51,000 ingresos per cápita.

11. Estado de las de las principales especies o grupos de especies	1.00: 100 %-89 % de las pesquerías se encuentran en el aprovechamiento máximo sustentable.	0.75: 88 %-77 % de las pesquerías se encuentran en el aprovechamiento máximo sustentable.	0.50: 76 %-65 % de las pesquerías se encuentran en el aprovechamiento máximo sustentable.	0.25: 64 %-53 % de las pesquerías se encuentran en el aprovechamiento máximo sustentable.	0.00: 52 %-41 % de las pesquerías se encuentran en el aprovechamiento máximo sustentable.
12. Áreas Naturales Protegidas	1.00: 100 %-80 % de los US saben de la presencia y función del ANP.	0.75: 79 %-60 % de los US saben de la presencia y función del ANP.	0.50: 59 %-40 % de los US saben de la presencia y función del ANP.	0.25: 39 %-20 % de los US saben de la presencia y función del ANP.	0.00: 19 %-0 % de los US saben de la presencia y función del ANP.
13. Patrón de contaminación	1.00: 0-25 mg/L SST excelente calidad de agua.	0.75: 26-75 mg/L SST buena calidad de agua.	0.50: 76-150 mg/L SST aceptable calidad de agua.	0.25: 151-400 mg/L SST calidad de agua contaminada.	0.00: mayor a 400 mg/L SST calidad de agua fuertemente contaminada.
14. Productividad del sistema	1.00: Concentración media de clorofila entre 50-46 mg/m ³ .	0.75: Concentración media de clorofila entre 45-41 mg/m ³ .	0.50: Concentración media de clorofila entre 40-36 mg/m ³ .	0.25: Concentración media de clorofila entre 35-31 mg/m ³ .	0.00: Concentración media de clorofila entre 30-26 mg/m ³ .

Las variables de la unidad de recursos (UR), fueron cuantificadas usando diversas fuentes de información. La diversidad de especies o grupos de especies con pesquerías de pequeña escala se obtuvo de las bases de datos de CONAPESCA (<https://datos.gob.mx/busca/dataset/produccion-pesquera>). Como se describe en el Capítulo III de esta tesis, para cada oficina de pesca se estimó el volumen de producción con la sumatoria de los registros de captura mensuales de 2014 en peso desembarcado (en toneladas) de todas las especies o grupos de especies, exceptuando las que se incluían en el nombre común “otras especies”, “fauna de acompañamiento” y las pesquerías de mediana altura, que incluye el camarón botalón (*Trachypenaeus similis*), camarón café (*Farfantepenaeus aztecus*), camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*), camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*), el camarón sintético (*Rimapenaeus* spp.), y camarón cristal o rojo (*Farfantepenaeus brasiliensis*). De la oficina de pesca de Campeche, tampoco se incluyó la pesquería de camarón blanco (*Litopenaeus setiferus*) y de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), porque la flota de pequeña escala no tiene permitido capturarlos en estas localidades (DOF 2014). Se seleccionaron las especies o grupos de especies con pesquerías que representaron más del 90 % del volumen de captura total.

Los ingresos per cápita se obtuvieron de las bases de datos de CONAPESCA. Para cada oficina de pesca se estimó el valor económico de los registros de captura mensuales de 2014 en peso desembarcado (en toneladas) de las pesquerías por especie o grupos de especies, exceptuando las que se incluían en el nombre común “otras especies”, “fauna de acompañamiento” y las pesquerías de mediana altura. El valor económico se estandarizó por el número de pescadores. Se consideró el estado de explotación de las pesquerías de especies o grupos de especies que representaron más del 90 % del volumen de captura total. Se estimó el porcentaje de las pesquerías que se encuentran en el aprovechamiento máximo sustentable de acuerdo con la Carta Nacional Pesquera (CNP) (DOF 2018).

Para las variables del sistema de recursos (SR) se ubicaron las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en la zona costero-marina de Campeche. Se consultaron los mapas interactivos de las ANP (SEMARNAT-CONANP 2019) para identificar los límites litorales

de la Reserva de la Biosfera de Celestún (RBRC), la Reserva de la Biosfera los Petenes (RBLP) y el Área de Protección de Flora y Fauna de la Laguna de Términos (APFFLT). Esta información es de utilidad para destacar la presencia o ausencia de ANP en los ocho SSEP identificados. Además, en la entrevista a informantes clave se registró el conocimiento que tienen los usuarios sobre la presencia y función de las ANP porque si los pescadores tienen conocimiento de las estrategias de manejo de las ANP costero-marinas, se pueden tener resultados más efectivos en la conservación de los ecosistemas. El patrón de contaminación es el promedio de la calidad del agua superficial a través de la media de Sólidos Suspendidos Totales (SST) en los sitios muestreados por la Red Nacional de Monitoreo entre 2012-2017 (<http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=calidadAgua&ver=mapa&o=2&n=nacional>). La productividad del sistema se estimó con datos del Portal de “Geo-información del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad” de la CONABIO, el cual fue obtenido a partir de imágenes MODIS-Aqua (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>), en donde se obtuvo el promedio mensual de concentración de clorofila-a (CHLO) en mg/m^3 para el periodo 2003-2013. Se estableció un búfer de 50 km de la línea de costa basado en el supuesto de Pauly y Zeller (2016) que describe que la pesca de pequeña escala opera a una distancia máxima de 50 km de la costa, y que coincide con lo observado en el trabajo de campo del laboratorio de Ecología Pesquera de ECOSUR. La costa de Campeche se dividió de acuerdo con las regiones de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) del estado de Campeche, la región de la Península de Yucatán y Mar Caribe en la zona norte (SSEP 1-4) y la región de la Planicie Costera y Golfo de México en la zona sur (SSEP 5-8). Para estas dos grandes regiones se estimó la concentración media de clorofila del promedio mensual 2003-2013 de la CONABIO.

Estrategias y acciones de manejo propuestas por los usuarios para mejorar las pesquerías de pequeña escala

En las entrevistas (Anexo 1) a 133 informantes clave se identificaron estrategias y acciones de manejo que los usuarios consideran útiles en la mejora de sus pesquerías. Las estrategias y acciones de manejo se clasificaron conforme a las cuatro dimensiones

del marco de sistemas socio-ecológicos y se representaron gráficamente con la frecuencia de ocurrencia en que fueron mencionadas. Se distinguieron las estrategias y acciones que deben implementarse desde el sector gubernamental y las que les corresponden a los usuarios.

Resultados

Gutiérrez et al (2011) menciona que se requieren al menos ocho variables para que se pueda dar un patrón de sustentabilidad. El marco de SSE es flexible y da la facilidad de adaptar contextos locales a través de la incorporación de variables, esto permite un el logro de objetivos tanto para el gobierno como para las comunidades (Aburto et al. 2013; FAO 2015). Los subsidios para la pesca son apoyos otorgados por el gobierno mexicano a los titulares de permisos (permisionarios) y presidentes de cooperativas, esto brinda la oportunidad para que adquieran embarcaciones y gasolina sin endeudarse, lo que, de otra forma, dañaría su capacidad financiera (Salas et al. 2019). Sin embargo, existe el riesgo de que el sistema de subsidios se distorsione si no se brinda capacitación para los beneficiarios (Orensanz y Seijo 2013). En la proporción de las cooperativas existe una tendencia a acceder a las pesquerías como titulares de permisos, en lugar de hacerlo como socios de cooperativas. No obstante, muchas pesquerías exitosas en México son gestionadas por cooperativas pesqueras y aunque los contextos locales cambian en cada situación (McCay et al. 2014), éstas han recibido subsidios y apoyo técnico del gobierno federal (Espinoza-Tenorio et al. 2015).

El considerar el estado de las principales especies o grupos de especies es importante, ya que, si la unidad de recurso está muy degradada, probablemente no generará suficientes beneficios económicos (Wade 1994), lo que puede ocasionar prácticas dañinas a los sistemas pesqueros. Las Áreas Naturales Protegidas en las regiones costero-marinas son consideradas como estrategias de manejo y para la conservación del ecosistema marino que incentiva la sustentabilidad de las pesquerías (Castilla 2000); sin embargo, deben vincularse a la dinámica socio-ecológica de las localidades del área (Breiman 2001). El patrón de contaminación es incluido en el marco de Ostrom (2007;2009) como un resultado; no obstante, dada la actividad humana, ponen en riesgo los recursos pesqueros y la salud de los ecosistemas marinos (PNUMA 2004; Botello et

al. 2005; Botello et al. 2010). Es por ello que se consideró que las variables de los subsidios para la pesca, proporción de cooperativas, el estado de las principales especies o grupos de especies, las ANP y el patrón de contaminación, serán fundamentales para identificar de mejor manera las afectaciones ecológicas y ambientales en los SSEP de pequeña escala (Cuadro 4.1).

Potencial de sustentabilidad de los SSEP

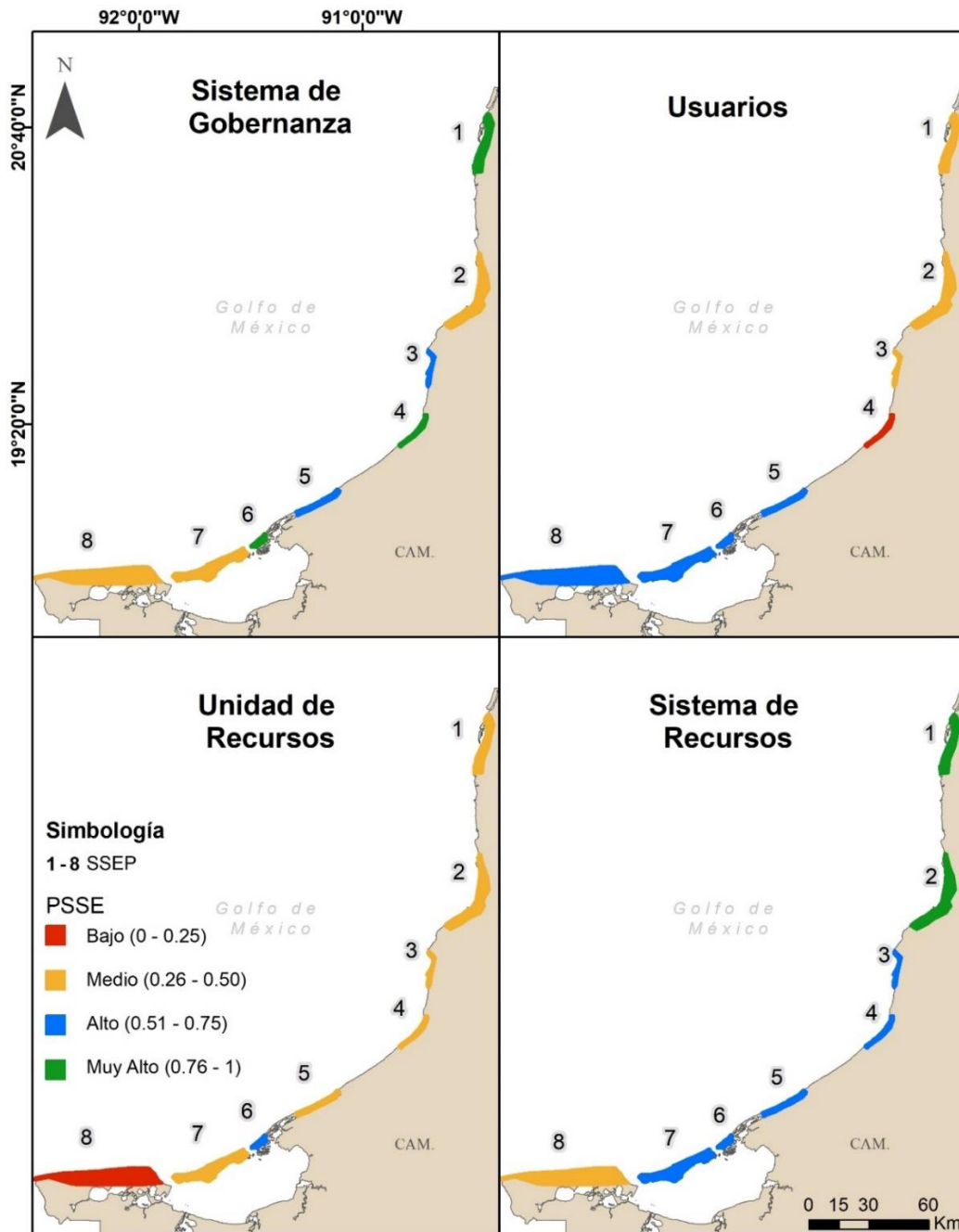
El potencial de sustentabilidad social-ecológica varió espacialmente (Cuadro 4.3, Figura 4.1). El SSEP 6 tiene el mejor potencial porque tiene un puntaje muy alto en sistema de gobernanza y alto en las tres dimensiones restantes (US, UR, y SR). En cambio, el SSEP 8 tiene el menor PSSE porque tiene un puntaje medio en sistema de gobernanza y sistema de recursos, bajo en unidad de recursos y solo alto en usuarios.

