



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE PESCA DE LA  
FLOTA ARTESANAL EN SISAL, YUCATÁN**

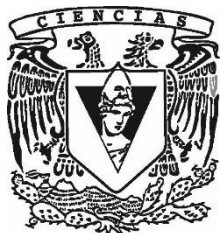
**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADA EN MANEJO SUSTENTABLE DE  
ZONAS COSTERAS**

**P R E S E N T A:**

**VANESSA OVIEDO ROMERO**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. EDGAR TORRES IRINEO**

**SISAL, YUCATÁN, 2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Datos del alumno**

Vanessa  
Oviedo  
Romero  
Universidad Nacional Autónoma de  
México  
Facultad de Ciencias  
Manejo Sustentable de Zonas Costeras  
311299656

**Datos del Tutor**

Dr.  
Edgar  
Torres  
Irineo  
Parque Científico, UNAM

**Datos del sinodal 1**

Dr.  
Jorge Alberto  
López  
Rocha  
Unidad Académica Sisal, UNAM

**Datos del sinodal 2**

Dr.  
Daniel  
Arceo  
Carranza  
Unidad Académica Sisal, UNAM

**Datos del sinodal 3**

Dra.  
Silvia  
Salas  
Márquez  
Cinvestav, unidad Mérida

**Datos del sinodal 4**

Dr.  
Iván  
Velázquez  
Abunader  
Cinvestav, unidad Mérida

**Datos del trabajo escrito**

Caracterización de las operaciones de  
pesca de la flota artesanal en Sisal,  
Yucatán  
88 p  
2018



## DEDICATORIA

A mi mamá Hilda Romero Osorio y a mi papá Manuel Oviedo Zarate,  
Por ser los pilares de mi vida, apoyo incondicional y por esas pláticas  
llenas de consejos que me han servido para enfrentar cada obstáculo.

Los amo, ¡GRACIAS!

A mi abuelito Joaquín Romero,  
Por la fe y el inmenso amor que siempre me dio. Hasta siempre.

## Agradecimientos

A mi profesor, el Dr. Edgar Torres por la confianza y paciencia, por su valioso apoyo y sus enseñanzas.

Al laboratorio de Pesquerías de CINVESTAV, por haberme abierto sus puertas a partir del Servicio Social, a la Dra. Silvia Salas por su confianza y apoyo, al gran equipo de campo: M. en C. Miguel Cabrera, M. Salvador Romero, Bio. Walter Printzen y Manejador Costero Rodrigo López, por el amplio conocimiento que me brindaron y su grata compañía.

Al proyecto #52215 de Conacyt-Ciencia Básica titulado “Caracterización de las Pesquerías Artesanales”.

A los pescadores de Sisal por su amabilidad y contribución para realizar este trabajo y sobre todo la confianza.

### Agradecimientos personales

Mamá, por tu amor inmenso y apoyo, esto es gracias a tu gran ejemplo de dedicación y esfuerzo. Papá, por darme siempre el aliento para seguir adelante, por cuidarme y mantenerme de pie. Hermana Eli, por tu cariño, tu confianza y tus consejos. Diego, chiquillo, por ser tú. Los amo y adoro con toda el alma.

A las familias Oviedo y Romero, numerosos todos, gracias por sus buenos deseos.

A mi otra familia, Mish, Fercie, Meli y Migue, por su valiosa compañía en los mejores momentos y también en los malos. Gracias por su amistad, por su cariño, por escucharme, por sus consejos, por la infinidad de risas que salían todo el tiempo.

Por estar cerca a pesar de los kilómetros, a Fer Ortiz, Marlene, Naye, Chucho, Tony, Lucero, Inci, Dani, Bere y Elan, los quiero muchísimo.

A Tavo, por su inigualable compañía, los momentos, los viajes, los libros, la poesía, por su contagiosa alegría.

A toda la Octava por vivir juntos esta carrera llena de experiencias y sueños. A los universitarios de Sisal de generaciones pasadas, de maestría, de doctorado, por la compañía y gratas experiencias.

A los profesores que me alentaron, algunos en clases, otros personalmente. A la Dra. Maite por su gran calidad de profesora, por su dedicación y amor a la academia que ha inspirado generaciones.

Finalmente, a mi gran casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme abierto las puertas desde hace ya ocho años y brindarme calidad y preparación académica, es un verdadero orgullo pertenecer a esta institución.

**Por mi raza hablará el espíritu.**

A los manejadores:

“La dificultad del pensamiento complejo es que debe afrontar lo entramado, la solidaridad de los fenómenos entre sí, la bruma, la incertidumbre, la contradicción. Pero nosotros podemos elaborar útiles conceptuales, algunos de los principios, para esa aventura, y podemos entrever el aspecto del nuevo paradigma de complejidad que debiera emerger”.

Edgar Morin. Introducción al pensamiento complejo (1990).

## Índice

Resumen.....	11
Introducción .....	12
Marco Contextual .....	14
Del henequén a la pesca.....	14
La pesca en Yucatán.....	14
Pesquería de pulpo.....	15
Pesquería de langosta .....	15
Pesquería de mero .....	16
Puerto de Sisal.....	17
Marco Teórico .....	19
El sistema pesquero.....	19
Manejo pesquero.....	20
Dinámica de poblaciones .....	20
Medidas de regulación.....	21
Marco normativo pesquero .....	22
Nivel Global .....	22
Nivel Nacional .....	24
Yucatán .....	25
Enfoque ecosistémico.....	26
Pesquerías artesanales o de pequeña escala .....	27
Dinámica de la flota .....	28
Justificación .....	32
Objetivo General.....	32
Objetivos particulares.....	32
Metodología .....	33
Obtención de datos .....	33
Encuestas generales de las pesquerías de Sisal .....	33
Encuestas de desembarco en el puerto de Sisal .....	33



Análisis de datos .....	34
Caracterización general de las pesquerías de Sisal .....	34
Operaciones de pesca .....	34
Resultados .....	38
Caracterización general de las pesquerías de Sisal .....	38
Operaciones de pesca.....	46
Discusión .....	63
Conclusiones .....	73
Consideraciones finales.....	75
Anexos.....	76
Referencias.....	81

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Sitio de estudio. ....	17
<b>Figura 2.</b> Embarcaciones del puerto de Sisal. ....	18
<b>Figura 3.</b> Sistema pesquero compuesto por los subsistemas: natural, de manejo y humano. Tomado de Charles (2001) .....	19
<b>Figura 4.</b> Diversas medidas aplicadas al manejo pesquero. Cochrane, L., Kevern; Garcia, M. Serge, A Fishery Manager's Guidebook, FAO & Wiley-Blackwell, 2009.....	23
<b>Figura 5.</b> Situación laboral de los pescadores en el puerto de Sisal (a) y cooperativas o permisionarios a quienes entregan el producto (b). ....	39
<b>Figura 6.</b> Número de artes de pesca que utilizan los pescadores a lo largo del año (a), tipos de artes de pesca (b).....	42
<b>Figura 7</b> Conocimiento sobre temporadas de veda de las especies que se capturan en Sisal. ....	43
<b>Figura 8.</b> Percepción de los pescadores con respecto a los aspectos que propician la pesca ilegal. ....	44
<b>Figura 9.</b> Percepción de los pescadores con respecto al cambio de abundancia (a) y talla (b) en los últimos cinco años. ....	45
<b>Figura 10.</b> Eventos que consideran los pescadores como factores de riesgo en la actividad (a) y las acciones que realizan durante dicho evento (b).....	46
<b>Figura 11.</b> Captura promedio por viaje de pesca en función del arte de pesca registrado en desembarcos. ....	48
<b>Figura 12.</b> Número de especies capturadas por arte y método de pesca que se utilizaron. .	48
<b>Figura 13.</b> Proporción de especies capturadas con el arte o combinación de artes utilizados. ....	50
<b>Figura 14.</b> Comparaciones de medias y error estándar de las variables de respuesta horas de tiempo de pesca, profundidad, distancia, captura, costos e ingresos con los artes y métodos de pesca observados en el muestreo. ....	53
<b>Figura 15.</b> Letra inicial de los meses (F-J de 2017 y A-D de 2016). Los símbolos: representan los meses en que se registró el uso de los artes o la combinación de ellos, mientras que los símbolos: representan los meses que no se registraron. ....	54
<b>Figura 16.</b> Gráfico de cajas que representa las distancias al centroide por arte de pesca derivadas de la prueba multivariada de dispersiones (PERMDISP).....	55
<b>Figura 17.</b> Distribución espacial de los viajes realizados por arte de pesca .....	58
<b>Figura 18.</b> Distribución espacial de la captura (kg) por arte de pesca. ....	59
<b>Figura 19.</b> Distribución espacial del tiempo de pesca por arte de pesca. ....	60
<b>Figura 20.</b> Distribución espacial de los Costos (MXN) por arte de pesca.....	61
<b>Figura 21.</b> Distribución espacial de la cuasi-renta (MXN) por arte de pesca .....	62

