

Avances de investigación. Análisis de resiliencia socio-ecológica de la pesquería del pepino de mar en Isla Arena, Campeche¹.

Pável Galeana

Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. El Colegio de la Frontera Sur-Campeche

pgaleana@ecosur.edu.mx

Resumen

Presentamos resultados parciales del estudio sobre los cambios en la comunidad costera de Isla Arena, localizada en el Banco de Campeche, después de la disminución drástica de pepinos de mar (*Holothuria floridana*) por sobrepesca. Esta pesquería fue autorizada sólo en los años 2011 y 2012, pero en el presente la pesca furtiva persiste. Isla Arena es una pequeña comunidad costera localizada entre dos Reservas de la Biósfera en el norte de la Península de Yucatán que depende enteramente de la pesca de otras especies marinas. Documentamos cómo la percepción de efectos sociales y ambientales negativos desencadenados por la pesquería del pepino de mar, ha motivado un proceso de organización en parte de la comunidad que actualmente implica un fuerte conflicto entre ciertos actores locales, pues no todos están de acuerdo con la situación actual, que implica una veda desde 2012. La oposición a la pesquería del pepino de mar en Isla Arena es inédita en la región. Proponemos que algunos de los cambios generados por la afectación, pueden ser indicios de cambios que fortalezcan la resiliencia y aumenten la capacidad de adaptación del sistema socio-ecológico (SSE).

Palabras clave: pesquerías de pepino de mar, resiliencia, sistemas socio-ecológicos, capacidad adaptativa, Banco de Campeche, Isla Arena

Abstract

We present partial results of the study about changes in the coastal community of Isla Arena, located in the Campeche Bank after drastic decrease of sea cucumbers (*Holothuria floridana*) caused by overfishing. This fishery was authorized only in 2011 and 2012, but in the present illegal fishing persists. Isla Arena is a small fisher community which is entirely dependent on other marine species. We documented how perception of negative social and environmental changes triggered by sea cucumber fishery, have motivated an organizational process in part of the community. This, in the present, implies a strong conflict among local stakeholders, because not everyone are agree with the current situation which involves a ban of fishing since 2012. The opposition to fishery in Isla Arena is unique in the region. So, we propose that some changes generated by negative effects could be associated to surrogates of resilience and may enhanced adaptive capacity of the social-ecological system (SES).

Keywords: sea cucumber fisheries, resilience, social-ecological systems, adaptive capacity, Campeche Bank, Isla Arena

1. Introducción

¹ Esta investigación forma parte del proyecto Community Conservation Network-México (2013-2018). <http://www.communityconservation.net/>

Este artículo analiza el proceso social desarrollado alrededor de las pesquerías de pepinos de mar, principalmente de la especie *Holothuria floridana*, en la comunidad de Isla Arena localizada en el Banco de Campeche. La pregunta que motiva esta investigación es si la percepción de una crisis socio-ambiental puede generar mecanismos de resiliencia, especialmente a nivel local. Isla Arena tiene fama en la región por ser un importante polo de actividad pesquera y en 2010 era el único sitio en la Península de Yucatán donde la población de *H. floridana* se encontraba en estado virgen². En sólo cuatro semanas, distribuidas en dos temporadas de captura (2011 y 2012), la población de *H. floridana* se redujo drásticamente. La percepción de los efectos ecológicos y sociales de la sobrepesca movilizó un discurso -inédito en toda la Península de Yucatán- donde la conservación del pepino de mar comenzó a ser manejada como un tema de riesgo que podría los medios de vida en una parte de la comunidad, y generó un conflicto con la otra parte, que promueve la pesca. Aunque actualmente existe una veda en toda la Península decretada en 2013, esta ha sido ya varias veces abierta en el Estado de Yucatán en 2014. La cercanía geográfica y compartición de recursos comunes pesqueros entre Isla Arena y la comunidad de Celestún (Yucatán), donde sí se han autorizado capturas, ha puesto en la mente de los habitantes de Isla Arena la posibilidad de nuevas temporadas de captura y ello ha motivado acciones de presión. Las diferencias en percepción sobre los efectos de la sobrepesca en la economía local de Isla Arena configuran el dilema actual en la comunidad sobre la conservación. Aunque en el presente se desconoce el estado real de la población de pepinos de mar frente a costas de Isla Arena, existen al menos dos factores que podrían condicionar su grado de recuperación en el presente: el umbral de resiliencia de la especie, que no es bien conocido y la persistencia de la pesca furtiva. Su conservación en el futuro cercano, podría depender de si se consolidan medidas relacionadas con su gobernanza sustentable.

El análisis cualitativo de la historia de la pesquería permite identificar los posibles giros adaptativos del sistema. Nuestros objetivos de investigación fueron: 1) identificar procesos de cambio social y ambiental provocados por la pesquería de pepinos de mar en Isla Arena desde el punto de vista de los pescadores; 2) entender el papel de estos cambios en la gestación de mecanismos de resiliencia (incluyendo posibles cambios en la gobernanza) y 3) caracterizar el sistema socio-ecológico de Isla Arena, que hasta el momento no ha sido descrito bajo una heurística de este tipo. El artículo comienza con el contexto del estudio, examinando cómo la pesquería de pepinos de mar ha desencadenado una percepción de crisis social y ambiental en Isla Arena. Se analizan los factores sociales que subyacen las transformaciones ecológicas percibidas, así como las formas en las que los diferentes actores se han posicionado frente al conflicto. Un marco teórico basado en la teoría de los sistemas adaptativos, resiliencia y gobernanza es utilizado para analizar los factores que pueden determinar cambios en la trayectoria adaptativa del SSE; de estos podrían extraerse claves importantes para la gestión regional de esta pesquería emergente así como un modelo inicial para estudios de sistemas en circunstancias similares.

2. Área de estudio y métodos

2.1 Descripción del área de estudio

²Aunque existe otra especie de importancia económica distribuida en la región, *Isotichopus badiotus*, este trabajo se centra en *H. floridana*, puesto que es el principal recurso en disputa. Ello se debe a que se encuentra a menor profundidad que *I. badiotus*, por lo cual puede ser pescado sin un equipo especial, con menor riesgo y aún sin mucha experiencia en el buceo, que es el caso de la mayoría de los pescadores ribereños de Isla Arena.