En las dimensiones sociales, el sistema de gobernanza tuvo puntuaciones altas (0.51-0.75) y muy altas (0.76-1) en la mayoría de los SSEP; y la dimensión usuarios tuvo puntuación alta en los SSEP de la zona sur (SSEP 5-8). En las dimensiones ecológicas, la unidad de recursos tuvo puntuaciones medias (0.26-0.50) en la zona norte (SSEP 1-4) y en el SSEP 5 y SSEP 7 de la zona sur. El sistema de recursos tuvo puntuaciones muy altas en los SSEP 1 y SSEP 2 de la zona norte y puntuaciones altas en los SSEP 3-7 (Cuadro 4.3).

Cuadro 4.3. El potencial de sustentabilidad social-ecológica (PSSE) entre los SSEP de Campeche.

SSEP	Sistema de Gobernanza	Usuarios	Unidad de Recursos	Sistema de Recursos
SSEP 1	0.83	0.44	0.42	0.92
SSEP 2	0.50	0.38	0.42	0.92
SSEP 3	0.63	0.31	0.33	0.58
SSEP 4	0.81	0.25	0.33	0.58
SSEP 5	0.56	0.56	0.42	0.58
SSEP 6	0.88	0.63	0.75	0.58
SSEP 7	0.44	0.56	0.33	0.67
SSEP 8	0.38	0.75	0.17	0.42

Figura 4.1. Mapa del potencial de sustentabilidad socio-ecológica (PSSE) de los SSEP de Campeche.



Sistemas Socio-Ecológico pesqueros: SSEP 1. Isla Arena; SSEP 2. Lerma y Campeche; SSEP 3. Villa Madero y Seybaplaya; SSEP 4. Champotón; SSEP 5. Sabancuy; SSEP 6. Isla Aguada; SSEP 7. Ciudad del Carmen; SSEP 8. Nuevo Campechito, Colonia Emiliano Zapata, San Antonio Cárdenas y Atasta.

En general, los SSEP que obtuvieron un puntaje alto en una dimensión no necesariamente tuvieron una puntuación alta en las otras tres dimensiones. Por ejemplo, el SSEP 2 tuvo nivel alto en SR, pero bajo en SG, US, y UR. Por último, el SSEP que tuvo las cuatro puntuaciones diferentes en sus diferentes dimensiones fue el SSEP 4, bajo US, medio UR, alto en SR y muy alto en SG.

Estrategias y acciones de manejo que los usuarios consideran útiles en la mejora de las pesquerías

Se identificaron 20 estrategias y acciones de manejo, que fueron clasificadas conforme a las cuatro dimensiones de los sistemas socio-ecológicos. El 30 % de las estrategias y acciones que los usuarios consideran útiles en la mejora de las pesquerías se concentran en el SG, el 25 % en el US y UR respectivamente, y el 20 % restante son sobre el SR. La mayoría de las estrategias de manejo (n=15) deben implementarse desde el sector gubernamental y cinco estrategias competen al sector pesquero (Cuadro 4.4).

Se encontró que entre las estrategias que deben implementarse desde el sector gubernamental, la estrategia sobre fortalecer la inspección y vigilancia (SG-A) es la más importante para la mayoría de los SSEP (2, 3, 4, 5, 6 y 7) (Figura 4.2a). En la dimensión US destaca la estrategia de facilitar al sector pesquero información sobre el estado de las pesquerías y el cuidado de las especies (US-F) en los SSEP 1, 2, 3, 5 y 6; así como otorgar apoyos económicos adicionales para las cooperativas y analizar las necesidades específicas de los usuarios (US-H) en los SSEP 1, 6, 7 y 8 (Figura 4.2b). En el UR destacó en todos los SSEP la estrategia sobre establecer y actualizar las temporadas de vedas (UR-J) (Figura 4.2c). En la dimensión SR la estrategia de enfrentar los conflictos con PEMEX (SR-L) es relevante para los SSEP 1, 7 y 8 (Figura 4.2d).

Entre las estrategias de manejo que competen al sector pesquero, la más relevante en los SSEP 3, 4, 5, 6 y 8 es la de respetar las vedas (UR-R), en el SSEP 1 y 2 la más importante es de corresponsabilidad del sector pesquero y el sector gubernamental para la inspección y vigilancia (SG-P), y la estrategia sobre evitar la captura de individuos en etapa juvenil (UR-S) es la más relevante en el SSEP 7 (Figura 4.3).

Cuadro 4.4. Estrategias y acciones de manejo que los usuarios consideran útiles en la mejora de las pesquerías. Dimensión Sistema de gobernanza (SG), Usuarios (US), Unidad de recursos (UR) y Sistema de recursos (SR)

Estrategias y acciones de manejo	
Sector gubernamental	Sector pesquero
SG-A. Fortalecer la inspección y vigilancia, mejorando la capacitación de los inspectores, y dar seguimiento a las denuncias ciudadanas.	SG-P. Corresponsabilidad del sector pesquero y el sector gubernamental para la inspección y vigilancia, y que el sector pesquero forme un comité para el cuidado de las especies.
SG-B. Combatir el buceo para pesca ilegal y retirar los equipos de pesca ilegales.	
SG-C. Controlar y/o disminuir el esfuerzo pesquero; no expedir más permisos de pesca, disminuir el número embarcaciones y de pescadores, y establecer cuotas de captura.	
SG-D. Realizar el ordenamiento pesquero para la pesquería de pequeña escala.	
SG-E. Optimizar el funcionamiento de las oficinas de pesca, que laboren 8 horas todos los días hábiles y que se reduzca el tiempo para realizar los trámites.	
US-F. Facilitar al sector pesquero información sobre el estado de las pesquerías y el cuidado de las especies, y hacer investigación para crear arrecifes artificiales para incrementar la productividad del ecosistema marino.	US-Q. Desarrollar el trabajo conjunto entre el sector académico y sector pesquero, a través del uso del conocimiento local.
US-G. Asesoría para encontrar nuevos mercados para dar valor agregado a los productos y fomentar actividades turísticas relacionadas a la zona costero-marina.	
US-H. Otorgar apoyos económicos adicionales para las cooperativas y analizar las necesidades específicas de los usuarios para asignar los apoyos; por ejemplo, a los usuarios a los que les han robado motores.	
US-I. Capacitación educativa a los hijos de pescadores e impulsar la participación de mujeres en el sector pesquero.	
UR-J. Establecer vedas para jaiba, robalo, raya balá, trucha y corvina, y actualizar la temporada de veda de pulpo, cazón, y camarón 7 barbas.	UR-R. Respetar las vedas.
UR-K. Generar planes de manejo y programas de repoblamiento para las especies de escama.	UR-S. Evitar la captura de individuos en etapa juvenil.
SR-L. Enfrentar los conflictos con PEMEX, mediante vigilancia de los derrames y fugas de petróleo, gas y aceite, y disminuir las áreas restringidas a la pesca.	SR-T. Realizar un apropiado manejo de la basura y de los drenajes de las ciudades.
SR-M. Proporcionar información a los usuarios sobre las ANP.	
SR-N. Realizar el desazolve de los canales y las lagunas en época de secas.	
SR-O. Prohibir la pesca en los ríos.	

Figura 4.2. Frecuencia de las estrategias y acciones de manejo que deben implementarse desde el sector gubernamental para la mejora de las pesquerías.

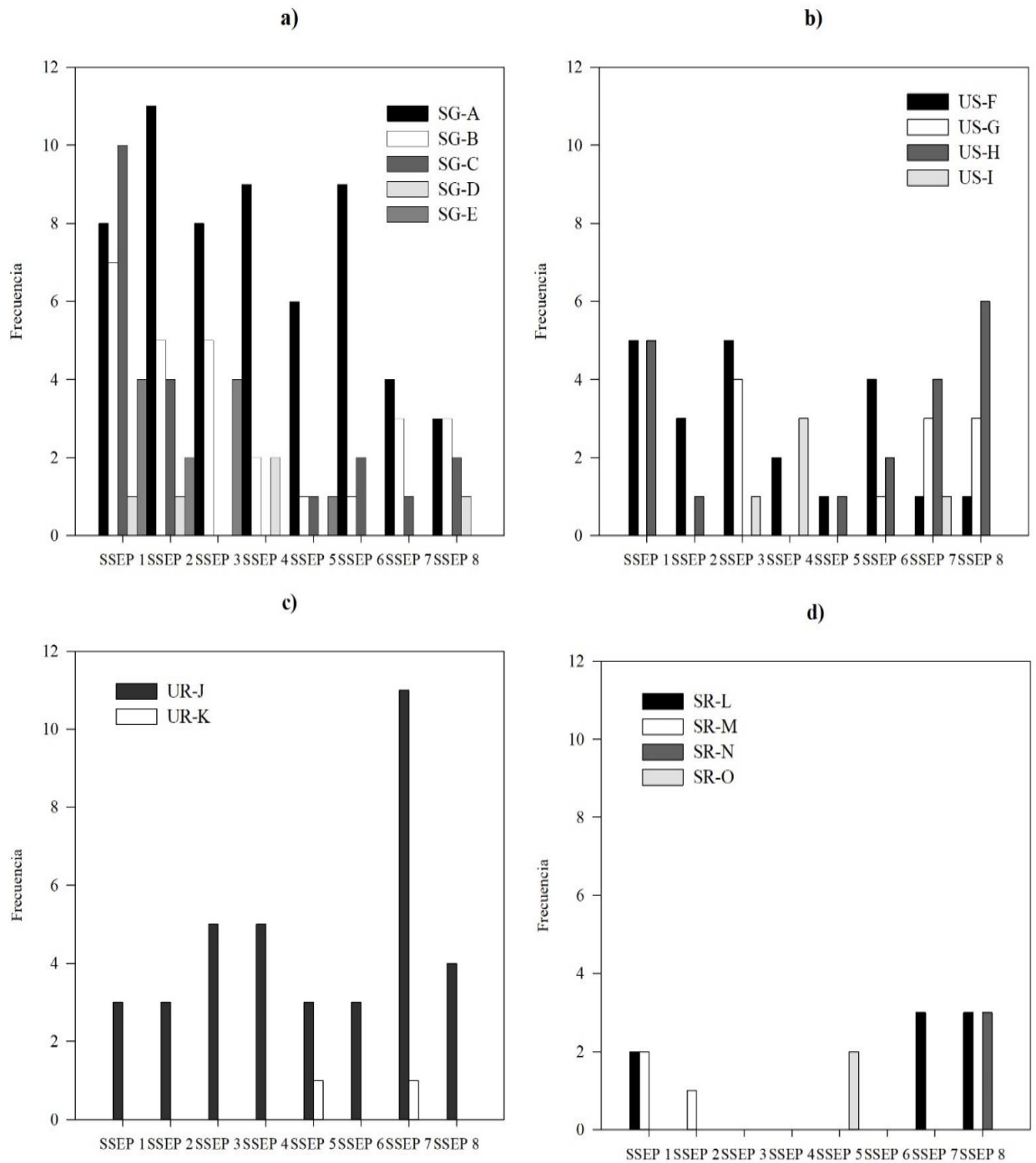
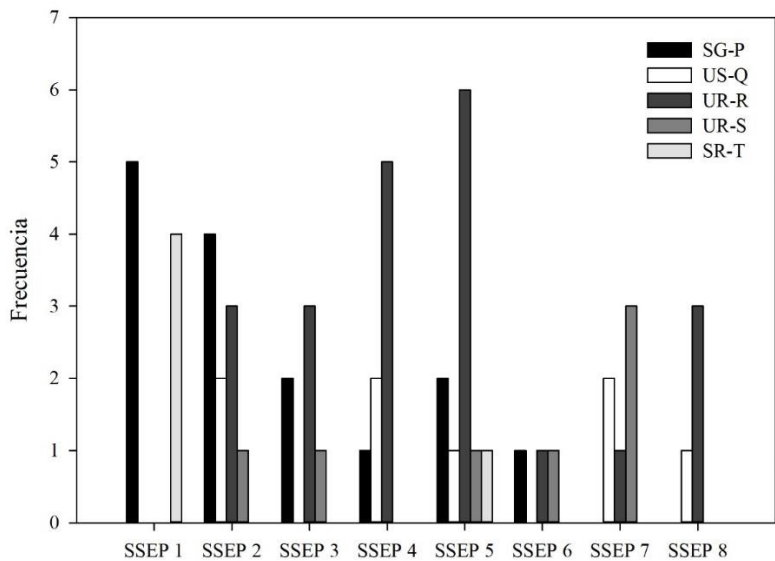