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Equipos de navegación y seguridad que utilizan los pescadores de Sisal. ....	40
<b>Tabla 2.</b> Artes/métodos de pesca que utilizan los pescadores de Sisal a lo largo de un año según la temporada. ....	41
<b>Tabla 3.</b> Permisos de pesca con los que cuentan los pescadores de Sisal. ....	43
<b>Tabla 4.</b> Principales características de la flota artesanal de Sisal .....	50
<b>Tabla 5.</b> Valor de F con Modelos lineales generalizados en variables de respuesta. ....	51
<b>Tabla 6.</b> Prueba múltiple a posteriori de dispersión Multivariada (PERMDISP), promedio de distancias respecto al centroide. Las comparaciones marcadas en gris fueron estadísticamente diferentes. ....	56

## Resumen

Debido a que las pesquerías artesanales son multiespecíficas y utilizan diversos artes/métodos de pesca, el objetivo de este estudio fue encontrar *métiers* o grupos de operaciones de pesca con características específicas dependiendo el uso del arte/método de pesca y la diversidad de especies capturadas. La información se obtuvo a partir de dos tipos de encuestas con diversos objetivos. El primer tipo fue utilizado para contextualizar la pesca del sitio con análisis descriptivos, y la segunda fue utilizada para analizar datos de desembarco, con la que se realizaron ANOVAS para contrastar las variables de captura (kg), profundidad (m), distancia (km), costos (MXN) y tiempo de pesca (hrs). Se describieron aspectos de temporalidad y beneficio económico. Para conocer el conjunto de especies, se realizó un análisis para determinar la diversidad Beta de la captura con respecto a los artes/métodos de pesca y se identificó la distribución espacial de los viajes respecto al arte/método y las cinco variables analizadas para los ANOVAS y la cuasi-renta. En 72 encuestas generales se encontró que el puerto de Sisal tiene una gran diversidad de cooperativas operando, los principales equipos de comunicación que se utilizan son el GPS y el compás, de los equipos de comunicación el celular y los artes de pesca que más se utilizan a lo largo del año son la línea, la jimba, el compresor, el palangre y la red de enmalle. Se obtuvieron 317 encuestas de desembarco y se encontró que en el periodo de agosto-diciembre (2016) y febrero-julio (2017) se utilizaron los artes de pesca de línea, palangre, jimba y red; dos combinaciones de arte: jimba-línea y línea-red y, dos actividades de recolección: buceo (compresor) y apnea. La línea fue el arte que más se utilizó, la que más especies capturó y obtuvo menores ingresos. La apnea obtuvo los mayores ingresos. Los viajes de jimba-línea obtuvieron los valores de captura más altos. Las especies más frecuentes en la captura fueron la rubia (*Lutjanus synagris*) y canané (*Ocyurus chrysurus*). Se puede observar que los pescadores tienen un amplio conocimiento sobre la ecología de las especies que capturan, sin embargo, se sugiere que se realicen evaluaciones más específicas sobre las especies no objetivo (como canané y rubia), ya que su dinámica poblacional puede verse afectada por su explotación. De igual manera se considera que es necesario evaluar el impacto de la línea la cual podría generar impactos en diversas poblaciones de especies, incluyendo pulpo. Mediante éstas evaluaciones de dinámica de flota, la información recabada es relevante para la implementación de medidas de manejo acorde a la necesidad particular de la comunidad pesquera.

## Introducción

La pesca es una de las actividades económicas más importantes a nivel mundial debido a su importancia de proveer alimento a los seres humanos, así como contribuir al desarrollo social y económico de cada país. Esta actividad involucra un sistema complejo, cuyos aspectos primordiales son: biológico-ambiental, socio-económico y de manejo, dichos aspectos tienen diversas interacciones y respuestas a distintas escalas y temporalidad que hacen de éste un sistema difícil de evaluar y gestionar (Charles, 2001)

El consumo de productos pesqueros per cápita en el mundo aumenta año con año; de 1960 a 1990 pasó en promedio de 9.9 kg a 14.4 kg per cápita, las estimaciones preliminares apuntaron en 2014 y 2015 un crecimiento más allá de 20 kg per cápita (FAO, 2016). En 2014 se registraron más de 90 millones de toneladas de capturas a nivel mundial, de las cuales, 81.5 millones de toneladas fueron de recursos marinos y 11.9 millones de toneladas de aguas continentales (FAO, 2016). En México, la producción pesquera es mayor en volumen en el Océano Pacífico que en el Golfo de México. En el 2013, se desembarcó un volumen de 1.34 millones de toneladas mientras que para el Golfo de México fue de 217,487 toneladas. Esto es debido a la captura de sardina principalmente en Sinaloa y Sonora con valores de 441,371 toneladas y 137, 309 toneladas respectivamente (CONAPESCA, 2013).

La pesca se puede dividir en pesquerías de pequeña y gran escala. Existen varias clasificaciones en pequeña y gran escala o artesanal e industrial, dependiendo al contexto en el que se desarrollan y de acuerdo con el tamaño de la embarcación (pequeña escala con embarcaciones menores a 15 metros), o la cantidad de combustible consumido (Jacquet & Pauly, 2008). Las pesquerías de pequeña escala de los países en desarrollo, son de gran importancia porque contribuyen a la seguridad alimentaria y a la erradicación de la pobreza proveyendo alimento, ingresos y empleos a millones de personas (INAPESCA, 2006). A nivel mundial, más de 180 millones de personas trabajan en una red compleja de operaciones y cadenas de valor que forman a su vez una red de pesquerías a pequeña escala, las cuales explotan un arreglo de diferentes especies que son capturadas usando múltiples artes de pesca en varios hábitats marinos (Eriksson *et al.*, 2016). De los 4.6 millones de embarcaciones motorizadas en el mundo para el año 2012, se consideró que alrededor del 85% eran de menos de 12 m de eslora, mientras que alrededor del 2% eran mayores de 24 m de eslora (FAO, 2016). Las pesquerías artesanales enfrentan diversos retos, entre ellos se destacan la sobreexplotación, la competencia con otros sectores como el turismo (Basurto *et al.*, 2017). No obstante, a pesar de la

importancia socio-económica de las pesquerías artesanales, existen pocas metodologías operacionales para evaluarlas y manejarlas (Cissé *et al.*, 2014). La toma de decisiones por parte del pescador es el resultado de multi-componentes como las tradiciones, factores de riesgo, las expectativas del costo y captura, tecnología disponible, regulaciones de manejo, disponibilidad biológica del stock, condiciones generales de mercado, etc. (Tewfik & Christophe, 2001).