El estudio se ha realizado en la comunidad de Isla Arena, perteneciente a la zona costera del Estado de Campeche, en México. El trabajo de campo se ha hecho durante los meses de enero a abril de 2014. Isla Arena se localiza a 72 km. al Noroeste de la cabecera municipal de Calkiní. El centro de la comunidad se ubica en las coordenadas 20° 41' 26" N y 90° 27' 10" W. De acuerdo con un censo de 2005 la comunidad tenía una población de 753 habitantes (Conanp-Semarnat, 2006). Éstos son en su mayoría de ascendencia maya-yucateca y proceden tanto de familias de la propia comunidad como de otras poblaciones cercanas como Tankuché, Calkiní, Champotón, Halachó y Seybaplaya. La estructura demográfica de la comunidad concentra al 51.6% de la población entre 10 y 39 años y al 22.6% entre 40 a 59 años (Pronatura, 2010) y su crecimiento ha sido mínimo en las últimas décadas, probablemente por las limitaciones espaciales para el asentamiento humano en la comunidad.

Isla Arena está establecida sobre una pequeña península, que no excede dos kilómetros de largo y 150 metros de ancho y que forma un estero. La comunidad se caracteriza por tener como única actividad productiva la pesca, ya que las características del terreno inundable y arenoso no permiten desarrollar actividades como la agricultura o la ganadería y los terrenos de los alrededores están sujetos a conservación. El número de pescadores es de ~270, con ~250 lanchas que se dedican principalmente a la pesquería del pulpo y escama (peces). Muchos de ellos son pescadores sin permiso para escama ni pulpo, por lo cual no participan del sistema de apoyos gubernamentales orientados a los pescadores legalizados. El ciclo pesquero normalmente se organiza de acuerdo a la estacionalidad: entre tiempos de “nortes” la pesca se concentra en escamas como la corbina; entre mayo y julio en la captura de caracoles y escama; y de agosto a diciembre en la pesquería del pulpo (Pronatura, 2010). Aunque existe infraestructura turística, ésta actividad es incipiente y sólo en ciertas temporadas del año resulta significativa para algunas personas, por lo que se considera una fuente alternativa de recursos.

La comunidad se ubica en el polígono de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún (cuya mayor extensión se encuentra en el Estado de Yucatán), sin embargo parte de las actividades pesqueras se desarrollan en la ribera de la Reserva de la Biósfera de Los Petenes (en el Estado de Campeche). Al ser costera, la comunidad tiene acceso tanto a una zona terrestre, principalmente de humedales como manglares y petenes así como una zona marina, donde se ubican extensiones importantes de pastos marinos y bajos arenosos. Si bien los ecosistemas terrestres brindan servicios importantes para las comunidades cercanas, el uso de recursos bióticos en esta zona, como mangles, está restringido por el estatus de conservación de la zona.

Aunque oficialmente las pesquerías comenzaron en el año de 2008, la pesca furtiva de pepinos de mar en la Península de Yucatán se ha registrado desde la década de 1990 (Tuz Sulub y Aguilar Perera, 2011). En Isla Arena, en solo cuatro semanas distribuidas en dos años (2011-2012) la población de *H. floridana* se redujo en casi un 90% con relación al stock³ inicial (sin considerar cuánto puede haberse reproducido entre 2011 y 2012). Por el momento no es posible determinar en qué medida la población de pepinos de mar puede haberse recuperado después de la segunda captura de 2012. Una parte de la comunidad se opone a la realización de estudios de biomasa en Isla Arena, al considerar que si éstos resultaran positivos, pudiera autorizarse una nueva temporada de captura con efectos idénticos a los de 2011 y 2012 pero más graves, debido al stock actual más reducido.

Como mencionamos en la introducción, los daños provocados por la pesquería sobre el sistema socio-ecológico en Isla Arena se pueden agrupar en dos tipos: 1) afectaciones directas sobre los

3 Se refiere a recursos naturales de un tipo específico acumulados en un sitio y en un periodo de tiempo, en este caso de pepinos de mar.

sistemas de recursos. Aunque estos no están cuantificados, está claro que el adelgazamiento de la biodiversidad marina resulta en la pérdida de servicios ecológicos (Worm et al., 2007); ello a su vez reduce la resiliencia del SSE (Adger, 2000). 2) Factores que inciden dificultando el sistema de gobernanza. La falta de una caracterización sistemática que dimensione los daños sociales y ambientales, así como la incertidumbre sobre factores que determinan biológicamente la posible recuperación de la especie, ha sido utilizada por los diferentes actores como un argumento, tanto para incentivar la pesca, como para frenarla. A pesar de los numerosos estudios sobre pesquerías de pepino de mar existen aún lagunas importantes en el conocimiento de *H. floridana* que vuelven una especie de “caja negra” su ontogenia y ecología. Es importante mencionar que los volúmenes de biomasa no son el único indicador a considerar para evaluar la salud de una población de pepinos de mar. La legislación mexicana considera al menos otros dos indicadores: densidad y talla. Sin embargo no está claro qué otros factores podrían resultar decisivos para evaluar el impacto de la pesquería tomando en cuenta que los afectaciones ecológicas generalmente no son lineales.

En la tabla 1 se enlistan las afectaciones percibidas por parte de los actores locales. Debe resaltarse que los efectos de esta pesquería no operan como un estresor puntual sobre el SSE, sino como una “batería” de perturbaciones persistentes y las afectaciones no siguen una linealidad simple, sino que siguen dinámicas dependientes, por ejemplo, de los cambios en el contexto de la región.

Tabla 1. Afectaciones percibidas por la implementación de la Pesca de Fomento de pepino de mar en Isla Arena

Afectaciones percibidas sobre el sistema de recursos y los medios de vida	Afectaciones percibidas sobre la gobernanza
Declive de la población de pepinos de mar, especialmente de la especie con distribución más somera (<i>H. floridana</i>).	Pérdida de opciones de pesca, al resultar insustentable esta pesquería, que debió servir de apoyo para los meses difíciles.
Aumento del esfuerzo por capturas en pulpo, peces y caracoles debido a la pérdida de servicios ecológicos del pepino de mar y por pesca ilegal directa de esas especies durante las temporadas de captura de pepino de mar (sustractabilidad).	Pérdida de control sobre la exclusión y aumento de la sustractabilidad por más pesca durante y después de las temporadas de captura.
Deshechos y contaminación por el procesamiento del pepino de mar.	Aumento de la movilidad temporal de pescadores jóvenes para trabajar en pesquerías de pepino de mar en otras comunidades. Esto reduce la dependencia en el corto plazo sobre los recursos locales, pero puede representar también un menor interés en cuidar las pesquerías.
Tala de mangles para obtener la leña necesaria para procesar el pepino de mar.	Aumento de conflictos con comunidades vecinas (principalmente Celestún) por uso de los recursos de Isla Arena.
	División y conflicto al interior de la comunidad.
	Alteración del sistema tradicional de pesca basado en un bajo esfuerzo pesquero y en pesquerías estacionales bien definidas.
	Pérdida de la credibilidad del gobierno para regular la pesca.