Figura 4.3. Frecuencia de las estrategias y acciones de manejo que competen al sector pesquero



Discusión

Leslie et al. (2015) demostró que es posible operacionalizar el marco metodológico de Ostrom (2007; 2009) en SSEP, pero aún es necesario hacer nuevas contribuciones para que los resultados reflejen mejor los contextos locales. En el presente estudio se hace aportación en la incorporación de variables adecuadas al contexto local y la aplicación de entrevistas a los usuarios de los recursos da una aproximación más clara al conocimiento local de las pesquerías. Además, es relevante para la evaluación de pesquerías con el enfoque de SSE para el Golfo de México, porque este tipo de evaluaciones generalmente se realizan en pesquerías monoespecíficas del Pacífico Norte y Mar Caribe (Peña-Puch et al. 2020).

Se ha establecido que, para comprender los contextos socioambientales de las localidades pesqueras, la resolución de los problemas pesqueros debe ir más allá de la ciencia pesquera convencional (Bundy et al. 2008; Symes y Hoefnagel 2010). Los problemas de sustentabilidad generalmente están interconectados y abarcan los sistemas sociales, los sistemas ambientales y los sistemas de gobernanza (Said et al. 2018). Por ello, la operacionalización del marco metodológico de Ostrom (2007; 2009), realizada por Leslie et al. (2015) fue un avance en la visualización de manejo regional de

los sistemas pesqueros, así como de la identificación de los problemas de sustentabilidad pesquera por SSEP; que se aborda en el contexto de las pesquerías de pequeña escala de Campeche en el presente estudio.

Aunque el uso de la perspectiva de SSE no es suficiente para garantizar el manejo sustentable de las pesquerías, se debe trabajar en la identificación de los elementos clave de manejo, y en el ajuste de las interacciones entre los componentes de los SSEP (Palomo y Hernández-Flores 2019; Peña-Puch et al. 2020). Debe mencionarse que el sistema de gobernanza y los usuarios evolucionan dependiendo del desarrollo tecnológico, la adquisición de nuevos conocimientos y el cambio de normas y conocimientos; sin embargo, la unidad de recursos y los sistemas de recursos cambian y se adaptan continuamente en diferentes escalas temporales y espaciales (Poteete et al. 2012). Entender las complejidades de los SSEP ayuda a informar las futuras intervenciones de política y manejo, para resolver los problemas de fondo (Degnbol y McCay 2007; Leslie et al. 2015). Además de identificar oportunidades, permite separar el todo en cada uno de sus componentes y analizarlos, identificar prácticas que requieren mejorar, pero también aquellas que podrían fortalecerse y permear en otras localidades o escalas espaciales.

La estimación del potencial de sustentabilidad social-ecológica (PSSE) demuestra cómo se pueden integrar bases de datos cualitativos y cuantitativos de manera espacial para describir y comparar múltiples SSEP (Leslie et al. 2015). En la costa de Campeche, el PSSE varió entre los SSEP, estos resultados permiten identificar en qué SSEP y en que dimensiones se requiere de manejo pesquero (Leslie et al. 2015). El más alto potencial de sustentabilidad socio-ecológica (PSSE) corresponde a la localidad de Isla Aguada (SSEP 6). Este sistema posee condiciones que lo diferencian del resto de los SSEP, ya que se encuentra dentro del área con mayor productividad primaria de la Laguna de Términos. Además, la mayoría de las cooperativas del SSEP pertenecen a la misma organización pesquera (federación de pescadores) y los usuarios reconocen el liderazgo del representante de esta organización. En el SSEP de Isla Aguada más de la mitad del volumen de captura se concentra en la jaiba (*Callinectes sapidus*) (CONAPESCA 2018). La jaiba que se captura en esta región está aprovechada al máximo sustentable; sin

embargo, tiene poca normatividad e instrumentos de política y manejo pesquero (es decir, que carece de Norma Oficial Mexicana, periodo de veda, plan de manejo, cuota de captura o concesiones pesqueras) (DOF 2018), por lo que requiere de atención por parte de las autoridades pesqueras.

La pesquería de jaiba de Isla Aguada cuenta con un estándar de sustentabilidad el Seafood Watch Program del Monterey Bay Aquarium (MBA), y también tiene un Proyecto de Mejora Pesquera (FIP). Estas certificaciones evalúan la sustentabilidad de las pesquerías y consideran a los usuarios como un criterio importante en el manejo pesquero; sin embargo, surgen por intereses de mercado y no por regulación oficial (Peña-Puch et al. 2020). Entre 2015 y 2017 el valor económico y la demanda de pulpa de jaiba en el mercado internacional, se ha incrementado (FAO 2018). La actividad pesquera en esta zona ha tenido mejora en las embarcaciones, las bodegas y el transporte; además de las prácticas pesqueras para mantener la inocuidad y control sanitario de los productos (Crespo-Guerrero et al. 2019). Adicionalmente, la inversión de capital extranjero en las plantas procesadoras de jaiba, han favorecido el alcance comercial al mercado nacional y extranjero (Campos-Flores y Crespo-Guerrero 2018).

Sin embargo, la alta dependencia de los usuarios a una sola pesquería podría dejar al SSEP 6 expuesto ante los cambios en los ecosistemas acuáticos, impactos ambientales, fenómenos climatológicos, y caída de los precios en los mercados internacionales; por lo que, para mantener el PSSE de Isla Aguada, se deben establecer medidas de manejo ecosistémico e incrementar el dialogo entre los usuarios, con el sector gubernamental y académico. Además de aprovechar la cobertura de manglar para la diversificación de actividades económicas de bajo impacto socio-ecológico, como la pesca deportiva y el ecoturismo (Campos-Flores y Crespo-Guerrero 2018).

El menor valor de PSSE se encontró en el SSEP 8 (Península de Atasta), el cual corresponde a las localidades de Nuevo Campechito, Colonia Emiliano Zapata, San Antonio Cárdenas y Atasta. Los usuarios de este SSEP dependen de la pesca en la zona marina para la captura de camarón siete barbas, robalo y huachinango, la captura de jaiba se realiza en el sistema lagunar Pom-Atasta (Méndez Guevara 2004). En esta zona predominan las pequeñas cooperativas familiares y las empacadoras de pulpa de jaiba

con la infraestructura básica, lo que no permite el almacenamiento del producto, además es común que el eviscerado se realice a pie de playa; lo que limita el alcance comercial a nivel local y ocasionalmente a nivel nacional (Campos-Flores y Crespo-Guerrero 2018).

Otra situación que afecta el SSEP 8 es la tensión-conflicto-negociación que ha ocurrido entre el sector pesquero y Petróleos Mexicanos (PEMEX) por la instalación de infraestructura operativa, que incluye la planta de recompresión de gas, la planta de nitrógeno y los pozos de extracción de gas en la Área de Protección de Flora y Fauna de la Laguna de Términos (APFFLT) (Palacios Solano y Frutos Cortés 2014). La actividad petrolera ha roto el esquema de conservación ecológica que se intentó impulsar con la creación del APFFLT (Palacios Solano y Frutos Cortés 2014; Campos-Flores y Crespo-Guerrero 2018). Se han generado cambios en la forma de pescar y en las zonas de pesca (Campos-Flores y Crespo-Guerrero 2018), así como en la percepción de los usuarios pesqueros ante las actividades de PEMEX, porque consideran que el desarrollo de instalaciones, afectan a las actividades que se realizan en la región (por ejemplo, agricultura, ganadería y pesca) y a las condiciones de salud de la población (Palacios Solano y Frutos Cortés 2014); sin embargo, este tipo de impactos son difíciles de monitorear.

En un análisis de los efectos del derrame de 2 650 t de hidrocarburos del pozo Kab 121 (2007) sobre la pesca ribereña en una región cercana (a 22 km al norte de Frontera, Tabasco) se concluyó que, aunque hubo una ligera variación de las capturas de especies de escama después del derrame, es difícil establecer si los efectos negativos son consecuencia del accidente o se deben a fluctuaciones naturales, y que los efectos en los recursos pesqueros podrían observarse meses o años después, por lo que se sugiere monitorear los efectos de los derrames en los ecosistemas a mediano y largo plazo (Wakida-Kusunoki y Caballero-Chávez 2009); mediante indicadores que permitan generar un mejor diagnóstico sobre los efectos de los hidrocarburos y la actividad petrolera en el SSEP. Después de los derrames de petróleo en ambientes marinos se intenta compensar económicamente a los permisionarios y directivos de cooperativas; sin embargo, los sectores vulnerables, como pescadores libres o mujeres que viven de la pesca no reciben compensaciones(Espinoza-Tenorio 2019).

Por ello conocer los acuerdos de gobernanza en los sistemas pesqueros puede ayudar a entender el grado en que el sistema de gobernanza es compatible con el ecosistema (ajuste socio-ecológico) y la adaptación de las decisiones de los usuarios ante los cambios institucionales o ambientales (Young 2002; Basurto et al. 2013). En Campeche la mayoría de los SSEP tienen el PSSE muy alto y alto en el sistema de gobernanza (SG), porque las cooperativas y permisionarios en mayor o menor medida establecen normas operacionales de elección colectiva, además que generalmente tienen diversidad de permisos de pesca y la mayoría han obtenido subsidios para la pesca en algún momento. Sin embargo, se debe tomar de forma precautoria porque cada sistema pesquero varía por el tipo de localidad en donde se desarrolla la actividad pesquera, ya que, en entornos bien comunicados y con inmigración, existe baja confianza y reciprocidad entre los usuarios (Putnam et al. 1994); los usuarios tienen problemas para desarrollar relaciones estables con comportamientos cooperativos (Basurto, Bennett, et al. 2013), como sucede en los SSEP 2 y SSEP 7 del presente estudio.