Debido a la complejidad para adquirir información sobre las pesquerías de pequeña escala tales como el arreglo múltiple de especies que captura, y a los artes/métodos de pesca que se utilizan, la comunidad científica se ha interesado en su conocimiento y comportamiento (Basurto *et al.*, 2017). Una forma de evaluar esta dinámica es mediante el uso de *métiers*. Los *métiers* son grupos de operaciones de pesca que capturan ensamblajes de especies similares, usando artes de pesca específicos, durante un periodo de tiempo y/o en la misma área, caracterizados por un patrón similar de explotación (Ulrich *et al.*, 2012).

El presente trabajo pretende caracterizar la flota menor del sector pesquero en Sisal, Yucatán, enfatizando sus operaciones de pesca y la composición de especies de sus capturas mediante los artes de pesca utilizados, así como los beneficios económicos que aporta la actividad y el contexto en el que se envuelve. Con esto se generará una amplia información que contribuirá al entendimiento de la dinámica de flotas pesqueras así como a la evaluación y al manejo pesquero.

## Marco Contextual

### Del henequén a la pesca

El desarrollo económico basado en el monocultivo, industrialización y exportación del henequén, conocido como oro verde, (Albornoz-Mendoza & Ortiz, 2000) o auge henequenero del estado de Yucatán, fue considerado un parteaguas para la ampliación de la actividad pesquera como consecuencia de su crisis de 1970 hasta principios de 1980. Las actividades más importantes para ese entonces eran agrícolas, siendo el henequén y los cítricos los recursos principales. Durante su apogeo, la zona henequenera se extendió sobre 56 municipios del estado de Yucatán, la cual equivale a 1.12 millones de hectáreas, su valor de producción representó más del 50%; sin embargo, para 1928 bajó a un 25.6% y para 1983 a 18.3%, la crisis henequenera obligó a un cambio en las políticas de desarrollo estatal (Baños, 1993). De acuerdo a Pech *et al.* (2000), el sector pesquero se fortaleció mediante el programa Marcha al Mar con el que se observó un incremento en las capturas. Los puertos de Sisal y Progreso fueron apéndices de la región henequenera (Paré & Fraga, 1994) y de 1970 al 2000 fue periodo del despegue y del auge pesquero, el cual se vio reflejado en mayores volúmenes de producción, se triplicó el número de pescadores en un lapso de dos décadas, así como se duplicó el número de embarcaciones artesanales capturando principalmente seis especies: mero, pulpo, tiburón, langosta, huachinango (pargos) y camarón (Fraga, 2004).

### La pesca en Yucatán

Las embarcaciones de la flota pesquera en Yucatán están tipificadas como: flota menor o ribereña (8-10 m de eslora), flota de mediana altura (10-12 m de eslora) y flota mayor también conocida como semi-industrial (mayor a 12 m de eslora) (Salas *et al.*, 2008). La flota ribereña suele encontrarse en aguas someras a lo largo del litoral hasta las 20 brazas de profundidad (aproximadamente 11 m), mientras que la flota mayor opera arriba de las 20 brazas (INAPESCA, 2014).

Los estudios de la pesca en el litoral yucateco han identificado patrones del pescador que se basan en temporadas, dependiendo de aspectos climatológicos y las especies objetivo. De acuerdo a lo reportado por Fraga (2004) de enero a febrero se pescan

especies como carito, sierra, barrilete, y esmedregal con el uso de redes; durante marzo y abril suele pescarse con palangre de 300 a 500 anzuelos. En julio y agosto se intensifica la pesca por buceo (langosta, pargos, chernas); en septiembre la pesca del pulpo se intensifica (Fraga, 2004). De acuerdo a la Carta Nacional Pesquera, en el Golfo de México y el Caribe se desglosan 12 fichas de especies, dentro de las cuales se describen indicadores pesqueros, impactos ambientales y cambio climático, normatividad e instrumentos, estrategias y tácticas de manejo y estatus de las especies objetivo y asociadas (DOF, 2018).

### Pesquería de pulpo

El aprovechamiento de pulpo rojo (*Octopus maya*) inició en 1949 en Campeche con 50 toneladas registradas, mientras que en Yucatán se inició en 1970 (INAPESCA, 2006; Salas *et al.*, 2008). Para el 2013 se obtuvieron 14,719 toneladas, siendo la principal especie capturada en Yucatán (CONAPESCA, 2013). Esta pesquería opera con costos de inversión bajos y no requiere de habilidades especiales (Salas *et al.*, 2008). Su pesca se realiza por medio del método del “gareteo” que consiste en colocar en la popa y proa de la embarcación una “jimba” (vara generalmente de mangle), de las cuales cuelgan líneas (comúnmente se colocan 10 líneas por embarcación) con carnada (jaiba *Callinectes sp.*, ocool *Cardisoma armatumo*, y/o maxquil *Libinia emarginata* y *L.dubia*) y un plomo. La embarcación se coloca a la deriva por un periodo de tiempo que varía de acuerdo a las condiciones del clima y abundancia de la captura. El pescador revisa cada línea con un pequeño tirón tratando de identificar aquellas que tengan un incremento de peso como resultado de que el pulpo haya capturado la carnada (Blancas-García *et al.*, 2011). Los pescadores ribereños suelen llevar hasta dos “alijos”, los cuales son embarcaciones más pequeñas no motorizadas donde también se realiza esta actividad.

### Pesquería de langosta

De acuerdo al trabajo realizado por Arceo *et al.* (1997), desde 1960 en Yucatán, los buzos utilizan un arte de pesca llamado “bichero” (gancho con mango de madera, punta metálica y un garfio) y a partir de 1970 se empezó a usar el buceo con el apoyo de un compresor (Hookah). En 1986 comenzó la pesca de langosta en las cooperativas de Celestún y Sisal. En 1989 el Gobierno del Estado de Yucatán inició un programa de



tecnificación de captura de langosta, y es hasta 1991 cuando se donaron alrededor de 1,200 refugios artificiales (denominados “casitas”) a las cooperativas de Dzilam de Bravo y Sisal (Arceo *et al.*, 1997). En el 2005 se introdujeron 4,100 “casitas” en Yucatán en cuatro puertos del estado (Salas *et al.*, 2005).

En la actualidad el recurso se obtiene principalmente por buceo con compresor y a diferencia de la pesquería de pulpo, se requiere de ciertas habilidades de los pescadores para el uso de este método. La flota menor realiza viajes a lo largo de la costa de Yucatán y la flota semi-industrial en las inmediaciones del Arrecife Alacranes, que usa trampas para la captura de langosta y ejecuta hasta 15 días de pesca (Salas *et al.*, 2005).

A nivel nacional, Yucatán está en el cuarto lugar con mayor aportación de langosta (13.21%) (CONAPESCA, 2013). Para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta se cuenta con una Norma Oficial Mexicana (NOM-06-SAG/PESC-2016) que determina las tallas mínimas de captura. Para la langosta del Caribe (*Palunirus argus*) la talla mínima es de 135 milímetros de longitud abdominal, equivalentes a 74.6 milímetros de longitud de cefalotórax y 223 milímetros de longitud total. El plan de manejo pesquero de esta especie da a conocer los ámbitos biológicos, ecológicos y pesqueros para su aprovechamiento sustentable.