2.2 Métodos

La investigación es de corte cualitativo, y se han recabado los datos primarios y secundarios utilizando una aproximación de estudio de caso. La recolección de datos primarios se ha desarrollado con entrevistas semi-estructuradas a informantes clave, entrevistas informales y observación, considerando las relaciones de poder conflictivas en la comunidad y las diferentes escalas de gestión. Los datos secundarios se han recogido con investigación documental. El número total y los tipos de entrevistas así como la composición de los informantes se detallan en la Tabla 2.

Las entrevistas se realizaron en la comunidad entre enero y abril de 2014 y fuera de la comunidad en el mes de mayo. Los datos obtenidos en campo han sido triangulados y verificados de forma cruzada en la comunidad y otras fuentes para asegurar su validez y exactitud. Para el modelaje y el análisis de las entrevistas transcritas y audios así como para el modelaje se utiliza el programa de QSR Nvivo 10. El mapa del sitio de estudio será generado utilizando el programa de ESRI ArcGis 10 a partir de imágenes satelitales.

Tabla 2. Informantes clave y tipos de entrevista

Informante	Número	Nivel	Tipo
Buzos	2	local	Semi-estructurada
Pescador libre	2	local	Semi-estructurada
Pequeño permisionario	3	local	Semi-estructurada
Representante del Comité de Inspección y Vigilancia	1	local	Semi-estructurada
	1		informal
Agente municipal de Isla Arena	1	local	Semi-estructurada
Presidente de asociación civil que agrupa buzos	1	local	Semi-estructurada
Persona dedicada al turismo en Isla Arena	1	local	Semi-estructurada
Permisionario grande	2	local	Semi-estructurada
Pescadores que van pescan pepino de mar en otra comunidad	1	local	informal
Representante del Inapesca Yucalpetén	1 Pendiente	federal	Semi-estructurada
Representante de Conapesca	1	federal	Semi-estructurada
Representante de la Secretaría de Pesca de Campeche	1 Pendiente	estatal	Semi-estructurada
Comisión Nacional de Pesca de la Cámara de Diputados	1 Pendiente	federal	Semi-estructurada
Académico experto en la pesquería de pepinos de mar	1 Pendiente	regional	Semi-estructurada
Académico con experiencia en pesquerías de Isla Arena	1 Pendiente	regional	Semi-estructurada
Representante de ONG con presencia en Isla Arena	1 pendiente	regional	Semi-estructurada
Jóvenes no pescadores de Isla Arena	1	local	Informal
Total planeado	23		

3. Resultados preliminares

3.1 Contexto de las pesquerías de pepino de mar en el México y en la Península de Yucatán

A nivel mundial se ha identificado un patrón de explotación serial y expansivo en las pesquerías de pepino de mar. Estas pesquerías alcanzan el pico de capturas cada vez más rápido y a medida que su aparición es más reciente, se ubican a mayor distancia de los mercados originales en Asia

(Anderson, Flemming, Watson y Lotze, 2011). La tendencia al alza en la demanda asiática desde los años 50 parece ser el principal factor de presión, y los usos principales son gastronómicos y medicinales (Anderson et al., 2011). En cinco décadas, las capturas globales se incrementaron casi 6 veces, pasando de 4,300 ton en 1950 a 23,000 en el año 2000 (Tuz Sulub y Aguilar Perera, 2011). En consecuencia, se han documentado numerosos casos de extinciones locales en todos los continentes (Anderson et al., 2011). México tiene como mercado principal los Estados Unidos y solo en 2012, el monto de las exportaciones para este país rebasó 364 millones de pesos. En pesquerías artesanales de pepino de mar las fórmulas débiles de gobernanza, combinadas con poca capacidad de adaptación a la presión del mercado, suelen producir explotaciones rápidas, donde a menudo juega un papel muy importante la pesca furtiva. Esto ocurre, no obstante cuando la degradación de estas pesquerías sucede de forma relativamente previsible (Anderson et al., 2011). Al disminuirse la resiliencia de los ecosistemas donde los pepinos de mar juegan papeles importantes, se comprometen también los medios de vida de muchas comunidades locales (Purcell et al., 2013).

Como detritívoros, los pepinos de mar tienen funciones clave en la integridad de las tramas tróficas, teniendo también efectos importantes en la oxigenación del agua, el reciclamiento de nutrientes, la regulación del pH y la bioturbación, entre otras variables importantes para la estabilidad de los ecosistemas bentónicos (Purcell, 2010). El declive de las poblaciones de pepinos de mar se ha relacionado causalmente con caídas abruptas en la productividad de algunos de estos ecosistemas, como los pastos marinos y los arrecifes (Lane y Limbong, 2013). Debido a su larga longevidad, al tiempo que tardan en alcanzar la madurez, a su dinámica reproductiva dependiente de la densidad, a su escasa movilidad y a su distribución frecuente en aguas someras, los pepinos de mar son especies muy vulnerables a la sobrepesca (Purcell et al., 2013).

México es uno de los países donde se desarrollan pesquerías emergentes de pepino de mar. Desde la década de los 80 comenzaron a explotarse algunas especies en el Pacífico mexicano, principalmente en la Península de Baja California (Tuz Sulub y Aguilar Perera, 2011). En esta región se ha pescado intensamente la especie *Isotichopus fuscus*, que se catalogó en los años 90 en riesgo de extinción (NOM-059-ECOL-1994) obligando a la implementación de vedas (Singh Cabanillas y Véles Barajas, 1996; Tenorio, Pech, Ramos y Peña-Puch, 2012); si bien en el presente sigue pescándose pepino de mar en esta región, los volúmenes han disminuido considerablemente. Con el tiempo, las pesquerías legales y furtivas se han expandido a otros estados en las costas del norte y centro del país, cubriendo diferentes especies (Ramos Miranda et al., 2012). En la Península de Yucatán han aparecido pesquerías en la última década, tanto ilegales como experimentales (Pesquerías de Fomento) en los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. A pesar del cortísimo periodo de duración de estas pesquerías, la región ya se ha convertido en la más importante para México, tanto por el volumen de capturas como por el valor de las exportaciones. Desde 2010, Yucatán y Campeche pasaron a ocupar el primero y segundo lugar, respectivamente, desplazando a la Península de California (Conapesca, 2013). Tanto Yucatán como Campeche comparten una misma eco-región costera y condiciones sociales y económicas similares (Pronatura, 2010) así como recursos pesqueros relativamente abiertos, a los cuales acceden usuarios de varias localidades cercanas y por ello, las implicaciones de la pesquería a nivel local en Isla Arena resultan un tema de interés regional. Al parecer, estas pesquerías no están resultando rentables más allá del corto plazo, y regionalmente han inducido cambios sociales y ambientales desfavorables para las metas de sustentabilidad, comenzando por un declive rápido de los stocks cuando se han autorizado las capturas. Las especies con una explotación más fuerte han sido *Holothuria floridana*, distribuida entre los 0 y 7 metros (Ramos Miranda et al., 2012), e *Isotichopus badionotus* entre los 10 a 18 m (Ardisson Herrera et al., 2011). *H. floridana* ha sido la especie más explotada, por la posibilidad de bucearla a pulmón, evitando así riesgos a la salud relacionados con la descompresión en buzos inexpertos, aunque es pagada a un menor precio que *I. badionotus* (Tuz Sulub y Aguilar Perera, 2011). De los tres estados mencionados, sólo las pesquerías de Yucatán han transitado recientemente