En la dimensión usuarios se observan niveles altos en los SSEP que tiene influencia de la laguna de Términos. En esta región se presenta una fuerte presencia de liderazgo local. Si estos líderes son legítimos contribuyen en la estabilidad de los recursos marinos e influyen en el mantenimiento de los medios de vida de las localidades pesqueras (Gutiérrez et al. 2011). En los SSEP de la zona sur (SSEP 5-8) se observa la mayor cantidad de cooperativas, lo que coincide con lo reportado por Crespo-Guerrero et al. (2019), quienes indican que en esta región sobresale el acceso del sector social (sociedades cooperativas, de producción rural, de solidaridad social y uniones de pescadores) y que en la zona norte (SSEP 1-4) prevalecen el sector privado (permisionarios).

En la dimensión unidad de recursos, la gran mayoría de los SSEP tienen un nivel de bajo a medio de PSSE. La baja diversidad de especies o grupos de especies de captura comercial es ocasionada por la búsqueda de las pesquerías de alto valor económico (por ejemplo, pulpo, camarón, jaiba y robalo), y de mayor abundancia (por ejemplo, el jurel) y que permiten obtener alto volumen de captura. Aunque algunos recursos marinos tienen alto valor comercial y demanda internacional (Crespo-Guerrero et al. 2019), la relación

de los ingresos obtenidos por las capturas (valor económico) respecto al número de pescadores registrados en la mayoría de los SSEP es bajo, con excepción del SEEP 6. Cabe señalar que esta es una aproximación porque al igual que Crespo-Guerrero (2017) se determinó que existe un mayor número de pescadores e ingresos de los que estima el sector gubernamental.

Además, la mayoría de las especies o grupos de especies de captura comercial en Campeche se encuentran en el aprovechamiento máximo sustentable (AMS); sin embargo, en los SSEP 2, 3 y 4, menos de la mitad de las especies objetivo están en AMS. Se considera que muchos de los problemas de sobreexplotación de los recursos marinos se han incrementado por la demanda del mercado local e internacional que genera gran presión sobre los recursos marinos de alto valor económico (Nava-Fuentes et al. 2018), pero también el comportamiento natural de las poblaciones juega un papel determinante en el estado de los recursos (Núñez-Márquez 2014).

A pesar de que en el Golfo de México la concentración de clorofila-a es frecuentemente baja (De Lanza-Espino y Gómez-Rojas 2004), las características del Banco de Campeche influyen en la dinámica y favorece el incremento de la productividad primaria (Herrera-Silveira et al. 2013). En la Bahía de Campeche se observa una circulación ciclónica (Monreal- Gómez y Salas- de- León 1990) ocasionada por el choque entre la corriente de Yucatán, que entra en el Banco de Campeche con baja velocidad hacia al sur y la contracorriente costera en dirección norte (Herrera-Silveira et al. 2013). Adicionalmente, en la zona norte de la costa de Campeche ocurre el estancamiento del agua (Monreal-Gómez et al. 2004). Este patrón de circulación favorece la concentración de fitoplancton, la alta estabilidad de los sedimentos y la presencia de extensas áreas de pastos marinos (Herrera-Silveira et al. 2013). Esto ocasiona la alta concentración de clorofila-a en la región marina de los SSEP de la zona norte (Anexo 2). El sistema de recursos obtuvo puntuaciones altas y muy altas en los SSEP de la zona norte, donde se ubican dos ANP. Las evaluaciones que han usado el marco metodológico de los SSEP destacan a las ANP como componentes importantes para el éxito de las pesquerías (Gutiérrez et al. 2011); sin embargo, mientras que el conocimiento de los usuarios de Campeche sobre su presencia y función sea escaso, difícilmente las ANP ayudarán al

desarrollo pesquero (Crespo-Guerrero 2017). Por otra parte, el patrón de contaminación en la zona marina es ocasionado por las actividades antropogénicas. El incremento de las descargas de materia orgánica y nutrientes influye en la eutrofización y puede generar ambientes anóxicos en las zonas de manglar, los pastos marinos, los ambientes demersales y los bentónicos (PNUMA 2004; Botello et al. 2005; Botello et al. 2010); sin embargo, la mayor parte de costa de Campeche se tiene buena calidad de agua, excepto en el SSEP 8.

En general, se deben optimizar las políticas y estrategias de manejo a través de análisis de los sistemas sociales y ecológicos (Berkes y Folke 1998), además de integrar los conocimientos y las expectativas de las localidades costeras (Carpenter et al. 2012; Charles 2012) para incluirlas de manera más amplia en el manejo pesquero regional. En México la mayoría de los programas de apoyo al sector pesquero se han concentrado en reducir los costos de producción, con subsidios al combustible y a los equipos de pesca (Inteligencia Pública y EDF-de-México 2019). Es necesario considerar el tipo de subsidio y para qué sector va dirigido, ya que sus impactos pueden variar acentuadamente entre el tipo de flota al que sea otorgado (Cisneros-Montemayor et al. 2016). La falta de empoderamiento e influencia política de las pesquerías de pequeña escala ha ocasionado que este sector reciba menor cantidad de subsidios, incrementando la desigualdad socioeconómica entre este sector y el de la flota de altura (Cisneros-Montemayor et al. 2016).

Los subsidios pueden generar controversia por sus impactos sociales (Salas et al. 2019) y ecológicos (Sumaila 2012). No obstante, el costo sociopolítico hace casi imposible su modificación o eliminación en el corto plazo (Cisneros-Montemayor et al. 2016). Para impulsar el desarrollo socio-ecológico pesquero se deben incluir el monitoreo y la reorientación de los programas de apoyo con alternativas económicas a largo plazo (Lluch-Cota et al. 2007; Inteligencia Pública y EDF-de-México 2019). Para los SSEP de pequeña escala de Campeche se encontró que la estrategia o acción que los usuarios consideran que tendrá mayor beneficio para el sector pesquero es que se refuercen las acciones de inspección y vigilancia, lo que nos lleva a plantear una potencial estrategia para reorientar los programas convencionales de apoyo para el sector pesquero

(subsidios de gasolina y equipos de pesca) a programas de inspección y vigilancia comunitaria, con plan de acción a largo plazo y monitorio por parte de las autoridades gubernamentales en los SSEP de Campeche.

La distribución desigual de los recursos marinos respecto al territorio de los usuarios tiene impacto en las sociedades, ya que puede conducir a escenarios de tensión e incluso generar enfrentamientos por el acceso, el uso, la explotación, el aprovechamiento, el manejo o el control de los recursos y de los territorios (Morales 2015).

En la zona costera de Campeche se ha aumentado el número de pescadores por embarcación, rebasando el límite permitido y que principalmente se dedican al buceo ilegal (Crespo-Guerrero 2017), así también se ha incrementado el uso de equipos de pesca no permitidos, la captura de especies en veda, así como el desarrollo de la actividad pesquera sin permiso de pesca (Crespo-Guerrero et al. 2019). El subregistro del esfuerzo de la flota de pequeña escala de Campeche proviene de embarcaciones sin permiso o que utilizan equipos no autorizados (Núñez-Márquez 2014). En zonas lagunares y desembocaduras de ríos o lagunas (por ejemplo, Sabancuy, Champotón e Isla Arena), se captura ilegalmente juveniles de camarón rosado con redes de corriente (arte de pesca pasivo) o el triángulo (equipo de pesca activo) durante todo el año; lo que ocasiona afectaciones a poblaciones de camarón rosado, de crustáceos y de peces óseos porque se capturan de forma incidental en fases juveniles; por lo que, es necesario promover entre los pescadores, alternativas productivas que disminuyan la captura ilegal (Wakida-Kusunoki et al. 2016). Además, los pescadores han sido víctimas de la delincuencia con asaltos violentos y robos a mano armada, en los que los despojan de motores y equipos de pesca (Crespo-Guerrero 2017), lo que ha generado graves conflictos por el acceso a los recursos marinos entre la flota de pequeña escala.

Otra de las estrategias relevantes identificadas por los usuarios pesqueros de Campeche, consiste en proporcionar al sector pesquero información accesible sobre el estado de las pesquerías y el cuidado de las especies, además de generar investigación para crear arrecifes artificiales y que exista un trabajo conjunto entre el sector académico y el sector pesquero. Esto es importante porque la coproducción de conocimiento de las pesquerías de pequeña escala entre el sector académico y el pesquero sirve para guiar el proceso y

facilitar el aprendizaje social de los usuarios (Berkes 2010; Finkbeiner y Basurto 2015), especialmente cuando se tiene definido el contexto local y se realiza un monitoreo periódico de la dinámica socio-ecológica (FAO 2014b).

Las vedas temporales o permanentes son una de las medidas de manejo que se establecen frecuentemente por el gobierno de México, para tratar de mantener estables las poblaciones de los recursos marinos (Cinti et al. 2010). En Campeche existe una veda permanente para la pesquería de pepino de mar, así como también existen las vedas temporales para la pesca de pulpo, caracol, tiburón y camarón siete barbas, las cuales están relacionadas a las épocas reproductivas de las especies. Sin embargo, en muchas de las ocasiones se capturan especies en veda, por la demanda de estos recursos en el mercado internacional (Crespo-Guerrero et al. 2019). Los usuarios identifican también la necesidad de generar vedas para jaiba, robalo, raya balá, trucha y corvina, así como la actualización de la temporada de veda de pulpo, tiburón y camarón, como una estrategia importante para la mejora de las pesquerías.

Adicionalmente, los usuarios identificaron la estrategia de manejo sobre enfrentar los conflictos con PEMEX a través de la vigilancia de los derrames y las fugas de petróleo, gas y aceite. La baja inclusión de aspectos socioeconómicos y ecológicos del contexto local ha provocado la poca eficiencia de los planes de desarrollo o de reconversión productiva para la disminución de conflictos entre el sector pesquero y petrolero (Pérez-Sánchez et al. 2000; Espinoza-Tenorio 2019). Esto ha sido evidenciado principalmente en el APFFLT (en la zona sur) donde coexisten conflictos por eventos de fuga de hidrocarburos en la zona costera y la disminución de zonas de pesca por el incremento de la actividad petrolera (Campos-Flores y Crespo-Guerrero 2018). Sin embargo, en la zona norte de Campeche se generaron efectos de contaminantes por el derrame de petróleo Ixtoc1 (en 1979), por efecto de la contracorriente costera y la circulación propia de la región (Herrera-Silveira et al. 2013); el recuerdo este desastre socioambiental continua entre los pescadores, ya que relacionan el derrame con la pérdida de la pesquería de ostión (Crespo-Guerrero et al. 2019).

La zona costera del estado de Campeche tiene una alta biodiversidad, sin embargo, las actividades antropogénicas ocasionaron el deterioro de los recursos marinos (García-

Cuéllar et al. 2004). Por ello, las pesquerías de Campeche requieren de nuevos enfoques de evaluación y de manejo con corresponsabilidad entre el sector pesquero y tomadores de decisiones, basados en aspectos ecológicos, sociales y económicos de las pesquerías (Villalobos-Zapata y Mendoza 2010). Sin embargo, el gran desafío es llevar a las pesquerías que tienen pocas evaluaciones y mínima aplicación de manejo hacia el uso de los métodos y enfoques de manejo que consideren esos aspectos (Anderson et al. 2018; Hilborn et al. 2019), para mantener en condiciones estables a los recursos marinos y al ecosistema, pero que también generen rendimientos económicos y beneficios sociales para las localidades pesqueras (Hilborn et al. 2019).