### Pesquería de mero

El grupo de los meros mantiene una de las principales pesquerías del Banco de Campeche (Gimenez-Hurtado *et al.*, 2005; INAPESCA, 2014). Gran parte de las capturas de peces del estado de Yucatán son de mero rojo (*Epinephelus morio*) y negrilla (*Mycteroperca bonaci*). El mero rojo que se captura en el estado contribuye con el 85% de la captura total de este recurso en el Golfo de México y el 77% a nivel nacional (INAPESCA, 2014). Aunado a lo anterior, se observan tres tipos de flotas para la captura de mero, dos mexicanas (semi-industrial y ribereña) y una cubana (semi-industrial) (Giménez-Hurtado and Lluch-Cota, 2005). La flota mexicana semi-industrial usa alijos y la cobralínea (carrete de tracción hidráulica); mientras que la flota ribereña opera con línea de mano (cordel) y palangre (Salas *et al.*, 2005). El mero rojo es de gran importancia tanto a nivel ecosistémico como socio-económico, siendo una de las especies más explotadas y estudiadas (Mexicano *et al.*, 2009; CONAPESCA, 2013).

## Puerto de Sisal

Sisal puerto, es una localidad perteneciente al municipio de Hunucmá del estado de Yucatán que cuenta con alrededor de 1,837 habitantes (INEGI, 2016) y su actividad principal es la pesca. Su ubicación geográfica se encuentra a los 21.16 °N y 90.03 °O (Figura 1), al oriente de Celestún y al poniente de puerto Progreso.

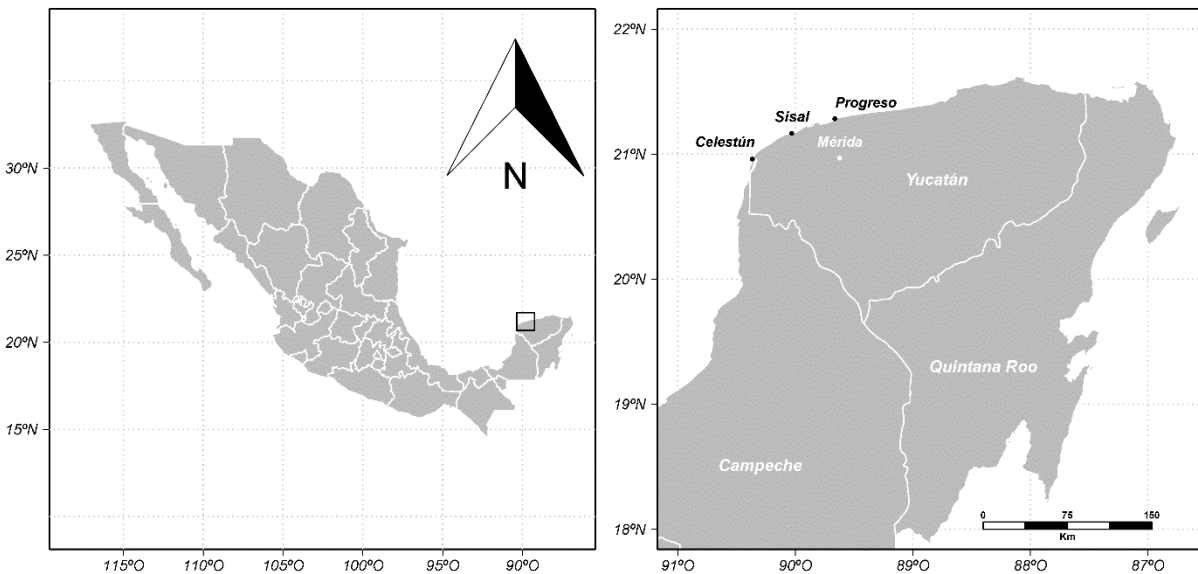


Figura 1. Sitio de estudio.

La flota menor en el puerto de abrigo de Sisal está compuesta por embarcaciones con motores fuera de borda entre 40 y 85 HP (caballos de fuerza). Existen alrededor de 600 embarcaciones, sin embargo, de acuerdo con la consulta personal realizada en agosto de 2017 a Capitanía del puerto, se obtuvo la información de que sólo 400 están activas (se desconoce si cuentan con permiso) y en cada embarcación viajan entre dos y tres pescadores. El número total de pescadores es aproximadamente de 1,200 los cuales, el 60% son de Hunucmá y pueblos cercanos, y un 40% de Sisal. En la actividad pesquera del puerto está constituido el sistema de cooperativas y permisionarios. La Ley General de Sociedades Cooperativas considera un mínimo de cinco personas para comprender una cooperativa con el objetivo de satisfacer necesidades individuales y colectivas, a través de la realización de actividades económicas de producción, distribución y consumo de bienes y servicios (DOF, 2009). Los permisionarios son personas que cuentan con más de una embarcación y normalmente contratan a pescadores libres para que las trabajen. La capitanía del

puerto de Sisal, tiene un registro de 26 cooperativas y 21 permisionarios en total, 21 activas y 11 activos respectivamente.

Las especies más frecuentes en las capturas de la flota de Sisal y que están presentes en la Carta Nacional Pesquera son el mero rojo (*E. morio*), pulpo rojo (*Octopus maya*), boquinete (*Lachnolaimus maximus*), negrillo (*M. bonaci*), langosta (*Panulirus argus*), esmedregal (*Seriola dumerili*), pargo mulato (*Lutjanus griseus*), cubera (*Lutjanus cyanopterus*), mojarra (*Calamus nodosus*), rubia (*Lutjanus synagris*), pargo (*Lutjanus campechanus*), canané (*Ocyurus chrysurus*), chac chic (*Haemulon plumierii*), coronado (*Seriola Rivoliana*), corvina (*Cynoscion nebulosus*), jurel (*Caranx hippos*), jaiba azul (*Callinectes sapidus*) y pepino de mar (*Isostichopus badionotus*).



Figura 2. Embarcaciones del puerto de Sisal.

## Marco Teórico

### El sistema pesquero

Para poder entender un sistema se requiere conocer todas las partes y funciones que existen dentro de él (von Bertalanffy, 1968); no obstante, cuando se trata de un sistema complejo como el sistema pesquero, es necesario incluir las partes y procesos relevantes del sistema a partir de diagramas que faciliten su comprensión. Charles (2001) describió al sistema pesquero como el conjunto de tres subsistemas principales cuyos elementos se relacionan dentro y fuera de los mismos creando una dinámica compleja (**Figura 3**).



*Figura 3. Sistema pesquero compuesto por los subsistemas: natural, de manejo y humano. Tomado de Charles (2001)*

Estos tres subsistemas comprenden: *El subsistema natural* que está formado por los componentes: recurso, ecosistema y aspectos fisicoquímicos. *El subsistema de Manejo* está basado en cuatro aspectos: la política y planeación (manejo estratégico), el manejo de las pesquerías *per se* (manejo táctico y operacional), el desarrollo pesquero (infraestructura, tecnología, mejoramiento en instituciones y productividad humana) y la investigación pesquera (recopilar, analizar y difundir componentes relevantes para la gestión pesquera). En el sistema de manejo, las instituciones son actores importantes para la aplicación de normas del marco legislativo internacional y local. *El subsistema Humano* está conformado por el pescador, la sociedad y sus interacciones.

## Manejo pesquero

El manejo reside en la necesidad de administrar el recurso pesquero de manera sustentable, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), el manejo pesquero se puede definir como:

“El proceso integrado de recopilación de información, análisis, planificación, consulta, toma de decisiones, asignación de recursos y formulación e implementación, con la aplicación de los reglamentos o normas que rigen las actividades pesqueras para garantizar la productividad continua de los recursos y el logro de otros objetivos de la pesca” (FAO 1997).

En el contexto del manejo pesquero, en la obtención de información y análisis, se realizan diversas evaluaciones basadas en aspectos biológicos, como la dinámica de poblaciones. En el contexto de planeación, normas y reglamentos existen medidas asociadas a la regulación del esfuerzo pesquero y la captura. Para hacer valer estas medidas, las instituciones gubernamentales e institucionales son las encargadas de vigilar y promover su cumplimiento.