a autorizaciones comerciales, mientras que en Quintana Roo y Campeche los indicadores usados para autorizar una pesquería de pepinos de mar (biomasa, densidad y talla) no permiten en la actualidad la continuidad de la pesquería como Pesca de Fomento ni como Pesca Comercial.

3.2 Factores sociales de cambio ecológico

La gobernanza en un sistema socio-ecológico es un resultado de la interacción de instituciones, grupos y actores a diferentes escalas de gestión. En este caso, se han identificado cuatro escalas que promovieron el fenómeno de la sobrepesca del pepino de mar en Isla Arena entre 2011 y 2012 y que han influido en la persistencia de la amenaza en los dos años siguientes: a) local; b) regional; c) Estatal; y d) Federal. Los factores globales no son considerados como causales en tanto que son relativamente externas al sistema de gobernanza analizado, aunque está claro que la pesquería responde a una demanda internacional y a un fenómeno global. La tabla 3 enlista los factores identificados.

El proceso de la pesquería de pepinos de mar en Isla Arena ha implicado momentos de consenso y disenso en la comunidad, así como decisiones a diferentes niveles. Aunque es necesario identificar los factores que expliquen la desregulación de la pesquería a varias escalas de gestión, es claro que la comunidad ejecutó la pesquería porque tenía motivaciones para ello. Algunos de esos motivos están estrechamente vinculados con los factores mencionados antes y dan sentido a los procesos auto-organizados en la comunidad, tanto los que promovieron la sobrepesca como los que se movilizaron para frenarla. La tabla 4 sintetiza los cambios identificados en las motivaciones que han llevado a diferentes resultados a lo largo del proceso de la pesquería en Isla Arena y se enlistan los momentos clave de la pesquería en este periodo.

Antes de la primera autorización de Pesca de Fomento en la comunidad de Isla Arena no existían nociones claras del uso, funciones ecológicas ni valor económico de los pepinos de mar. Cuando surgió la oportunidad de iniciar la pesquería en la comunidad entre 2010 y 2011, hubo un acuerdo generalizado en pescar. Las motivaciones de este acuerdo se relacionaron con que los costos percibidos eran bajos, debido a la abundancia y facilidad de pescar los pepinos de mar, y a que las ganancias se percibían altas, aunque aún no existía una idea clara de su magnitud:

“Había la idea de que es la riqueza; ya se empezaba a saber, sí (...) ¿a quién no lo ciega? de entrada, cuando nosotros vamos a empezar a capturar en el 2011, yo voy a ver al que le iba a entregar ¡me entrega 30 mil pesos! ¡Así! ¡Sin haber capturado un pepino! Entonces... ¡es la riqueza! (...) ¡Con esto nos vamos hacer de lana!... sin conocimiento, porque en eso sí quiero ser bien claro.” (Pescador)

Adicionalmente, la situación de escasas entre los meses de la captura de escama en invierno y la captura del pulpo en agosto había generado una demanda social de apoyos gubernamentales, agravada por la situación de irregularidad legal en la cual se encuentran muchos pescadores de la comunidad, que aun siendo pescadores reconocidos por la comunidad, no cuentan con permisos de pesca de escama y pulpo (las pesquerías permitidas en la comunidad) lo cual los limita en su capacidad de recibir apoyos. La pesca del pepino de mar fue vista entonces, como una pesquería “de apoyo” en esa temporada.

“...era nuevo para nosotros [el pepino de mar], yo pensé que lo íbamos a trabajar racionalmente. Yo pensé que lo íbamos a trabajar... así que me digas: ¿sabes qué Din? te corresponde solamente esta parte del pastel y ya está bien. O sea, yo dije... Porque si es

una pesca alternativa, como dice Conapesca, pues una pesca alternativa es que si quieres lo haces y si quieres pues te dedicas a otra cosa...” (Buzo)

Tabla 3. Factores causales de sobrepesca

Nivel	Factores identificados
Local	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de que el agotamiento del recurso es inevitable, genera un interés por aumentar la ganancia mientras dure, aún en temporadas de veda • Confusión y falta de credibilidad en las pautas científicas del manejo • Sobreestimación de la abundancia y capacidad de recuperación de la pesquería • Precios bajos parecen altos por la abundancia inicial de pepinos de mar y el poco esfuerzo invertido • Poco valor agregado al producto por los pescadores • En ausencia de reglas y sanciones gubernamentales eficaces, las cuotas de pesca son determinadas según el esfuerzo de cada uno durante las temporadas de captura • Poca capacidad de exclusión en Isla Arena hacia la pesca furtiva externa y alta sustractabilidad del pepino de mar • La capacidad de sanción interna hacia la pesca furtiva local es nula • Endeudamientos de pequeños pescadores con permisionarios para compra de equipos • La desconfianza entre actores con intereses diferentes hacen difícil el acuerdo comunitario para respetar las vedas y se crea conflicto
Regional	<ul style="list-style-type: none"> • Precios bajos hacen rentable la pesquería sólo en volúmenes que implican sobrepesca • Dificultades económicas en la época de calor por escases de otras pesquerías • La apertura de capturas oficiales en Celestún genera conflicto en Isla Arena y pesca furtiva en sus recursos pesqueros, tanto por locales como foráneos • La demanda del pepino de mar persiste regionalmente y los permisionarios grandes incentivan la pesca furtiva contratando a pescadores temporales de comunidades foráneas y a locales
Estatad ^(a) Federal ^(b)	<ul style="list-style-type: none"> • No se consideran como indicadores decisivos para autorizar una captura aspectos relacionados con la capacidad de organización, gobernanza ni gestión sino solamente los biológicos^(b). • Deficiente capacidad de las instituciones gubernamentales en comunicar asertivamente el riesgo de un manejo inadecuado de una pesquería emergente de pepinos de mar antes de su implementación^{(a)(b)}. • Capacitaciones en sustentabilidad llegan menos a pescadores sin permiso (quienes también buscan capitalizarse) que a permisionarios^{(a)(b)} • Distribución desigual de facturas que favorece a permisionarios^(b) • Inspección y vigilancia deficiente del litoral del Golfo de México^{(a)(b)} • Sanciones débiles a la pesca furtiva durante y después de las temporadas de captura^(b) • Poca claridad en la aplicación de recursos públicos para inspección y vigilancia^{(a)(b)}