Consideraciones finales

En esta investigación se adoptó la ponderación propuesta por Leslie et al. (2015) en la que se define un valor de ponderación idéntico para cada variable. Un siguiente paso para este tipo de investigaciones puede ser explorar el uso de diferentes valores de ponderación para cada variable para ver qué tan sensible es el índice. Se recomienda en un estudio futuro, para hacer más eficiente la ponderación de variables, la estimación de varios escenarios (por lo menos de tres) para ver la sensibilidad del modelo y generar intervalos más que valores puntuales en los resultados del índice. Adicionalmente, por la flexibilidad del marco SSE, se propone incorporar variables en las dimensiones ecológicas (unidad de recursos y sistema de recursos) que ayuden a desarrollar una comprensión más clara de los recursos marinos y sus ecosistemas. Por último, se sugiere a los tomadores de decisión incorporar enfoques holísticos y visualizar a las pesquerías como SSEP para atender las necesidades prioritarias, que son específicas para cada dimensión social y ecológica (Leslie et al. 2015).

Referencias

- Aburto J, Gallardo G, Stotz W, Cerda C, Mondaca-Schachermayer C, Vera K. 2013. Territorial user rights for artisanal fisheries in Chile - intended and unintended outcomes. *Ocean Coast Manag.* 71:284–295. doi:10.1016/j.ocecoaman.2012.09.015.
- Anderson CM, Krigbaum M, Arostegui M, Feddern M, Zachary J. 2018. How commercial fishing effort is managed. *Fish Fish.* 25. doi:https://doi.org/10.1111/faf.12339.
- Basurto X, Bennett A, Weaver AH, Rodriguez-Van Dyck S, Aceves-Bueno JS. 2013. Cooperative and noncooperative strategies for small-scale fisheries' self-governance in the globalization era: Implications for conservation. *Ecol Soc.* 18. doi:10.5751/ES-05673-180438.
- Basurto X, Gelcich S, Ostrom E. 2013. The social-ecological system framework as a knowledge classificatory system for benthic small-scale fisheries. *Glob Environ Chang.* 23:1366–1380. doi:10.1016/j.gloenvcha.2013.08.001.
- Berkes F. 2003. Alternatives to conventional management: Lessons from small-scale fisheries. *Environ.* 31:5–20.
- Berkes F. 2010. Linkages and Multilevel Systems for Matching Governance and Ecology: Lessons From Roving Bandits. *Bull Mar Sci.* 86:235–250.
- Berkes F, Colding J, Folke C. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecol Appl.* 10:1251–1262. doi:http://dx.doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2.
- Berkes F, Folke C. 1998. *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience.* Nueva York, USA: Cambridge University Press.
- Berkes F, Mahon R, McConney P, Pollnac R, Pomeroy R. 2001. *Managing Small-scale Fisheries: Alternative directions and methods.* Ottawa, ON, Canada K1G: International Development Research Centre.

- Bianchi G. 2008. The concept of the Ecosystem Approach to Fisheries in FAO. En: The Ecosystem Approach to Fisheries. Roma, Italia: FAO- CABI. p. 20–38.
- Binder CR, Pahl-wostl C, Hinkel J, Bots PWG. 2013. Comparison of Frameworks for Analyzing Social-ecological Systems. *Ecol Soc.* 18:26. doi:10.5751/ES-05551-180426.
- Botello A V, Rendón von Osten J, Gold-Bouchot G, Agraz-Hernández C. 2005. Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2da Edició. Univ. Autón. de Campeche, Univ. Nal. Autón. de México, Instituto Nacional de Ecología.
- Botello A, Villanueva-Fragoso S, Gutiérrez J, Rojas-Galaviz J. 2010. Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. Gobierno del Estado de Tabasco. SEMARNAT-INE, UNAM-ICMYL, Universidad Autónoma de Campeche.
- Botello Ruvalcaba MA, Villaseñor Talavera R, Mezo Villalobos S. 2010. Ordenamiento pesquero ribereño marino 2010. México, D.F.: CONAPESCA.
- Botsford LW, Castilla JC, Peterson CH. 1997. The Management of Fisheries and Marine Ecosystems. *Science* (80). 277:509–515. doi:10.1126/science.277.5325.509.
- Branch TA, Jensen OP, Ricard D, Ye Y, Hilborn R. 2011. Contrasting Global Trends in Marine Fishery Status Obtained from Catches and from Stock Assessments. *Conserv Biol.* 25:777–786. doi:10.1111/j.1523-1739.2011.01687.x.
- Breiman L. 2001. Random forests. *Mach Learn.* 45:5–32. doi:10.1007/9781441993267_5.
- Bundy A, Chuenpagdee R, Jentoft S, Mahon R. 2008. If science is not the answer, what is? An alternative governance model for the world's fisheries. *Front Ecol Environ.* 6:152–155. doi:10.1890/060112.
- Campos-Flores GJ, Crespo-Guerrero JM. 2018. Organización espacial de la pesca comercial ribereña en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, México. *Investig Geográficas.*:1–21. doi:10.14350/rig.59558.

- Carlsson L, Berkes F. 2005. Co-management: Concepts and methodological implications. *J Environ Manage.* 75:65–76. doi:10.1016/j.jenvman.2004.11.008.
- Carpenter SR, Arrow KJ, Barrett S, Biggs R, Brock WA, Crépin AS, Engström G, Folke C, Hughes TP, Kautsky N, et al. 2012. General resilience to cope with extreme events. *Sustainability.* 4:3248–3259. doi:10.3390/su4123248.
- Castilla JC. 2000. Roles of experimental marine ecology in coastal management and conservation. *J Exp Mar Bio Ecol.* 250:3–21. doi:10.1016/S0022-0981(00)00177-5.
- Charles A. 2012. People, oceans and scale: Governance, livelihoods and climate change adaptation in marine social-ecological systems. *Curr Opin Environ Sustain.* 4:351–357. doi:10.1016/j.cosust.2012.05.011.
- Charles AT. 2001. *Sustainable Fishery Systems.* Oxford UK: Fishing News Books, Blackwell Science.
- Cinner JE, MacNeil MA, Basurto X, Gelcich S. 2013. Looking beyond the fisheries crisis: Cumulative learning from small-scale fisheries through diagnostic approaches. *Glob Environ Chang.* 23:1359–1365. doi:10.1016/j.gloenvcha.2013.11.001.
- Cinti A, Duberstein JN, Torreblanca E, Moreno-Báez M. 2014. Overfishing drivers and opportunities for recovery in small-scale fisheries of the Midriff Islands region, Gulf of California, México: The roles of land and sea institutions in fisheries sustainability. *Ecol Soc.* 19:15. doi:10.5751/ES-05570-190115.
- Cinti A, Shaw W, Torre J. 2010. Insights from the users to improve fisheries performance: Fishers' knowledge and attitudes on fisheries policies in Bahía de Kino, Gulf of California, Mexico. *Mar Policy.* 34:1322–1334. doi:10.1016/j.marpol.2010.06.005.
- Cisneros-Montemayor AM, Sanjurjo E, Munro GR, Hernández-Trejo V, Rashid Sumaila U. 2016. Strategies and rationale for fishery subsidy reform. *Mar Policy.* 69:229–236. doi:10.1016/j.marpol.2015.10.001.
- CONAPESCA. 2018. Producción Pesquera por oficina de pesca del año 2014. [consultado 2018 oct 8]. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/produccion-pesquera>.

- Crespo-Guerrero JM, Jiménez Pelcastre A, Nava Martínez JD. 2019. Tensiones y conflictos territoriales en la pesca ribereña del Estado de Campeche, México (2013–2018). *Boletín la Asoc Geógrafos Españoles*. 82:1–53. doi:10.21138/bage.2764.
- Crespo-Guerrero JM. 2017. El trabajo de campo en la investigación geográfica de la pesca comercial ribereña en las áreas naturales protegidas del estado de Campeche. *Investig Geográficas*. 93:1–11. doi:http://dx.doi.org/10.14350/rig.59527.
- Delgado-Serrano M del M, Andrés Ramos P. 2015. Making Ostrom's framework applicable to characterise social ecological systems at the local level. *Int J Commons*. 9:808–830. doi:10.18352/ijc.567.
- Degnbol P, McCay BJ. 2007. Unintended and perverse consequences of ignoring linkages in fisheries systems. *ICES J Mar Sci*. 64:793–797. doi:10.1093/icesjms/fsm040.
- DOF. 2014. Plan de Manejo Pesquero de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) en las costas de los estados de Campeche y Tabasco. *Diario Oficial de la Federación, SAGARPA*.
- DOF. 2018. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación, SAGARPA*.
- Dyer C, McGoodwin J. R. 1994. *Folk Management in the World's Fisheries*. Niwot: University of Colorado Press.
- Espinoza-Tenorio A. 2019. ¿Mancharse las manos de negro? El dilema ético de la investigación en territorios petrolizados. *Rev Mex Cienc Polit Soc*. 64:183–210. doi:10.22201/fcpys.2448492xe.2019.237.67179.
- Espinoza-Tenorio A, Espejel I, Wolff M, Zepeda-Domínguez JA. 2011. Contextual factors influencing sustainable fisheries in Mexico. *Mar Policy*. 35:343–350. doi:10.1016/j.marpol.2010.10.014.

- Espinoza-Tenorio A, Espejel I, Wolff M. 2015. From adoption to implementation? An academic perspective on Sustainable Fisheries Management in a developing country. *Mar Policy*. 62:252–260. doi:10.1016/j.marpol.2015.09.001.
- FAO. 2014a. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura Roma.
- FAO. 2014b. Fishers' Knowledge and the Ecosystem Approach to Fisheries Management. FAO/OSPESCA Workshop on Fishers' Knowledge and the Ecosystem Approach to Fisheries Management. Roma (Italia).
- FAO. 2015. Enfoque ecosistémico pesquero. Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina, por Omar Defeo. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 592. Roma, Italia.
- FAO. 2018. GLOBEFISH Monthly Trade Statistics.
- Finkbeiner EM. 2015. The role of diversification in dynamic small-scale fisheries: Lessons from Baja California Sur, Mexico. *Glob Environ Chang*. 32:139–152. doi:10.1016/j.gloenvcha.2015.03.009.
- Finkbeiner EM, Basurto X. 2015. Re-defining co-management to facilitate small-scale fisheries reform: An illustration from northwest Mexico. *Mar Policy*. 51:433–441. doi:10.1016/j.marpol.2014.10.010.
- Gallopín GC. 1991. Human dimensions of global change: linking the global and the local processes. En: *International Social Science Journal. Global Environmental Change. Concepts, data, methods, modelling, co-operation with natural sciences*. Vol. 43. Blackwell Publishers/ UNESCO. p. 707–718.
- Gallopín GC. 2006. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Glob Environ Chang*. 16:293–303. doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004.
- Gallopín GC, Funtowicz S, O'Connor M, Ravetz J. 2001. Science for the Twenty-First Century: From Social Contract to the Scientific Core. *Int Soc Sci J*. 53:219–229. doi:10.1111/1468-2451.00311.

- García-Cuéllar JA, Arreguín-Sánchez F, Vázquez SH, Lluch-Cota DB. 2004. Impacto ecológico de la industria petrolera en la sonda de campeche, México, tras tres décadas de actividad: una revisión. *Interciencia*. 29:311–319.
- Gibbs MT. 2008. Network governance in fisheries. *Mar Policy*. 32:113–119. doi:10.1016/j.marpol.2007.05.002.
- Gunderson LH, Holling CS. 2002. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington, D.C. USA.
- Gutiérrez NL, Hilborn R, Defeo O. 2011. Leadership, social capital and incentives promote successful fisheries. *Nature*. 470:386–389. doi:10.1038/nature09689.
- Herrera-Silveira JA, Comin FA, Filograsso LC. 2013. Chapter 12 Landscape, land use, and management in the coastal zone of Yucatan Peninsula. En: *Gulf of Mexico Origin, Waters, and Biota: Volume 4, Ecosystem-Based Management*. p. 225–242.
- Hilborn R, Amoroso RO, Anderson CM, Baum JK, Branch TA, Costello C, de Moor CL, Faraj A, Hively D, Jensen OP, et al. 2019. Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status. *Proc Natl Acad Sci U S A*:1–7. doi:10.1073/pnas.1909726116.
- Hilborn R, Fulton EA, Green BS, Hartmann K, Tracey SR, Watson RA. 2015. When is a fishery sustainable? *Can J Fish Aquat Sci*. 72:1433–1441. doi:10.1139/cjfas-2015-0062.
- Inteligencia Pública, EDF-de-México. 2019. *Impacto Social de la Pesca Ribereña en México: Propuestas para impulsar el bienestar social en el sector pesquero*. Ciudad de México.
- Jentoft S, McCay BJ, Wilson DC. 1998. Social theory and fisheries co-management. *Mar Policy*. 22:423–436. doi:10.1016/S0308-597X(97)00040-7.
- Kittinger JN, Finkbeiner EM, Ban NC, Broad K, Carr MH, Cinner JE, Gelcich S, Cornwell ML, Koehn JZ, Basurto X, et al. 2013. Emerging frontiers in social-ecological systems research for sustainability of small-scale fisheries. *Curr Opin Environ Sustain*. 5:352–357. doi:10.1016/j.cosust.2013.06.008.