### Dinámica de poblaciones

Rice & Mace (2014) hacen referencia a los diversos objetivos del manejo de pesquerías de 1900 hasta 1990, con referencia a los primeros modelos pesqueros de dinámica de poblaciones, los cuales han buscado estimar los niveles de producción "óptimos" sin afectar la productividad. Los autores, mencionaron que más adelante, el manejo pesquero cambió fundamentalmente cuando los aspectos biológicos empezaron a usarse de manera operacional. Dentro de estas evaluaciones, el Rendimiento Máximo Sostenible (MSY por sus siglas en inglés) ha sido un punto de referencia en el manejo de pesquerías (Rice & Mace, 2014), originalmente desarrollado durante 1930 y 1950. Cuando se realizó la convención de las Naciones Unidas sobre la Ley del Mar durante 1973-1982, la legislación nacional de las pesquerías y las Organizaciones Regionales para el Manejo de Pesquerías (RFMO por sus siglas en inglés) adoptaron los enfoques basados en MSY. En los años siguientes, los científicos pesqueros trataron de incluir efectos del ambiente, depredadores y

alimentación en las evaluaciones de la productividad del stock. Actualmente las evaluaciones y políticas buscan reconocer aspectos de las poblaciones y sus interacciones con el ecosistema. Sadovy de Mitcheson (2009), describen tres factores biológicos importantes que determinan el incremento o disminución de una población, así como los cambios de los ensamblajes de especies con respecto a la explotación y respuestas a influencias ambientales: 1) parámetros biológicos como la mortalidad natural, crecimiento de una población, fecundidad, tasas reproductivas, patrones de comportamiento y desove; 2) hábitat, en donde se evalúa la dispersión de larvas y adultos de las especies, temporadas de alimento y migración, así como las características del hábitat y; 3) interacciones y ecosistema, en donde se evalúan aspectos de cadena trófica, efectos directos e indirectos entre las especies. Para pesquerías multiespecíficas, se han extendido los modelos básicos uniespecíficos tales como los modelos agregados de producción, modelos de pre-reclutamiento, modelos de reclutamiento del stock, modelos de red alimenticia y niveles tróficos, entre otros (Sadovy de Mitcheson, 2009).

### Medidas de regulación

Uno de los problemas más importantes que se presenta en la actividad pesquera, es la falta de la óptima asignación de recursos, debido a que no siempre se cumplen los supuestos del modelo de economía neoclásica, el cual indica que los recursos deben ser completamente especificados, exclusivos, transferibles y efectivamente vigilados (Seijo *et al.*, 1997). En este sentido, las pesquerías son consideradas de acceso libre, sin embargo, existen instrumentos de manejo que regulan ciertos derechos de propiedad como las cuotas individuales transferibles (ITQ por sus siglas en inglés) o refugios pesqueros. Un ejemplo de *propiedad Federal o Estatal* son las Áreas Marinas Protegidas, que son implementadas para la conservación. Sin embargo, estos instrumentos requieren de mayor planeación para su eficacia tratando de identificar el sitio apropiado, el tamaño del área y el número de éstas (Browman & Stergiou, 2004). Los derechos de *propiedad común* son aquellos que se comparten de acuerdo a normas establecidas por una comunidad, por ejemplo las cooperativas o ITQs, dichos derechos establecen compartir la captura total permisible (TAC por sus siglas en inglés) a participantes específicos o grupos que pueden escoger cuándo capturar. A pesar de su importancia, este sistema privilegiado puede causar impactos por la creación de clases sociales que tienen control sobre el acceso y no siempre son las medidas más adecuadas (Branch *et al.*, 2006).

De acuerdo con Pope (2009), las medidas de regulación se pueden dividir en dos categorías principales: (a) Derechos de acceso, que autorizan la entrada a una pesquería (p. ej.: las licencias o permisos de pesca) y (b) derechos de uso cuantitativos, que involucran el derecho de una cantidad específica de esfuerzo (p. ej., vedas espaciales y/o temporales) o de captura (p. ej., TAC) (**Figura 4**).

### Marco normativo pesquero

En el panorama de regulación se encuentran las políticas públicas que forman parte del sistema de manejo donde el gobierno, instituciones gubernamentales e internacionales son las encargadas de ejercer y promover las normas y leyes pertinentes con fin de proteger el recurso y mantener un equilibrio social y económico. Dichas políticas e instrumentos se desglozan de acuerdo a los niveles global, nacional y estatal.

#### Nivel Global

- Código de Conducta de la FAO.
- Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, firmado en Montego Bay, Jamaica (10/12/1982). Entrada en vigor internacional 16/11/1994.
- Convenio constitutivo de la Organización Latinoamericana de desarrollo pesquero (OLDEPESCA), firmado en México D.F (29/10/1982). Entrada en vigor internacional 2/11/1984.