Antes de que finalizara la segunda temporada de capturas en el 2012, no habían surgido en la comunidad inconformidades con la pesca de pepinos de mar. No se conocían posibles implicaciones ecológicas de estos equinodermos ni existía la percepción de que las capturas se hubieran reducido. De acuerdo con los informantes de la comunidad, aunque en 2011 sí se rebasaron los volúmenes de

captura autorizados, aún existía un cierto temor de que hubiese sanciones gubernamentales; en 2012, sin embargo, se generalizó la opinión de que no habría sanciones a la sobrepesca y era una idea implícita, que los bajos precios del producto no reeditarían para los pescadores ni para los dueños de las embarcaciones a menos que se pescara más allá de las cuotas oficiales. Es posible que los pescadores de Isla Arena percibieran que la pesquería no estaba siendo sustentable, pero no existían razones suficientes para frenarla antes del periodo posterior a la segunda captura de 2012, pues todavía se creía poco o nada en el papel ecológico de los pepinos de mar. Esta situación cambió cuando los buzos de Isla Arena iniciaron la temporada tradicional de pesca de caracol, y percibieron una disminución en sus capturas. Comenzaron además, a percibir cambios en el paisaje marino, como sedimentación y disminución de la presencia de pastos marinos, aunque en ese momento no supieran que podría existir un vínculo causal entre la pesca del pepino de mar y dichos cambios.

“en 2011, como la captura fue más o menos medio controlada, por miedo, porque como fue una pesquería nueva la gente tenía miedo. Ya en el 2012 la depredación fue mucho mayor y la depredación que hicimos tuvo un resultado muy evidente: que nuestras pesquerías comenzaron a disminuir, pero así, de un 100 por ciento a un 70 por ciento. Entonces la gente se preguntaba: Oye ¿pero por qué? Si nosotros éramos ricos en pescado... o sea ¿qué pasó?” (Buzo)

Hubo otro factor durante la segunda captura de 2012 que alentó la oposición a la pesquería: al disminuirse la cantidad de pepinos de mar con relación a 2011, se hizo más necesario aumentar el esfuerzo por capturas y los buzos contratados por dueños de permisos de la comunidad y en buena parte foráneos, capturaron también especies importantes para los pescadores de Isla Arena, como pulpos, caracoles y escamas de diferentes especies. Algunas personas afirman que estos buzos foráneos identificaban los bancos de caracoles mediante dispositivos GPS (no usados en Isla Arena) y después de la temporada de captura de pepino de mar volvían a Isla Arena a pescarlas furtivamente. Afectaciones adicionales como la contaminación del aire y agua durante las semanas de captura que afectaban al turismo, así como la tala de mangles para obtener leña para “sancochar” (cocer) el pepino de mar fueron también señaladas como parte de las afectaciones colaterales de la pesquería.

“en 2012, como ellos -la gente de fuera- se dio cuenta que el pepino de mar había disminuido, ya no era rentable traer el pepino de mar. Los mismos empresarios o los mismos permisionarios, dijeron: -pues traigan lo que encuentren. Así que te traían pepino, te traían boquinete, te traían caracol, te traían pulpo, te traían de todo... es por eso que esta pesquería en sí en sí es mala, porque es una pesca irracional que se hace.” (Buzo)

La percepción del riesgo resultante de los efectos de estas dos temporadas de captura, generó un debate en la comunidad que resultó en un acuerdo de la mayoría de la comunidad para solicitar a las autoridades pesqueras que entre 2013 y 2014, o hasta que se recuperara el recurso, no se autorizara una nueva captura en Isla Arena. Sin embargo, comenzó a generarse una división en la comunidad, aparentemente motivada por un conflicto de intereses entre permisionarios grandes y pescadores con deudas contraídas en los dos años anteriores con dichos permisionarios, confrontados con un grupo de pescadores con permisos y pescadores sin permisos (incluyendo buzos). Estos últimos promovieron inicialmente la creación de un Comité de Inspección y Vigilancia (en adelante CIV) y posteriormente dos asociaciones civiles (AC) que agruparían tanto a pescadores con permisos, como buzos sin permisos. Mientras que el CIV buscaría generar una oposición organizada en la comunidad a la pesquería en la comunidad, las AC buscarían gestionar proyectos de conservación para los pepinos de mar.

Un factor externo a la comunidad que ha contribuido a la polarización de las opiniones, es la amenaza que representa la pesca furtiva de la comunidad de Celestún sobre Isla Arena. Celestún es la comunidad costera más próxima, dedicada mayoritariamente al turismo y a la pesca, y con una población unas diez veces mayor que Isla Arena (Pronatura, 2010). El constante flujo de pescadores de esta comunidad hacia la Los Petenes o directamente sobre las aguas usadas por Isla Arena, ha creado una percepción en parte del grupo que está a favor de la pesquería, de cierta inevitabilidad del agotamiento del pepino de mar por la pesca furtiva persistente, lo que los motiva a tratar de obtener una ganancia “mientras dure”. Aunque hasta el momento no ha sido posible determinar con exactitud cuáles son las características de los pescadores que se oponen a la pesca y los que la favorecen, más allá de quienes integran las instituciones (en gran medida porque las opiniones de los pescadores varían con mucha frecuencia y por la tensión ríspida que en este momento se vive en la comunidad), se elaborará un mapa de actores donde se representen las relaciones principales entre actores, grupos y escalas.

Tabla 4. Motivaciones mencionadas por los actores que conducen al dilema de conservar o no el pepino de mar en Isla Arena.