- Daw TM. 2010. Shifting baselines and memory illusions: What should we worry about when inferring trends from resource user interviews? *Anim Conserv.* 13:534–535. doi:10.1111/j.1469-1795.2010.00418.x.
- De Lanza-Espino G, Gómez-Rojas J. 2004. Características Físicas y Químicas del Golfo de México. En: INECOL, Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, editores. Diagnóstico ambiental del Golfo de México. SEMARNAT. p. 103–132.
- Leslie HM, Basurto X, Nenadovic M, Sievanen L, Cavanaugh KC, Cota-Nieto JJ, Erisman BE, Finkbeiner E, Hinojosa-Arango G, Moreno-Báez M, et al. 2015. Operationalizing the social-ecological systems framework to assess sustainability. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 112:5979–5984. doi:10.1073/pnas.1414640112.
- Lluch-Cota SE, Aragón-Noriega EA, Arreguín-Sánchez F, Aurióles-Gamboa D, Jesús Bautista-Romero J, Brusca RC, Cervantes-Duarte R, Cortés-Altamirano R, Del-Monte-Luna P, Esquivel-Herrera A, et al. 2007. The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. *Prog Oceanogr.* 73:1–26. doi:10.1016/j.pocean.2007.01.013.
- McCay BJ, Micheli F, Ponce-Díaz G, Murray G, Shester G, Ramirez-Sanchez S, Weisman W. 2014. Cooperatives, concessions, and co-management on the Pacific coast of Mexico. *Mar Policy.* 44:49–59. doi:10.1016/j.marpol.2013.08.001.
- McClenachan L, Ferretti F, Baum JK. 2012. From archives to conservation: why historical data are needed to set baselines for marine animals and ecosystems. *Conserv Lett.* 5:349–359.
- McGinnis MD, Ostrom E. 2014. Social-ecological system framework: Initial changes and continuing challenges. *Ecol Soc.* 19:1–30. doi:10.5751/ES-06387-190230.
- Méndez Guevara DN. 2004. Nuevo Campechito, Campeche: ambiente, economía y cultura en una sociedad de pescadores [Tesis de Maestría]. Universidad Iberoamericana.

- Monreal- Gómez MA, Salas- de- León DA. 1990. Simulación de la circulación en la Bahía de Campeche. *Geofísica Int.* 29:101–111. doi:10.22201/igeof.00167169p.1990.29.2.791.
- Monreal-Gómez MA, Salas-de-León DA, Velasco-Mendoza H. 2004. La hidrodinámica del Golfo de México. En: INECOL, Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies Texas A&M University, editores. Diagnóstico ambiental del Golfo de México volumen 2. México DF: SEMARNAT. 47– 68.
- Morales D. 2015. Conflictos Socioambientales Vinculados a La Pesquería Del Pulpo, En Celestún, Yucatán [Tesis de Licenciatura]. UNAM.
- Nava-Fuentes JC, Arenas Granados P, Cardoso Martins F. 2018. Integrated coastal management in Campeche, Mexico; a review after the Mexican marine and coastal national policy. *Ocean Coast Manag.* 154:34–45. doi:10.1016/j.ocecoaman.2017.12.029.
- Núñez-Márquez G. 2014. Determinación del esfuerzo de pesca de la flota camaronera ribereña en Ciudad del Carmen, Campeche, mediante conteos visuales. *Cienc Pesq.* 22:3–17.
- O'Donnell KP, Pajaro MG, Vincent ACJ. 2010. How does the accuracy of fisher knowledge affect seahorse conservation status? *Anim Conserv.* 13:526–533. doi:10.1111/j.1469-1795.2010.00377.x.
- Orensanz JM, Seijo JC. 2013. Rights-based management in Latin American fisheries.
- Ortiz-Lozano L, Granados-Barba A, Solís-Weiss V, García-Salgado MA. 2005. Environmental evaluation and development problems of the Mexican Coastal Zone. *Ocean Coast Manag.* 48:161–176. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2005.03.001.
- Ostrom E. 2007. A diagnostic approach for going beyond panaceas. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 104:15181–15187. doi:10.1073/pnas.0702288104.
- Ostrom E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science (80-)*. 325:419–422. doi:10.1126/science.1172133.

- Palacios Solano E, Frutos Cortés M. 2014. Petróleo y sustentabilidad en la Laguna de Términos: Entre las políticas de ordenamiento territorial y los nuevos esquemas de la industria petrolera regional en la península de Atasta, Carmen, Campeche. En: Problemas del desarrollo regional en la región sur-sureste de México: política, economía y sociedad. UQROO. 71–81.
- Palomo LE, Hernández-Flores A. 2019. Application of the Ostrom framework in the analysis of a social-ecological system with multiple resources in a marine protected area. *PeerJ*. 7:e7374. doi:10.7717/peerj.7374.
- Partelow S. 2018. A review of the social-ecological systems framework: Applications, methods, modifications, and challenges. *Ecol Soc*. 23. doi:10.5751/ES-10594-230436.
- Pauly D, Zeller D. 2016. Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Nat Commun*. 7. doi:10.1038/ncomms10244.
- Peña-Puch A del C, Pérez-Jiménez JC, Espinoza-Tenorio A. 2020. Advances in the study of Mexican fisheries with the social-ecological system (SES) perspective and its inclusion in fishery management policy. *Ocean Coast Manag*. 185:1–6. doi:10.1016/j.ocecoaman.2019.105065.
- Pérez-Sánchez E, Muir JF, Lindsay RG. 2000. Social and economic issues in aquaculture development for coastal communities of Tabasco México. En: *Microbehavior and Macroresults: Proceedings of the Tenth Biennial Conference of the International Institute of Fisheries Economics and Trade*. Corvallis, Oregon, EEUU. p. 6.
- Pinkerton E. 1994. Summary and conclusions. En: Dyer C, McGoodwin J. R, editores. *Folk Management in the World's Fisheries*. Niwot: University of Colorado Press.
- Pitcher TJ, Cheung WWL. 2013. Fisheries: Hope or despair? *Mar Pollut Bull*. 74:506–516. doi:10.1016/j.marpolbul.2013.05.045.
- Pitcher TJ, Hart PJB, Pauly D. 1998. *Reinventing Fisheries Management*. Kluwer. London.

- PNUMA. 2004. GEO México 2004. Perspectivas del Medio Ambiente. PNUMA Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- Pomeroy RS. 1995. Community-based and co-management institutions for sustainable coastal fisheries management in Southeast Asia. *Ocean Coast Manag.* 27:143–162. doi:10.1016/0964-5691(95)00042-9.
- Pontecorvo G, Schrank WE. 2014. The continued decline in the world catch of marine fish. *Mar Policy.* 44:117–119. doi:10.1016/j.marpol.2013.08.016.
- Poteete AR, Janssen MA, Ostrom E. 2012. Trabajar juntos: acción colectiva, bienes comunes y múltiples métodos en la práctica. México: UNAM, CEIICH, CRIM, FCPS, FE, IIEc, IIS, PUMA; IASC, CIDE, Colsan, CONABIO, CCMSS, FCE, UAM.
- Rist L, Uma Shaanker R, Milner-Gulland EJ, Ghazoul J. 2010. The use of traditional ecological knowledge in forest management: an example from India. *Ecol Soc.* 15:3.
- Sáenz-Arroyo A, Revollo-Fernández D. 2016. Local ecological knowledge concurs with fishing statistics: An example from the abalone fishery in Baja California, Mexico. *Mar Policy.* 71:217–221. doi:10.1016/j.marpol.2016.06.006.
- Sáenz-Arroyo A, Roberts CM, Torre J, Cariño-Olvera M, Enríquez-Andrade RR. 2005. Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. *Proc R Soc B Biol Sci.* 272:1957–1962. doi:http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2005.3175.
- Said A, Chuenpagdee R, Aguilar-Perera A, Arce-Ibarra M, Bahadur Gurung T, Bishop B, Léopold M, Marquez A-I, Mattos S, Pierce GJ, et al. 2018. The Principles of Transdisciplinary Research in Small-Scale Fisheries: Analysis and Practice. En: *Transdisciplinarity for Small-Scale Fisheries Governance.* Vol. 21.. 411–431.
- Salas S, Barragán-Paladines MJ, Chuenpagdee R. 2019. Viability and Sustainability of Small-Scale Fisheries in Latin America and The Caribbean.

- Schafer AG, Reis EG. 2008. Artisanal fishing areas and traditional ecological knowledge: the case study of the artisanal fisheries of the Patos Lagoon estuary (Brazil). *Mar Policy*. 32:283–292. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2007.06.001>.
- Scheffer M, Bascompte J, Brock WA, Brovkin V, Carpenter SR, Dakos V, Held H, Van Nes EH, Rietkerk M, Sugihara G. 2009. Early-warning signals for critical transitions. *Nature*. 461:53–59. doi:10.1038/nature08227.
- SEMARNAT, CONANP. 2019. Regiones CONANP. Mapa Interact las Áreas Nat Protegidas.
- Sumaila UR. 2012. How to make progress in disciplining overfishing subsidies. *ICES J Mar Sci*. 70:251–258. doi:10.1038/278097a0.
- Symes D, Hoefnagel E. 2010. Fisheries policy, research and the social sciences in Europe: Challenges for the 21st century. *Mar Policy*. 34:268–275. doi:10.1016/j.marpol.2009.07.006.
- Villalobos-Zapata G, Mendoza J. 2010. La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur.
- Vogt JM, Epstein GB, Mincey SK, Fischer BC, McCord P. 2015. Putting the “E” in SES: Unpacking the ecology in the ostrom socialecological system framework. *Ecol Soc*. 20. doi:10.5751/ES-07239-200155.
- Wade R. 1994. Village Republics: Economic Conditions for Collective Action in South India. San Francisco, CA.: ICS Press.
- Wakida-Kusunoki AT, Caballero-Chávez V. 2009. Efectos del derrame de hidrocarburos del pozo Kab sobre la pesca ribereña en el litoral de Campeche y Tabasco , México. *Cienc Pesq*. 17:65–73.
- Wakida-Kusunoki AT, Rojas-González RI, Toro-Ramírez A, Medina-Quijano HA, Cruz-Sánchez JL, Santana-Moreno LD, Carrillo-Nolasco I. 2016. Caracterización de la

pesca de camarón en la zona costera de Campeche y Yucatán. *Cienc Pesq.* 24:3–13.

Watson RA, Cheung WWL, Anticamara JA, Sumaila RU, Zeller D, Pauly D. 2013. Global marine yield halved as fishing intensity redoubles. *Fish Fish.* 14:493–503. doi:10.1111/j.1467-2979.2012.00483.x.

Wyborn C, Bixler RP. 2013. Collaboration and nested environmental governance: Scale dependency, scale framing, and cross-scale interactions in collaborative conservation. *J Environ Manage.* 123:58–67. doi:10.1016/j.jenvman.2013.03.014.