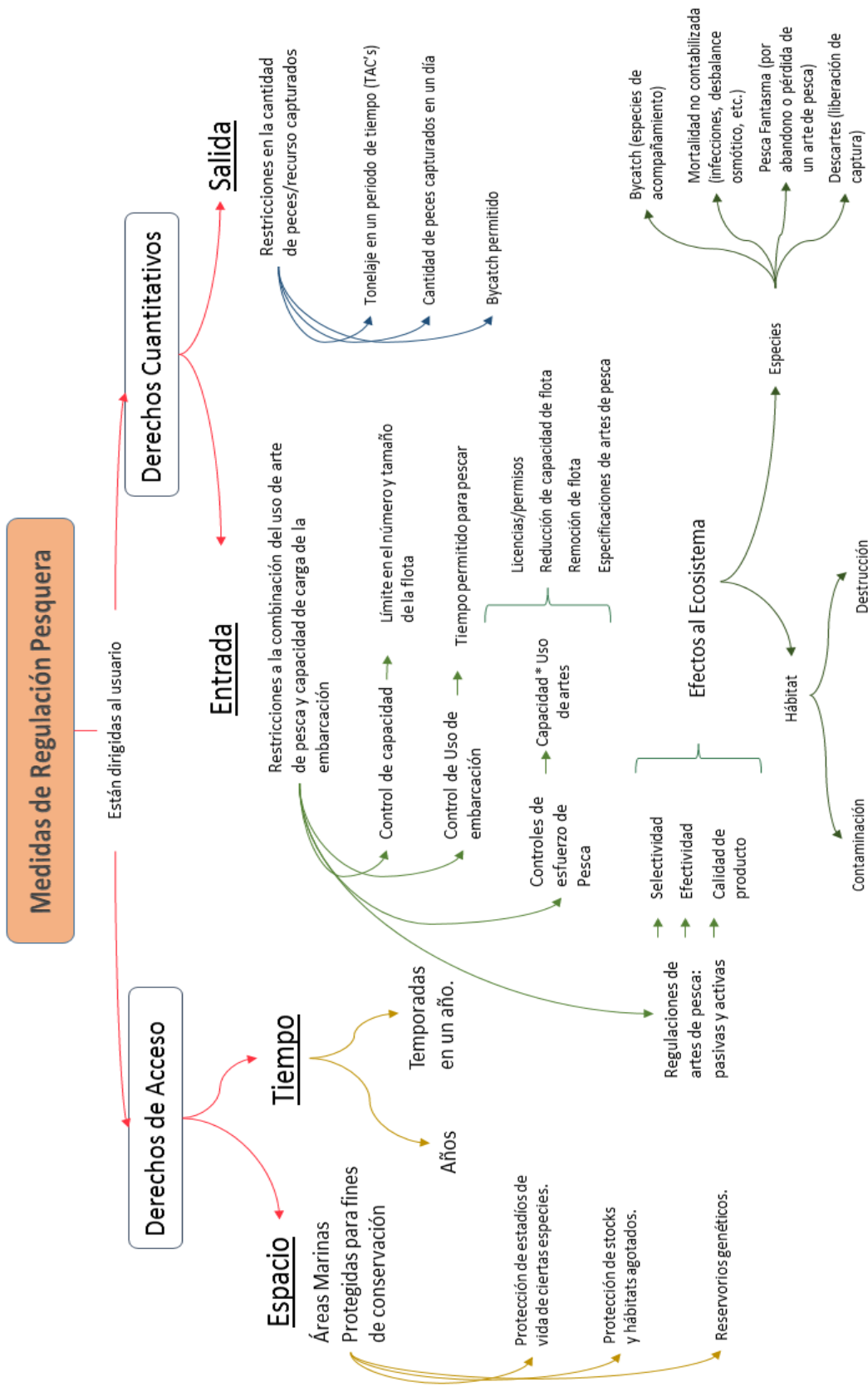


Figura 4. Diversas medidas aplicadas al manejo pesquero. Cochrane, L., Kevern; Garcia, M. Serge, A Fishery Manager's Guidebook, FAO & Wiley-Blackwell, 2009.



- Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza, elaboradas por procesos de participación de comunidades pesqueras, organizaciones civiles, gobiernos, organizaciones regionales y otros interesados; consultados por la FAO y celebradas en 2013 y 2014 (FAO, 2014).

#### Nivel Nacional

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;
- Ley de Pesca y Acuacultura y su Reglamento. Institución encargada: SAGARPA a través de la CONAPESCA;
- Ley Federal del Mar y su reglamento. Esta ley está regida por el Poder Ejecutivo a través de la Administración Pública Federal;
- Ley de Navegación. Esta ley está regida por el Poder Ejecutivo a través de la SEMAR en términos de seguridad y protección y,
- Ley de Sociedades Cooperativas.

#### Instrumentos:

- Normas Oficiales Mexicanas, regulaciones técnicas expedidas por las dependencias competentes, con relación a la pesca:
  1. NOM-002-SAG/SPESC-2013. Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos;
  2. NOM-006-SAG/PESC-2016. Para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como el Océano Pacífico incluyendo Golfo de California;
  3. NOM-008-PESC-1998. Determina los términos para el aprovechamiento óptimo de las especies de pulpo en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe;
  4. NOM-009-PESC-1993, Que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos;

5. NOM-013-PESC-1994, establece los términos y condiciones para el aprovechamiento de las pescías de caracol en las aguas de jurisdicción federal de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo;
  6. NOM-016-PESC-1994, Establece los términos y condiciones para regular la pesca de lisa y liseta o lebrancha en aguas de jurisdicción federal del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California, Golfo de México y Mar Caribe;
  7. NOM-029-PESC-2006, establece la pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento y,
  8. NOM-065-PESC-2007, para regular el aprovechamiento de las especies de mero y especies asociadas en aguas de Jurisdicción Federal del litoral del Golfo de México y Mar Caribe.
- El Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola; conforme a la Ley de Planeación;
  - La Carta Nacional Pesquera. Emitida por el Instituto Nacional de Pesca, en relación con el artículo 27 de la CPEUM, la Ley Orgánica y la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables de la SAGARPA y,
  - Programa de Ordenamiento Pesquero y Acuícola. Emitido por la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca a través de la Dirección General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola.

## Yucatán

- Ley de Pesca y Acuicultura del estado de Yucatán y su reglamento. Emitida por el Poder Ejecutivo del Estado, por conducto de la Secretaría de Desarrollo Rural, a través de la Comisión de Pesca y Acuicultura Sustentables del Estado de Yucatán.

## Instrumentos:

- El Programa Estatal de Pesca y Acuicultura;

- Programa de Ordenamiento pesquero de mero y especies asociadas de la Península de Yucatán;
- Plan de manejo pesquero de pepino de mar café (*Isostichopus badionotus*) y lápiz (*Holothuria floridana*) en la península de Yucatán;
- Plan de Manejo Pesquero de pulpo (*Octopus maya* y *O. vulgaris*) del Golfo de México y el Caribe y,
- Plan de Manejo Pesquero para la langosta espinosa (*Panulirus argus*) de la Península de Yucatán.
- Plan Rector de pesca y acuicultura de Yucatán- FAO \_SEDER 2015

## Enfoque ecosistémico

El manejo pesquero convencional está basado en un enfoque uniespecífico, pero las pesquerías plenamente explotadas o sobreexplotadas siguen en aumento en gran parte por la demanda excesiva de los recursos derivada del aumento de la población humana, la falta de cumplimiento en normas y el limitado conocimiento sobre las especies y su entorno (Lotze & Heike, 2004). En respuesta a ello, se ha propuesto un cambio en los enfoques de manejo uniespecífico al manejo basado en ecosistemas (Browman *et al.*, 2004), en donde las demandas humanas deben adaptarse a la capacidad de carga del ecosistema (Link, 2002). Esto no quiere decir que las consideraciones ecosistémicas cambien enteramente el manejo convencional uniespecífico, puesto que aún se requiere reducir la capacidad y mortalidad de pesca (Link, 2002). Sino que, con un conocimiento más amplio se realicen decisiones más apropiadas con respecto al recurso (Browman & Stergiou, 2004). El enfoque ecosistémico ha partido de diversas direcciones de evaluación y ha sido tema central para la resolución de conflictos pesqueros, por ejemplo, áreas marinas protegidas y diversos planes de manejo pesquero (Browman & Stergiou, 2004; Link, 2002).

El objetivo principal del enfoque ecosistémico consiste en mantener la salud de los ecosistemas marinos y las pesquerías. Este enfoque debe evitar la degradación mediante el uso de indicadores de calidad ambiental y monitoreo del estado del ambiente, minimizar el riesgo del cambio irreversible a ensamblajes de especies y procesos ecosistémicos, obtener y mantener beneficios socioeconómicos a largo plazo sin comprometer al ecosistema y generar conocimiento de los procesos ecosistémicos para entender las consecuencias de las acciones humanas (Pikitch *et*

*al.*, 2004). La FAO (2010) sugiere la aplicación del enfoque ecosistémico como estrategia para el desarrollo del sector y contribuye a la aplicación de las disposiciones del Código de conducta (no vinculante). Este estudio parte del enfoque ecosistémico debido a la dinámica compleja que presentan las pesquerías ribereñas y sus diversas respuestas ante el manejo pesquero.

## Pesquerías artesanales o de pequeña escala

La flota ribereña del estado de Yucatán opera en los 12 municipios costeros, sin embargo, las capturas se registran en las oficinas de pesca distribuidas en ocho puertos del estado: Celestún, Sisal, Progreso, Telchac, Dzilam de Bravo, San Felipe, Río Lagartos y El Cuyo (Salas *et al.*, 2008). En 2013 se registraron 84 Sociedades Cooperativas y otras organizaciones para la pesca ribereña y el financiamiento al sector pesquero fue de 4% por las instituciones FIRA-FOPESCA, INAES Y FINANCIERA RURAL (INAPESCA, 2014). En 2014 se registraron en Yucatán 3,215 embarcaciones de madera y fibra de vidrio de 6.5 a 7.5 m y motores fuera de borda entre 40 y 65 HP con permiso vigente para la captura de escama; los artes de pesca más usados son el palangre y la línea de mano (INAPESCA, 2014).