Años	Motivaciones que no conducen a la conservación del pepino de mar en Isla Arena	Motivaciones que conducen a la conservación del pepino de mar en Isla Arena	Resultados en el SSE y eventos relacionados
2010	<p>Dificultades económicas por poca pesca en la temporada de calor</p> <p>Posibilidades de ganancia por la demanda del producto de Isla Arena</p> <p>Percepción de una sobreabundancia del pepino de mar</p>		<p>Se solicita la apertura de la pesquería</p> <ul style="list-style-type: none"> Este año ya se pesca ilegalmente pepino de mar en Isla Arena Inapesca realiza las primeras estimaciones de biomasa
2011 - 2012	<p>Beneficios económicos y participación de gran parte de la comunidad en la pesquería, incluyendo a jóvenes y mujeres.</p> <p>Para obtener ganancias importantes había que pescar en grandes volúmenes</p> <p>Relación -costo +beneficio en esfuerzo por capturas</p> <p>Poco riesgo de sanciones y poca vigilancia</p>		<p>Sobrepesca durante 1era y 2da captura (2011 y 2012)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1era temporada de Pesca de Fomento Segundo estudio de biomasa 2da temporada de Pesca de Fomento Cierre de carretera como medida de presión al gobierno para que se asignen facturas tanto a pescadores como a permisionarios.
2012 - 2013	<p>Sensación de los pescadores de haber sido engañados por el gobierno y comerciantes</p> <p>Proteger el pepino de mar para no aumentar la presión que de por sí ejerce la pesca ilegal de Celestún</p> <p>Percepción de un probable agotamiento si se sigue ejerciendo presión</p> <p>Es necesario recuperar el pepino de mar después de la sobrepesca para restaurar los servicios ambientales</p> <p>Se gana más pescando escama, pulpo y caracol en un escenario de pepino de mar abundante</p> <p>Se pierde capacidad de exclusión y aumenta la sobrepesca de otras pesquerías en la Isla</p> <p>Desconfianza en la capacidad gubernamental para vigilar y sancionar la sobrepesca durante las capturas oficiales</p>		<p>Acuerdo comunitario para evitar una nueva temporada de captura y mantener la veda</p> <ul style="list-style-type: none"> Asistencia de pescadores y permisionarios a un taller de manejo sustentable en Cinvestav Los buzos se percatan de cambios en el paisaje marino Reunión comunitaria para discutir el problema Asesoramiento en Inapesca Yucalpetén Cabildeo de opositores a la pesca locales con agentes gubernamentales de los niveles municipal, estatal y federal. Creación del Comité de Inspección y Vigilancia (CIV) por un consenso comunitario
2012 - 2013 - 2014	<p>No es posible cumplir con las cuotas oficiales, ganar dinero y conservar al mismo tiempo</p> <p>Se puede disminuir la sobrepesca mejorando la vigilancia y las sanciones</p> <p>Ya se han acabado otras pesquerías como el callo de hacha, el cangrejo y el tiburón</p> <p>La contaminación del agua mata la fauna costera como los cangrejos que sirven de carnada para el pulpo y la contaminación del aire dura meses, ahuyentando al turismo</p> <p>Percepción puede favorecer la permanencia de la veda el interés político de varios niveles de gobierno en evitar el conflicto abierto no autorizando más capturas.</p> <p>Las capturas furtivas de caracol,</p>	<p>Inevitabilidad del agotamiento del pepino de mar por la pesca furtiva de otras comunidades.</p> <p>Es mejor aprovecharlo mientras dure. Tragedia de los comunes</p> <p>No se sabe a ciencia cierta cuánto hay, pero se percibe cierta recuperación</p> <p>Percepción de que quienes buscan conservarlo quieren apropiarse las ganancias</p> <p>El pepino de mar no influye</p>	<p>Conflicto comunitario.</p> <ul style="list-style-type: none"> Cambio de autoridades locales. Toma el cargo de Agente Municipal uno de los principales permisionarios de la comunidad. Tercer estudio de biomasa Se crean dos asociaciones civiles que se oponen a nuevas temporadas de captura: una que agrupa sólo a pescadores con permiso y otra que agrupa sólo a pescadores buzos sin permiso. Se abre una temporada de pesca en la comunidad vecina de Celestún. Se registra pesca furtiva en Isla Arena por gente de fuera y dentro de la comunidad. El Agente Municipal convoca a una reunión donde un grupo de personas destituye al presidente del CIV Opositores a la pesca y gente a

En el tiempo transcurrido entre 2011 y 2014 el contexto regional ha cambiado y el conflicto interno se ha agravado. Mientras que Quintana Roo ya no cuenta con stocks suficientes como para poder realizar nuevas capturas, Yucatán aparentemente ha continuado teniendo disponibilidad suficiente de pepino de mar (principalmente de la especie *I. badionotus*), pero no queda claro hasta qué punto las autorizaciones han respondido a las presiones políticas del sector pesquero, y hasta qué punto se ha actuado con un enfoque de sustentabilidad. Campeche tampoco ha logrado autorizaciones para nuevas pesquerías en su litoral e Isla Arena es la única localidad donde se ha impedido la realización de estudios del stock. Es importante mencionar que a pesar de que no se conocen conflictos internos en otras comunidades de la región que sean motivados por la oposición a la pesquería, en algunas de estas sí se han documentado fenómenos que van desde la creación de guardias armadas para impedir la pesca furtiva externa; propensión al consumo de drogas; un número creciente de muertos por descompresión; y prostitución en algunas comunidades durante las temporadas de pesca.

En Isla Arena, en cambio, uno de los efectos socialmente más importantes asociado a la disminución de la pesca es la frecuencia cada vez mayor de pescadores que van a otras comunidades para trabajar en capturas de pepino de mar. Esta situación era, al parecer, menos frecuente antes de la primera captura del pepino de mar. Las razones corresponderían tanto con la merma de la pesca como con la búsqueda de “dinero fácil”, especialmente en pescadores jóvenes, sin permisos o poco experimentados en diversas artes de pesca. Adicionalmente, las autorizaciones de pesca comercial de pepino de mar en el Estado de Yucatán en 2013 y 2014 han impactado directamente en la incidencia de pesca furtiva en Isla Arena. Durante las temporadas de pesca autorizadas para Celestún en 2013 y 2014 se registró pesca ilegal en Isla Arena, tanto de pescadores locales como de otras comunidades, lo cual resultó en 2014 en la confrontación de la policía con pescadores furtivos en dos ocasiones, tanto de Isla Arena como de otras comunidades, incluyendo una con ayuda del ejército, en la cual fueron decomisados equipos no permitidos y fueron detenidas algunas personas. En ese contexto, según algunos informantes, la tensión y conflictos en Isla Arena ha aumentado como nunca antes al interior de la comunidad.