Young OR. 2002. *The institutional dimensions of environmental change: fit, interplay and scale.* Edición: 1. The MIT Press, editor.

De Young C, Charles A, Hjort A. 2008. *Human dimensions of the ecosystem approach to fisheries: an overview of context, concepts, tools and methods.* FAO Fisheries Technical Paper No 489. Roma, Italia: FAO

Anexo 2. Material complementario

Sistema de Gobernanza

1. Normas operacionales de elección colectiva

	Cooperativa ha establecido normas internas	Cooperativa ha cumplido acuerdos y sanciones a infractores	Cooperativa ha establecido condiciones de venta	Núm. De cooperativas encuestadas	% de las cooperativas tienen normas colectivas	Rango
SSEP 1	6	4	7	7	81.0%	1
SSEP 2	6	4	5	10	50.0%	0.5
SSEP 3	5	3	5	7	61.9%	0.75
SSEP 4	3	3	5	6	61.1%	0.75
SSEP 5	2	1	8	9	40.7%	0.25
SSEP 6	11	6	11	14	66.7%	0.75
SSEP 7	12	6	4	15	48.9%	0.5
SSEP 8	6	5	6	12	47.2%	0.5

1.00: 100%-81% de las cooperativas tienen normas colectivas.

0.75: 80%-61% de las cooperativas tienen normas colectivas.

0.50: 60%-41% de las cooperativas tienen normas colectivas.

0.25: 40%-21% de las cooperativas tienen normas colectivas.

0.00: 20%-0% de las cooperativas tienen normas colectivas.

2. Diversidad de permisos de pesca

	escama	camarón	cangrejo	caracol	charal	jaiba	pulpo	tiburón	Encuestas	Total, de permisos entre el núm. de encuestados	Rango
SSEP 1	18			11			17		18	2.6	0.75
SSEP 2	16		3	3			16	1	17	2.3	0.5
SSEP 3	16		1	4	1		16	1	16	2.4	0.75
SSEP 4	16		2	10		2	14	2	16	2.9	1
SSEP 5	18					10	13	3	18	2.4	0.75
SSEP 6	17	1				14		8	17	2.4	0.75
SSEP 7	16	14						1	16	1.9	0.5
SSEP 8	15	4				9			15	1.9	0.25

1.00: 3-2.7 permisos de pesca por usuario.

0.75: 2.6-2.3 permisos de pesca por usuario.

0.50: 2.2-1.9 permisos de pesca por usuario.

0.25: 1.8-1.5 permisos de pesca por usuario.

0.00: 1.4-1 permisos de pesca por usuario.

3. Número de organizaciones

	Núm. Organizaciones pesqueras (federaciones o uniones de pescadores)	Rango
SSEP 1	3	0.75
SSEP 2	9	0
SSEP 3	5	0.5
SSEP 4	4	0.75
SSEP 5	4	0.75
SSEP 6	2	1
SSEP 7	4	0.75
SSEP 8	3	0.75

1.00: 1-2 organizaciones pesqueras.
 0.75: 3-4 organizaciones pesqueras.
 0.5: 5-6 organizaciones pesqueras.
 0.25: 7-8 organizaciones pesqueras.
 0.00: 9-10 organizaciones pesqueras.

4. Subsidios para la pesca

	Apoyos para la pesca	Encuestados	% de los encuestados han recibido subsidios	Rango
SSEP 1	17	18	94.4%	1
SSEP 2	16	17	94.1%	1
SSEP 3	13	16	81.3%	0.5
SSEP 4	14	16	87.5%	0.75
SSEP 5	15	18	83.3%	0.5
SSEP 6	16	17	94.1%	1
SSEP 7	11	16	68.8%	0
SSEP 8	9	15	60.0%	0

1.00: 100%-93% de los US han recibido subsidios.
 0.75: 92%-85% de los US han recibido subsidios.
 0.50: 84%-77% de los US han recibido subsidios.
 0.25: 76%-69% de los US han recibido subsidios.
 0.00: 68%-60% de los US han recibido subsidios.

Usuarios

5. Proporción de cooperativas

	Unidades Económicas Pesqueras	Cooperativas	% de las UEP son cooperativas	Rango
SSEP 1	106	10	9%	0
SSEP 2	175	40	23%	0.25
SSEP 3	40	9	23%	0.25
SSEP 4	107	17	16%	0
SSEP 5	49	28	57%	0.5
SSEP 6	75	30	40%	0.5
SSEP 7	74	68	92%	1
SSEP 8	43	31	72%	0.75

1.00: 100%-80% de las UEP son cooperativas.

0.75: 79%-60% de las UEP son cooperativas.

0.50: 59%-40% de las UEP son cooperativas.

0.25: 39%-20% de las UEP son cooperativas.

0.00: 19%-0% de las UEP son cooperativas.

6. Número de pescadores artesanales

	Pescadores artesanales	Rango
SSEP 1	384	1
SSEP 2	1181	0.25
SSEP 3	1511	0
SSEP 4	1248	0.25
SSEP 5	678	0.75
SSEP 6	498	1
SSEP 7	1162	0.25
SSEP 8	1050	0.5

1.00: 350-589 pescadores artesanales registrados.

0.75: 590-829 pescadores artesanales registrados.

0.50: 830-1069 pescadores artesanales registrados.

0.25: 1070-1309 pescadores artesanales registrados.

0.00: 1310-1550 pescadores artesanales registrados.

7. Actividades complementarias a la pesca

	Encuestados que realizan actividades complementarias a la pesca	Encuestados	% de encuestados que realizan actividades complementarias a la pesca	Rango
SSEP 1	7	18	38.9%	0.5
SSEP 2	3	17	17.6%	0
SSEP 3	4	16	25.0%	0.25
SSEP 4	5	16	31.3%	0.25
SSEP 5	7	18	38.9%	0.5
SSEP 6	2	17	11.8%	0
SSEP 7	4	16	25.0%	0.25
SSEP 8	10	15	66.7%	1

1.00: 70%-59% de los US realizan actividades complementarias.

0.75: 58%-47% de los US realizan actividades complementarias.

0.50: 46%-35% de los US realizan actividades complementarias.

0.25: 34%-23% de los US realizan actividades complementarias.

0.00: 22%-10% de los US realizan actividades complementarias.

8. Liderazgo local

	Encuestados que reconocen el trabajo de su líder	Encuestados	% de encuestados que reconocen el trabajo de su líder	Rango
SSEP 1	5	18	27.8%	0.25
SSEP 2	14	17	82.4%	1
SSEP 3	11	16	68.8%	0.75
SSEP 4	9	16	56.3%	0.5
SSEP 5	8	18	44.4%	0.5
SSEP 6	16	17	94.1%	1
SSEP 7	10	16	62.5%	0.75
SSEP 8	9	15	60.0%	0.75

1.00: 100%-80% de los US respaldan al líder.

0.75: 79%-60% de los US respaldan a su líder.

0.50: 59%-40% de los US respaldan a su líder.

0.25: 39%-20% de los US respaldan a su líder.

0.00: 19%-0% de los US respaldan a su líder.

Unidad de Recursos

9. Diversidad de especies o grupos de especies con pesquerías

	Especies o grupos de especies.	Rango
SSEP 1	9	0
SSEP 2	21	1
SSEP 3	17	0.75
SSEP 4	11	0.25
SSEP 5	16	0.5
SSEP 6	11	0.25
SSEP 7	15	0.5
SSEP 8	11	0.25

1.00: 22-20 especies o grupos de especies.
 0.75: 19-17 especies o grupos de especies.
 0.5: 16-14 especies o grupos de especies.
 0.25: 13-11 especies o grupos de especies.
 0.00: 10-8 especies o grupos de especies.

10. Los ingresos per cápita

	Valor de la producción pesquera 2014 (sin captura de altura)	Pescadores artesanales	Ingresos per cápita de los pescadores	Rango
SSEP 1	\$ 66,241,319.58	384	\$ 172,503.44	1
SSEP 2	\$ 90,006,016.71	1181	\$ 76,211.70	0.25
SSEP 3	\$ 149,467,811.39	1511	\$ 98,919.80	0.25
SSEP 4	\$ 162,691,160.17	1248	\$ 130,361.51	0.75
SSEP 5	\$ 65,104,075.69	678	\$ 96,023.71	0.25
SSEP 6	\$ 87,578,278.26	498	\$ 175,860.00	1
SSEP 7	\$ 93,174,537.43	1162	\$ 80,184.63	0.25
SSEP 8	\$ 53,877,708.20	1050	\$ 51,312.10	0

1.00: \$176,000-\$151,000 ingresos per cápita.
 0.75: \$150,999-\$126,000 ingresos per cápita.
 0.50: \$125,999-\$101,000 ingresos per cápita.
 0.25: \$100,999-\$76,000 ingresos per cápita.
 0.00: \$75,999-\$51,000 ingresos per cápita.

11. Estado de las de las principales especies o grupos de especies

	Especies o grupos de especies.	Especies o grupos de especies aprovechadas al máximo sustentable (AMS)	% de especies o grupos de especies AMS	Rango
SSEP 1	9	5	55.6%	0.25
SSEP 2	21	10	47.6%	0
SSEP 3	17	8	47.1%	0
SSEP 4	11	5	45.5%	0
SSEP 5	16	11	68.8%	0.5
SSEP 6	11	10	90.9%	1
SSEP 7	15	8	53.3%	0.25
SSEP 8	11	7	63.6%	0.25

1.00: 100%-89% de las pesquerías se encuentran en el aprovechamiento máximo sustentable.
 0.75: 88%-77% de las pesquerías se encuentran en el aprovechamiento máximo sustentable.
 0.50: 76%-65% de las pesquerías se encuentran en el aprovechamiento máximo sustentable.
 0.25: 64%-53% de las pesquerías se encuentran en el aprovechamiento máximo sustentable.
 0.00: 52%-41% de las pesquerías se encuentran en el aprovechamiento máximo sustentable.

Sistema de Recursos

12. Áreas Naturales Protegidas

	Presencia ANP	% de encuestados con conocimiento local de la presencia de las ANP que influyen en sus zonas de pesca.	% de encuestados con conocimiento local de la función de las ANP que influyen en sus zonas de pesca.	Rango
SSEP 1	1	0.722	0.833	85% 1
SSEP 2	1	0.471	0.588	69% 0.75
SSEP 3	0	0	0.063	2% 0
SSEP 4	0	0.188	0.313	17% 0
SSEP 5	1	0.389	0.444	61% 0.75
SSEP 6	1	0.588	0.235	61% 0.75
SSEP 7	1	1	0.625	88% 1
SSEP 8	1	0.667	0.2	62% 0.75

1.00: 100%-80% de los US saben de la presencia y función del ANP.
 0.75: 79%-60% de los US saben de la presencia y función del ANP.
 0.50: 59%-40% de los US saben de la presencia y función del ANP.
 0.25: 39%-20% de los US saben de la presencia y función del ANP.
 0.00: 19%-0% de los US saben de la presencia y función del ANP.

		Encuestados con conocimiento local de la presencia de las ANP que influyen en sus zonas de pesca.	% de encuestados con conocimiento local de la presencia de las ANP que influyen en sus zonas de pesca.	Encuestados con conocimiento local de la función de las ANP que influyen en sus zonas de pesca.	% de encuestados con conocimiento local de la función de las ANP que influyen en sus zonas de pesca.
SSEP 1	18	13	0.722	15	0.833
SSEP 2	17	8	0.471	10	0.588
SSEP 3	16	0	0.000	1	0.063
SSEP 4	16	3	0.188	5	0.313
SSEP 5	18	7	0.389	8	0.444
SSEP 6	17	10	0.588	4	0.235
SSEP 7	16	16	1.000	10	0.625
SSEP 8	15	10	0.667	3	0.200

13. Patrón de contaminación

	Media de Sólidos Suspendidos Totales (SST) mg/L 2012-2017	Rango
SSEP 1	36.6	1
SSEP 2	22.9	0
SSEP 3	53.9	0.75
SSEP 4	40.2	0.75
SSEP 5	40.7	0.25
SSEP 6	30.7	1
SSEP 7	41.6	0.25
SSEP 8	176.3	0

1.00: 0-25 SST excelente calidad de agua.
0.75: 26-75 SST buena calidad de agua.
0.50: 76-150 SST aceptable calidad de agua.
0.25: 151-400 SST calidad de agua contaminada.
0.00: mayor a 400 SST calidad de agua fuertemente contaminada.