Se ha reconocido que las capturas de estas pesquerías representan un gran porcentaje del total a nivel mundial, sobre todo en zonas tropicales o de países en desarrollo (FAO, 2016). Salas *et al.* (2007), describieron ciertas características que comparten estas pesquerías a nivel mundial: 1) capturan distintas especies objetivo, utilizan múltiples tipos de embarcaciones y artes de pesca, 2) presentan niveles bajos de inversión de capital por los pescadores, además de una labor intensiva en sus actividades de pesca, procesamiento y métodos de distribución, 3) se genera un amplio rango de desembarques a lo largo de la costa, 4) se basan en usos e ingresos estacionales del recurso pesquero, que complementan con otra actividad, 5) generalmente el recurso es utilizado para subsistencia además de generar ingresos a las poblaciones costeras, 6) gente migrante que llega a la costa en busca de ingresos, 7) existe un poder limitado de los pescadores para influenciar el mercado, debido al poco capital comprometido que tienen a pequeña escala, en consecuencia, tienen alta dependencia a intermediarios para la comercialización y préstamos, y 8) la falta de mecanismos sociales para la salud y provisiones a los pescadores. Jaquet & Pauly (2008) hicieron una comparación con las pesquerías industriales, donde consideran que las pesquerías de pequeña escala son sustentables debido al gran número de

empleos que genera, la misma captura anual para consumo humano que las pesquerías industriales, los bajos niveles de consumo de combustible y el bajo nivel de descartes que genera. Las pesquerías de pequeña escala han sido tema de debate muy amplio para su evaluación y consideración en la actividad, por ejemplo en términos sociales, sobre seguridad alimentaria y pobreza (Béné, 2006; Allison *et al.*, 2001), o en términos de gobernanza, sobre su fortalecimiento (Basurto *et al.*, 2017; García *et al.*, 2014).

Dentro del marco ecosistémico, tal como se mencionó anteriormente, una característica a considerar en las evaluaciones de las pesquerías de pequeña escala es que son multi-especies y multi-artes. En estas pesquerías, existe una gran variedad de métodos y estrategias que realizan los pescadores para capturar más de una especie. A diferencia de aquellas que siguen un plan de manejo pesquero, las especies que son ocasionales en la captura son rara vez encontradas en una medida de regulación puesto que no se tiene información suficiente, ello determina el uso que se le asigna a dichas especies, por ejemplo para carnada, consumo propio, comercio de playa o descarte. Lo importante de retomar este aspecto es conocer la dinámica de las pesquerías ribereñas y sus efectos en el ecosistema.

## Dinámica de la flota

La dinámica de las flotas se relaciona con las decisiones que realiza el pescador y su comportamiento; sin embargo, es hasta 1980 que empiezan a recibir atención las decisiones que realiza el pescador (Hilborn, 1985). El pescador y las decisiones que realiza han sido punto focal para el manejo pesquero a lo largo de los años y actualmente existe una amplia diversidad de estudios multidisciplinarios en relación a la dinámica de la flota (Branch *et al.*, 2006).

Laloë, & Samba (1991) describieron un modelo encargado de simular la actividad pesquera y determinar las tácticas y estrategias que un pescador está dispuesto a realizar, definen que las *tácticas* son aquellas acciones que el pescador realiza de acuerdo a una combinación de arte, especies objetivo y sitio. Las *estrategias* son el conjunto de múltiples tácticas que se realizan en el largo plazo (p. ej., temporadas). Las unidades de pesca (las flotas) tienen la misma estrategia si, en un periodo dado, tienen la misma probabilidad de escoger cada una de las posibles tácticas (dos unidades de pesca con la misma estrategia no forzosamente escogen las mismas tácticas) (Laloë & Samba, 1991). Pech *et al.* (2001), basados en el modelo de Laloë &

Samba, determinaron tres componentes principales para evaluar la dinámica de la flota que son 1) las tácticas como las acciones de pesca, 2) las estrategias como acciones referentes a las unidades de pesca y 3) el recurso referente a los stocks. En dicho estudio observaron que ciertos cambios en la actividad (aumento o disminución del valor económico de las especies, cambios ambientales, decisiones de manejo) generan fluctuaciones en las predicciones debido a las estrategias adaptativas o de respuesta de las flotas.

En Europa, el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES por sus siglas en inglés) maneja una vasta información de la gran mayoría de las pesquerías de los países que lo conforman en el Atlántico Norte. Esta información está dividida por dos componentes principales: 1) Flota y 2) Métiers (Ulrich *et al.*, 2012). La *flota* es el grupo de embarcaciones con el mismo tamaño, clase y arte de pesca predominante; mientras que los *métiers* son grupos de operaciones de pesca enfocados a un ensamblaje de especies similar, usando un arte de pesca similar, durante el periodo de un año y/o en la misma área, la cual se caracteriza por un patrón similar de explotación (Ulrich *et al.*, 2012). Los *métiers* están definidos de acuerdo a una estructura jerárquica usando seis niveles: 1) Actividad (pesca/no pesca); 2) tipo de arte; 3) grupo de artes; 4) tipo de los grupos de artes; 5) ensamblaje objetivo basado en el tipo de especies principales; 6) tamaño de malla y otros dispositivos selectivos<sup>1</sup>. ICES recomienda que los *métiers* se definan principalmente sobre la composición de desembarco expresada, si está disponible, en valores monetarios para que se puedan reflejar apropiadamente las decisiones de los pescadores (Deporte *et al.*, 2012; Duarte *et al.*, 2009). Algunas de las variables que se utilizan para la evaluación de la dinámica de flota y se pueden encontrar en diversos estudios son: tipo de arte, tamaño de malla, fecha, rectángulo ICES (1° longitud x 0.5° de latitud), puerto, longitud de embarcación, tonelaje, caballaje y captura retenida de las especies por kilogramos.

En términos del enfoque ecosistémico, estudios como el de Stergiuo *et al.* (2002), hacen énfasis en la necesidad de generar información detallada biológica, ecológica, así como de la misma pesquería a manera de entrada a herramientas de modelaje ecológico, no sólo para las especies objetivo sino para las especies incidentales. Béné, (2006) explica la importancia de las decisiones del pescador, compuesta por multi componentes (patrones tradicionales, factores de riesgo, expectativas del costo y captura, tecnología disponible, regulaciones de manejo, disponibilidad biológica del

---

<sup>1</sup> Consulta en Data Collection Framework, Europe Union  
<https://datacollection.jrc.ec.europa.eu/web/dcf/wordef/fishing-activity-metier>

stock, condiciones generales de mercado, etc.) a los cambios biológicos, económicos y condiciones de regulación en pesquerías. Describe dos formas complementarias para dirigirse a un proceso complejo y multifacético que determinan el entendimiento del sistema: 1) descomponer la problemática en muchos elementos y dar explicaciones de causa-efecto entre dos variables, y 2) entender las interacciones entre todos los elementos y su efecto en el dinamismo del sistema.

En función de las decisiones del pescador y la economía, Hilborn & Walters (1992) asumieron que el pescador es un depredador natural y que: 1) requiere incentivos para salir a pescar, 2) responde a incentivos para expandir sus actividades, 3) desarrolla más tácticas eficientes al tiempo que aprende la selección correcta entre individuos y artes de pesca a lo largo del tiempo, 4) responde a oportunidades de cambiar a otras pesquerías o actividades económicas alternas y 5) responde a las medidas regulatorias justo como responde a otros obstáculos que limitan su éxito. Se debe de tomar en cuenta que el pescador está continuamente adaptando sus operaciones de pesca (Hilborn, 2007). Hilborn & Walters (1992) mostraron los cuatro principios que caracterizan la dinámica de las flotas:

1. Determinantes de tamaño de flota (inversión y desinversión desde la pesquería), basado en la entrada o salida de embarcaciones en una pesquería.
2. Determinantes del esfuerzo (cuándo y dónde capturar), en casos complejos como es el caso de las pesquerías ribereñas, los pescadores deben escoger entre especie objetivo o sitios de pesca. Las decisiones se determinan por la incertidumbre, costos de traslado, los diferentes costos entre diferentes pescadores al puerto de abrigo, preferencias y habilidades.
3. Determinantes del poder de pesca, determinado por tres factores: 1) qué tan seguido pescan, 2) la abundancia en donde van a pescar, 3) la habilidad de la tripulación con respecto a otras embarcaciones en un mismo sitio. El análisis está asociado con el tiempo dedicado (traslado, búsqueda, colocar el arte y tiempo de manejo).
4. Determinantes de descartes, como el mercado, la capacidad de carga de la embarcación y las regulaciones son factores que pueden influenciar en el comportamiento de la flota para generar o no descartes.