3.3 Mecanismos emergentes en Isla Arena para enfrentar la crisis percibida

A raíz de la percepción de cambios en el paisaje y de una revaloración de los costos sociales de la pesquería, en el periodo inmediato a la segunda temporada de Pesca de Fomento en Isla Arena, se gestaron algunos mecanismos que han tenido impacto en el conflicto que hoy existe en la comunidad. A partir de la segunda captura, comenzó a ganar terreno entre los pescadores la opinión de que el dinero ganado no era suficiente para cubrir los daños percibidos, especialmente por el riesgo factible de que el pepino de mar estuviera causando la merma de las pesquerías tradicionales.

a) Creación de un Comité de Inspección y Vigilancia y dos Asociaciones Civiles

Este cambio generó dos tipos de instituciones auto-organizadas. El primero consistió en la formación de un Comité de Inspección y Vigilancia que tuvo como papel principal, generar alianzas multinivel con las instancias gubernamentales y civiles que pudieran tener un peso político en prevenir la historia de 2011 y 2012. Ya que el marco legal no permite aplicar sanciones al margen de las instancias de gobierno, un papel secundario de este Comité sería documentar la pesca ilegal en aguas usadas por Isla Arena para realizar denuncias formales. El segundo, fue la creación de dos asociaciones civiles (A.C.): “Amigos de Isla Arena en busca de la Sostenibilidad” y “Amigos de Guaymil”. La primera de ellas agruparía a buzos y la segunda a pescadores ribereños con permiso. La creación de estas dos instituciones respondió a las siguientes causas: a) la percepción de que podría acrecentarse un conflicto de intereses entre los permisionarios grandes y pescadores a favor

de la pesquería con los pescadores que encabezaban la oposición a la captura. Ello, eventualmente llevó un conflicto por la legitimidad del CIV y en 2014 prácticamente a su desactivación. La creación de las AC permitiría continuar de manera organizada con la oposición de parte de la comunidad, visibilizándola, ganando legitimidad con actores civiles, como académicos y ONG, y previniendo posibles contingencias. b) La posibilidad de empoderar a los pescadores buzos sin permiso a través de la gestión de proyectos que generaran recursos económicos para ellos y favorecieran la conservación del pepino de mar como un activo ambiental, apuntalando al mismo tiempo, la posición de aquellos permisionarios pescadores que se oponían a una posible nueva captura por los riesgos percibidos y que se agruparon en la AC Amigos de Guaymil.

b) Establecimiento de vínculos con otros actores interesados.

Una estrategia utilizada para aliviar las fallas en la gobernanza multinivel percibidas por la fracción de la comunidad organizada en contra de una nueva autorización de la pesquería del pepino de mar, ha sido la vinculación con actores civiles. La vinculación con ONG, académicos con presencia regional, así como con instituciones científicas gubernamentales y otros agentes gubernamentales de todos los niveles les ha permitido construirse expectativas sobre la efectividad de sus acciones, así como construir vínculos que puedan fomentar la construcción de proyectos productivos y de conservación. Al mismo tiempo, los asesoramientos han permitido respaldar observaciones empíricas y reforzar ciertas creencias que pueden o no corresponder con las dinámicas ecológicas, pero que en ausencia de investigaciones sistemáticas, permiten actuar con una perspectiva de precautoriedad con relación a la posibilidad de declinar de manera irreversible la población local de pepinos de mar.

c) Memoria de pesquerías degradadas en el pasado en Isla Arena

Isla Arena ha sido una comunidad dedicada prácticamente en su totalidad a la pesca, al menos desde el siglo pasado, y con el declive de la importancia del palo de tinte cosechado en la región. Hemos documentado información sobre pesquerías que han resultado dañadas en el pasado, pero de las que hay muy poca o ninguna información disponible. La mayoría de los daños a dichas pesquerías han sido relacionados con la pesca desregulada en el pasado, aunque al menos una de ellas, el ostión, se ha vinculado con el derrame petrolero del pozo Ixtoc entre 1979 y 1980. En el caso de las pesquerías cuyo declive ha sido relacionado con el aumento del esfuerzo pesquero o con la pesca desregulada podríamos mencionar: el tiburón, cangrejo, callo de hacha, ostras y esmedregal. En el trabajo de campo han sido recurrentes estas pesquerías como referencias a lo que podría suceder con las ya reducidas opciones de pesca si el pepino de mar llegara a agotarse por completo, con la particularidad de que éste podría implicar daños drásticos sobre otras pesquerías en las que se sostiene el sistema tradicional de pesca ribereña en Isla Arena.

4. Análisis de resiliencia socio-ecológica de Isla Arena

Aun cuando se puede decir que la sobrepesca de pepinos de mar condujo, en el caso de Isla Arena, a una “tragedia de los comunes” (Hardin, 1968), esta investigación es motivada por la pregunta de si después de ello pueden haberse suscitado cambios en la dirección contraria. Ostrom y otros (2012) han señalado, que la solución de Hardin al dilema del prisionero, es solo un modelo racional de varios posibles para explicar un resultado fallido en la gestión sustentable de bienes comunes. Sin embargo, podemos decir que pocas veces se inserta “la tragedia...” como un resultado dependiente de la escala en una dinámica adaptativa. Al no hacerlo, el colapso aparece como un resultado último y no como un efecto puntual en el tiempo, sujeto a la capacidad de resiliencia de un sistema socio-ecológico. Gunderson y Holling (2002) han propuesto que las fases de colapso en los sistemas

socio-ecológicos pueden preceder periodos de reorganización y acumulación de recursos, dependiendo de ciertos factores, como la capacidad de auto-organización y el manejo. Esta observación, aplicada a las pesquerías puede relacionarse con momentos de cambio en las trayectorias de los sistemas de gobernanza.

A pesar de la incertidumbre inherente a un proceso que sucede en tiempo presente, sugerimos que en el caso de Isla Arena, algunos factores emergentes pueden ser analizadas como *surrogates* de un aumento de la capacidad adaptativa del sistema que van en la dirección contraria a “la tragedia...”. El concepto de *surrogate* es un concepto en desarrollo que recientemente ha sido discutido en trabajos relacionados con SSE (Carpenter, Westley y Turner, 2005; Berkes y Seixas, 2005; Forbes et al., 2009), e intenta distinguirse del concepto de “indicador” en su arraigo heurístico con los sistemas complejos adaptativos y en su carácter de señalador indirecto de procesos de adaptación. A falta de una traducción al español del concepto de *surrogate* proponemos el término “indicio”. Los indicios que hemos identificado son:

- Cambios en los modelos mentales de los pescadores sobre las interacciones ecológicas de los pepinos de mar; (c) (i)
- Empoderamiento de pescadores excluidos del sistema de incentivos gubernamentales para la pesca comercial a través de la integración instituciones como asociaciones civiles y un comité, que buscan la recuperación del stock de pepinos de mar; (d) (i)
- Creación de redes multiescalares conectando a otros actores interesados del gobierno, a academia y la sociedad civil que favorecen la gobernanza y el flujo de conocimiento empírico y científico; (d) (a) (i)
- Una perspectiva de precautoriedad comunitaria como prioridad para el manejo que permita lidiar con la incertidumbre; (i)
- La posibilidad de un uso no económico del recurso, sino como un activo ambiental que fortalecería la posibilidad de cosechas duraderas de otros recursos comunes pesqueros. (i) (c)
- La búsqueda de opciones productivas que diversifiquen las actividades pesqueras, como proyectos de cultivo y procesamiento de pepino de mar; (i) (d) (a)
- Recuperación de experiencias locales de pesquerías que han sido degradadas por sobrepesca, como el callo de hacha, el tiburón, esmedregal, pámpano y el cangrejo como fuentes de memoria social que previenen el riesgo; (d)
- Cambios en la legislación federal referente a las sanciones a la pesca furtiva ;(c)
- Interés en crear una zona de protección para el pepino de mar para recuperar el stock y conservarlo como un activo ambiental (i) (d).