14. Productividad del sistema

	Concentración media de clorofila mg/m ³	Rango
SSEP 1	49.86	1
SSEP 2	49.86	1
SSEP 3	49.86	1
SSEP 4	49.86	1
SSEP 5	31.30	0.25
SSEP 6	31.30	0.25
SSEP 7	31.30	0.25
SSEP 8	31.30	0.25

1.00: Concentración media de clorofila entre 50-46 mg/m³.

0.75: Concentración media de clorofila entre 45-41 mg/m³.

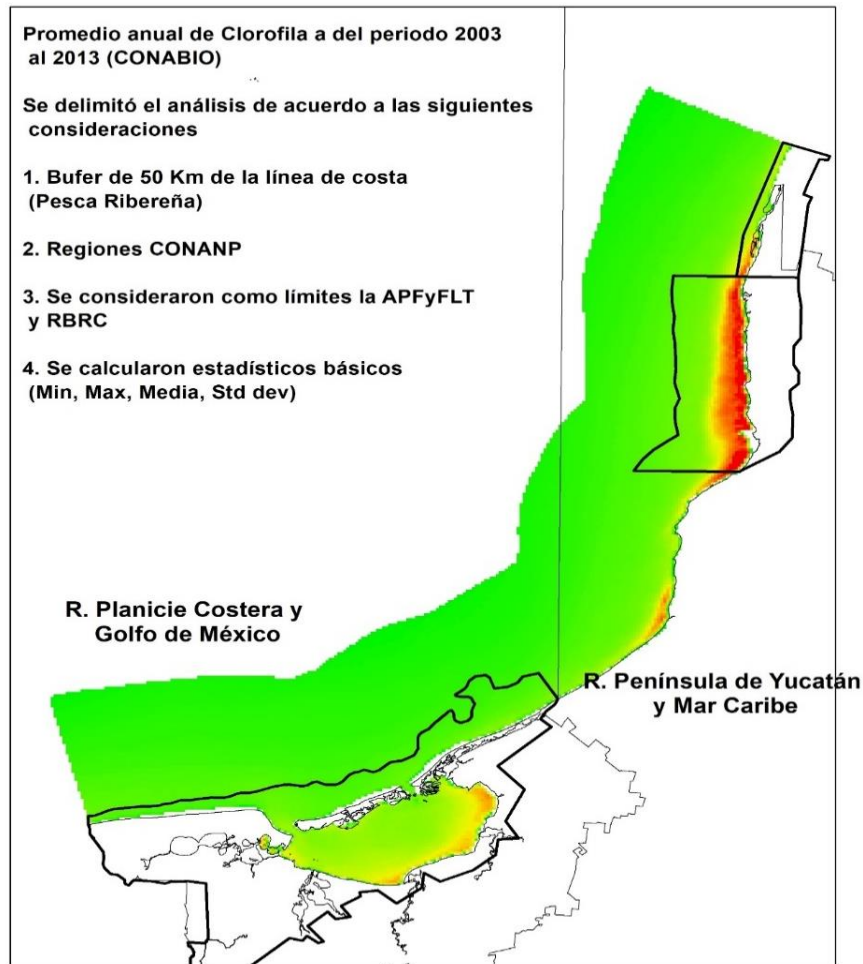
0.50: Concentración media de clorofila entre 40-36 mg/m³.

0.25: Concentración media de clorofila media entre 35-31 mg/m³.

0.00: Concentración media de clorofila entre 30-26 mg/m³.

Zona norte (SSEP 1-4) Media 49.86 mg/m³

Zona sur (SSEP 5-8) Media 31.30 mg/m³



Conclusión

Actualmente se reconoce que, las pesquerías son sistemas complejos y para transitar hacia la sustentabilidad de estas, se debe tener una visión inclusiva de las dimensiones sociales y ambientales que influyen e interactúan entre sí. El manejo de los recursos pesqueros comúnmente establece la unidad de análisis a partir de la especie objetivo y las especies asociadas. Sin embargo, otro tipo de unidad de análisis para los recursos pesqueros proponer delimitar unidades de manejo espaciales, esto es importante porque facilita el entendimiento del contexto local y de la relación humano-ambiente. Es decir, la unidad de análisis regional puede ayudar a mejorar el manejo de las pesquerías, porque visualiza los diferentes objetivos de manejo que podrían instrumentarse para los recursos pesqueros más importantes de cada sistema. A pesar de que se han desarrollado marcos metodológicos de enfoque socio-ecológico, la implementación de este manejo puede ser difícil, ya que, cada sistema socio-ecológico pesquero (SSEP) tiene un comportamiento único no solo con los polígonos de pesca, sino también por los usuarios que radican en las localidades pesqueras.

En el primer capítulo se describe que se han desarrollado enfoques no convencionales como el holístico para hacer frente al cambio global. En México enfoque holístico se observa parcialmente en la reglamentación pesquera; el sector académico mexicano ha aplicado y desarrollado estudios con metodologías holísticas para analizar los sistemas pesqueros. El estado de Campeche destaca por sus pesquerías de pequeña escala; sin embargo, la tercera parte de sus pesquerías principales se encuentran en deterioro. Esto genera un riesgo potencial al bienestar de las localidades conteras, ya que dependen directamente de alimentos e ingresos económicos que proviene de la pesca.

En el segundo capítulo, concluye con que en la última década hubo una producción estable de literatura con la perspectiva de sistemas socio-ecológicos en México. La investigación académica con este enfoque se concentra en la región Pacífico norte principalmente en temas sobre la gobernanza de las pesquerías bentónicas y en el sur del Golfo de México y el Mar Caribe se enfocan en el estudio del co-manejo de la pesquería de langosta espinosa, además se ha implementado a través de procesos de manejo participativo estándares internacionales de sustentabilidad para algunas

pesquerías de estas regiones. La perspectiva de sistemas socio-ecológicos se ha incluido parcialmente en la política pesquera mexicana a través de los planes de manejo pesquero; sin embargo, solo la tercera parte de las pesquerías con plan de manejo posee un estándar de sustentabilidad. Esto refleja un desajuste entre los intereses de los sectores académico, pesquero y gubernamental. Por lo que, el enfoque SSEs necesita ser incluido por completo en los instrumentos de gestión de la pesca mexicana (por ejemplo, PMP) y su implementación podría ser un objetivo principal para la política pesquera mexicana.

En el tercer capítulo se identificaron ocho SSEP en el estado de Campeche. Las pesquerías más significativas de los cuatro SSEP que pertenecen a la zona norte son de pulpo maya y escama marina especialmente de jurel; y entre las pesquerías más importantes para los cuatro SSEP de la zona sur son la de jaiba, camarón y escama marina como el robalo. La variabilidad de estas pesquerías se relaciona con su contexto biofísico, porque en la zona norte es provincia carbonatada y en la zona sur es provincia fluvial; pero también con la forma de acceso, que también es variable ya que en la zona norte tienden a trabajar como permisionarios y en la zona sur como cooperativas. Respecto a la caracterización, en general, muchos de los usuarios de los SSEP están agregados en organizaciones pesqueras y realizan escasas actividades complementarias a la pesca, principalmente con comercio local. A pesar de que la mayoría de los SSEP se encuentran en ANP, son pocos informantes clave tienen conocimiento sobre su presencia y su función. Por lo que la delimitación y caracterización de los SSEP de Campeche pueden ser útiles en la planificación, desarrollo e implementación de medidas de manejo pesquero adecuadas a las condiciones locales.

En el cuarto capítulo se encontró que el potencial de sustentabilidad social-ecológica (PSSE) varió sustancialmente entre los SSEP, lo que permitió identificar en cuáles y en qué dimensión se deben enfocar las estrategias de manejo pesquero. En general se identificó que los SSEP de la zona norte tienen una unidad de recursos en nivel medio y los SSEP de la zona sur se tienen nivel alto en la dimensión usuarios. El SSEP 6, que corresponde a Isla Aguada tiene el mejor PSSE porque tiene un puntaje muy alto en sistema de gobernanza y alto en las tres dimensiones restantes. El SSEP 8, que

pertenece a Nuevo Campechito, San Antonio Cárdenas, Colonia Emiliano Zapata y Atasta tiene el menor PSSE porque tiene un puntaje medio en sistema de gobernanza y sistema de recursos, bajo en unidad de recursos y alto en usuarios. Por otra parte, se identificaron 20 estrategias de manejo, 30 % de las estrategias de manejo que los usuarios consideran útiles en la mejora de los SSEP se concentran en el sistema de gobernanza, el 25 % en la dimensión usuarios y unidad de recursos respectivamente, y el 20 % restante son sobre el sistema de recursos. La mayoría de las estrategias de manejo deben implementarse desde el sector gubernamental, y la estrategia más importante es sobre fortalecer la inspección y vigilancia mejorando la capacitación de los inspectores, y el seguimiento a las denuncias ciudadanas.

El estudio de los SSEs pesqueros se basó en métodos de investigación interdisciplinaria, en la que se sintetizaron en cada uno de los subsistemas que componen los SSEP, utilizando el conocimiento ecológico local de los usuarios, bases de datos nacionales, y literatura académica especializada. Los objetivos específicos para identificar las regiones que delimitan los SSEs pesqueros de Campeche y describir los sistemas socio-ecológicos pesqueros de Campeche se abordaron en el capítulo III; y en el capítulo IV se logró el objetivo específico de describir la variación en el potencial de sustentabilidad socio-ecológica de los SSEs pesqueros de Campeche. Adicionalmente, el objetivo general de la tesis se alcanzó en la descripción de las dimensiones sociales y ecológicas de los SSEs que influyen en la capacidad de las pesquerías de pequeña escala de Campeche, para orientarse hacia la sustentabilidad. El uso de la perspectiva de SSE puede no ser suficiente para garantizar el manejo sustentable de las pesquerías. No obstante, la perspectiva de SSE sirve para tener un enfoque de manejo espacial de los sistemas pesqueros, facilita la identificación de los problemas complejos que tiene las pesquerías y proporciona información para futuras intervenciones de política y manejo.

La delimitación de SSEP que se presentó en el capítulo III es una propuesta metodológica simple que ayuda a visualizar unidades de manejo espacial, como herramientas para enfrentar las complejidades de las pesquerías de pequeña escala. Es un avance para que el manejo pesquero mexicano pueda considerar el uso unidades de manejo regionales. Además de que el uso de bases nacionales de acceso público en la

delimitación de los SSEP podría ayudar a investigadores y administradores gubernamentales en la elaboración de los ordenamientos pesqueros regionales. El capítulo IV es relevante para la región del Golfo de México y aporta la incorporación de variables adecuadas al contexto local, con la revalorización del conocimiento que tienen los usuarios de los SSEP.

El proceso de investigación me ha permitido conocer la gran importancia que tienen los usuarios, en la posibilidad de preservar los recursos marinos en el largo plazo. Aún se requiere poner en práctica enfoques de manejo que incorporen el conocimiento de los usuarios y sus necesidades locales, para que la implementación de las estrategias de manejo y política gubernamental sean adecuadas al contexto local y que se fomente la corresponsabilidad del manejo pesquero entre las autoridades y los usuarios.