Estos cambios podrían apuntar un fortalecimiento de la resiliencia socio-ecológica a través de la gobernanza pesquera. Los síntomas anteriores se han relacionado inductivamente con los derivados por Folke y sus colegas (2003) de su análisis de resiliencia en varios casos de estudio: aprendizaje para lidiar con la incertidumbre [*adaptabilidad*] ⁽ⁱ⁾, nutrir la diversificación que permita la reorganización y renovación [*diversidad*] ^(d) creación de oportunidades para la auto-organización [*auto-organización*] ^(a) y combinación de diferentes tipos de conocimiento [*aprendizaje y conocimiento*] ^(c). Estos clústeres han sido también retomados para el análisis de sistemas socio-ecológicos en estuarios (Berkes y Seixas, 2005).

*En las fases sucesivas de la investigación en curso se evaluará la presencia y resultados concretos de estos y otros factores asociados a resiliencia.

Bibliografía

- Adger, W.N., 2000. Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography*, [en línea] 24(3), pp.347–364. Disponible en: <<http://phg.sagepub.com/cgi/doi/10.1191/030913200701540465>> [Accesado 16 sep. 2013].
- Anderson, S.C., Flemming, J.M., Watson, R. y Lotze, H.K., 2011. Serial exploitation of global sea cucumber fisheries. *Fish and Fisheries*, [en línea] 12(3), pp.317–339. Disponible en: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1467-2979.2010.00397.x>> [Accesado 2 ago. 2013].
- Ardisson Herrera, P.L., Olvera Novoa, M.Á., Poot Salazar, A.V., Galindo Cortes, G. y Hernández Flores, Á., 2011. *Dictamen técnico. Fundameto para el establecimiento de veda del pepino de mar *Isoichopus badiototus* frente a las costas de la Península de Yucatán.*
- Berkes, F., Johan Colding y Carl Folke (eds), 2003. *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change.* Cambridge: Cambridge University Press.
- Berkes, F. y Seixas, C.S., 2005. Building Resilience in Lagoon Social–Ecological Systems: A Local-level Perspective. *Ecosystems*, [en línea] 8(8), pp.967–974. Disponible en: <<http://link.springer.com/10.1007/s10021-005-0140-4>> [Accesado 16 sep. 2013].
- Carpenter, S.R., Westley, F. y Turner, M.G., 2005. Surrogates for Resilience of Social–Ecological Systems. *Ecosystems*, [en línea] 8(8), pp.941–944. Disponible en: <<http://link.springer.com/10.1007/s10021-005-0170-y>> [Accesado 21 sep. 2013].
- Conanp-Semarnat, 2006. *Programa de Conservación y Manejo. Reserva de la Biósfera Los Petenes.* México, D.F.
- Conapesca, 2013. *Ficha estadística pepino de mar 2004 - 2013.* [en línea] Disponible en: <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/seguimiento_de_la_temporada_de_pepino_de_mar_2013> [Accesado 26 nov. 2013].
- Forbes, B.C., Stammler, F., Kumpula, T., Meschtyb, N., Pajunen, A. y Kaarlejärvi, E., 2009. High resilience in the Yamal-Nenets social-ecological system, West Siberian Arctic, Russia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, [en línea] 106(52), pp.22041–8. Disponible en: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2791666&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>>.
- Gunderson, L.H. y Holling, C.S., 2002. Panarchy: understanding transformations in human and natural systems.
- Hardin, G., 1968. The Tragedy of the Commons. *Science*, 162(Diciembre).
- Lane, D.J.W. y Limbong, D., 2013. Catastrophic depletion of reef-associated sea cucumbers: resource management/reef resilience issues for an Indonesian marine park and the wider Indo-

Pacific. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, [en línea] (21), p.n/a–n/a. Disponible en: <<http://doi.wiley.com/10.1002/aqc.2421>> [Accesado 31 mar. 2014].

Ostrom, E., Poteete, A.R. y Janssen, M.A., 2012. *Trabajar juntos: acción colectiva, bienes comunes y múltiples métodos en la práctica*. México, 2012: UNAM.CEICH,CRIM, FCPS, FE, IIEc, IIS, PUMA, IASC, CIDE, Colsan, CONABIO, CCMSS, FCE, UAM.

Pronatura, 2010. *Plan de Conservación de la eco-región Petenes-Celestun-Palmar*.

Purcell, S.W., 2010. *Manejo de las pesquerías de pepino de mar con un enfoque ecosistémico*. Roma: FAO.

Purcell, S.W., Mercier, A., Conand, C., Hamel, J.-F., Toral-Granda, M.V., Lovatelli, A. y Uthicke, S., 2013. Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. *Fish and Fisheries*, [en línea] 14(1), pp.34–59. Disponible en: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1467-2979.2011.00443.x>> [Accesado 2 ago. 2013].

Ramos Miranda, J., Fores, Hernández, E.F., Flores Ramos, D.P., Soto, J.L., Solis Marin, F., Ayala Pérez, L., del Río Rodríguez, R., Rendón von Osten, J., Pahecho Cervera, M., Can Nah, F., Duarte Anchevida, A. y Aguilar Chávez, F., 2012. *El Pepino de Mar (H. floridana) de las Costas de Campeche*. San Francisco de Campeche, Campeche.

Singh Cabanillas, J. y Véles Barajas, A., 1996. La pesquería del pepino de mar *Isostichopus fuscus* en la costa oriental de Baja California Sur y propuestas de regulación. *Ciencia Pesquera*, 12.

Tenorio, A.E., Pech, D., Ramos, J. y Peña-Puch, A., 2012. Una radiografía antes de decidir : el reto del aprovechamiento sustentable del pepino de mar en Campeche. *Investigación ambiental*, 4(1), pp.45–50.

Tuz Sulub, A. y Aguilar Perera, A., 2011. Aprovechamiento del pepino de mar: pesquería potencial para el desarrollo económico y social en la costa norte de la Península de Yucatán. *Bioagrocencias*, 4(2), pp.17–22.

Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B.C., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J. y Watson, R., 2007. Response to Comments on “ Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services .” 316(June), pp.5–6.