De acuerdo a Pelletier & Ferraris (2000), las tácticas de pesca pueden ser caracterizadas en dos niveles, 1) la unidad de pesca (embarcación y tripulación) y 2)

operaciones de pesca. Estos dos niveles pertenecen a diferentes escalas de tiempo, por lo que se enfocan en las prácticas de pesca en la escala de operación. Se han utilizado técnicas de análisis univariado y multivariado para cuantificar variables y generar una caracterización específica de las pesquerías como la composición de especies, competencia del arte de pesca y temporalidades para determinar la dinámica de la flota y su flexibilidad en la actividad (Ulrich & Andersen, 2004; Stergiou *et al.*, 1996; Ulrich *et al.*, 2001), también para determinar las especies objetivo en la composición de especies (Stergiou *et al.*, 1996), distribución espacial del pescador, temporalidad y especies objetivo con el fin de generar grupos de operaciones de pesca (Tzanatos *et al.*, 2005; Ulrich & Andersen, 2004), entre otros. Gran parte de los análisis estadísticos multivariados que se utilizan para determinar *métiers* son métodos de ordenación y técnicas de clasificación como los análisis de componentes principales (PCA por sus siglas en inglés) y análisis de agrupación jerárquico aglomerativo (HAC por sus siglas en inglés) (Campos *et al.*, 2007) y no jerárquicos (Castro *et al.*, 2011; Duarte *et al.*, 2009), así como análisis de correspondencia múltiple (Pelletier & Ferraris, 2000); estos métodos permiten evaluar variables tanto cuantitativas como cualitativas.

En este contexto, el marco de referencia de los *métiers* representa una oportunidad para entender la dinámica de flotas ribereñas como la del puerto de Sisal. Estas flotas en la región, tal como se ha reportado en otras partes del mundo, presentan múltiples especies objetivo, métodos y estrategias de pesca, lo cual dificulta su monitoreo, evaluación y manejo.



## **Justificación**

Debido a la poca información recabada sobre las pesquerías ribereñas desde un enfoque de *métiers*, el primer paso a una administración de manejo multi-específico es la caracterización o descripción de dichas pesquerías a partir de una aproximación consistente con el enfoque basado en ecosistemas y en dirección al estudio de las decisiones de los pescadores o dinámica de las flotas. Esto permitirá tener un conocimiento amplio sobre las especies objetivo y no objetivo involucradas en la actividad, así como aspectos socioeconómicos basados en tácticas operacionales de los pescadores.

## **Objetivo General**

Caracterizar las operaciones de pesca de la flota artesanal en el puerto de Sisal, Yucatán.

### **Objetivos particulares**

- ✓ Describir y contextualizar la actividad pesquera del puerto de Sisal.
- ✓ Identificar y describir las tácticas de pesca de la flota artesanal del puerto.
- ✓ Caracterizar las operaciones de pesca en función del arte de pesca utilizados.
- ✓ Determinar la composición de especies de la captura de los artes de pesca utilizados de la flota artesanal.
- ✓ Determinar la distribución espacial de la flota artesanal.

## Metodología

Se realizaron análisis estadísticos descriptivos y multivariados de la flota artesanal en Sisal para contextualizar y determinar sus operaciones de pesca. Se contrastaron variables que caracterizan las operaciones de pesca de la flota artesanal con base en los artes de pesca utilizados. Se utilizó una prueba de homogeneidad de dispersiones basada en distancias de similitud para determinar la composición de especies de las capturas con respecto al método de pesca utilizado y se generaron mapas para determinar la distribución espacial de las capturas.

### Obtención de datos

La información obtenida consistió en dos fuentes de información, 1) encuestas generales y 2) encuestas de desembarco; la metodología varió en función a los objetivos de cada una:

#### Encuestas generales de las pesquerías de Sisal

Se realizaron encuestas estructuradas (60 preguntas, Anexo I) a pescadores que se encontraban en Sisal incluyendo el puerto de abrigo, dentro del periodo de noviembre (2016) a julio (2017). La información obtenida incluyó aspectos relacionados con demografía de los pescadores, embarcaciones, operaciones de pesca y percepciones de los pescadores sobre la actividad.

#### Encuestas de desembarco en el puerto de Sisal

Se realizaron encuestas semiestructuradas de 24 preguntas a pescadores de la Cooperativa “Rivereños del Mar” (Anexo II). El tiempo de muestreo abarcó un año, de agosto (2016) a julio (2017), donde se visitaba la cooperativa una vez por semana. Los muestreos consistieron en realizar las encuestas cuando los pescadores regresaban de sus actividades de pesca y se registraban los volúmenes de las especies que fueron capturadas. Los datos incluyeron aspectos asociados al pescador (nombre, estatus, tiempo en la actividad), embarcación (antigüedad, tamaño de eslora, poder del

motor), operaciones de pesca (tiempo de viaje, rumbo, artes de pesca utilizados, profundidad, distancia al puerto, número de tripulantes a bordo), costos (gasolina, alimentos, carnada) y captura (composición de especies).

## Análisis de datos

### Caracterización general de las pesquerías de Sisal

Se analizó de manera descriptiva la información obtenida de las encuestas generales detallando los aspectos de tecnología utilizada, permisos de pesca, artes de pesca, conocimiento sobre temporadas de veda, percepción en la abundancia y talla de las especies en los últimos cinco años, entre otros.

### Operaciones de pesca

La caracterización de las operaciones de pesca fueron analizadas a partir de 1) análisis de estadística descriptiva de las variables de interés; 2) contrastes entre los artes/métodos de pesca respecto a las variables de capturas (kg), profundidad (m), distancia (km), tiempo de viaje (hr), costos (MXN) y cuasi-renta (MXN); 3) comparación de la composición de especies por artes; y 4) distribución espacial de la flota en términos de las variables relacionadas, por arte de pesca. Los análisis se realizaron en el programa R con diferentes librerías, dependiendo el objetivo.

#### 1) Análisis descriptivo de operaciones de pesca

Se hizo un análisis descriptivo de la información derivada de las encuestas de desembarco respecto a la embarcación, número de tripulantes, utilización de tecnología de navegación (GPS), arte de pesca, tiempo de pesca, uso de carnada, costos de viaje, especies capturadas y distribución espacial.

2) Contrastes entre las variables de capturas (kg), profundidad (m), distancia (km), tiempo de viaje (hr), costos (MXN) y cuasi-renta (MXN) relacionadas con las operaciones de pesca entre artes o métodos de pesca.

Se realizaron análisis exploratorios y estadísticos de las variables de profundidad (m), costos (MXN), distancia (km), tiempo de pesca (hr) y captura total (kg) para conocer si había diferencias entre los artes/métodos de pesca. Considerando al arte/método de pesca como factor, se realizaron contrastes en pruebas de ANOVA. Las ANOVAs fueron implementadas a través de modelos lineales generalizados (GLM, por sus siglas en inglés). Se utilizó una distribución de la familia gamma con función de vínculo de logaritmo para aplicar las pruebas de ANOVA y cuando la prueba mostró diferencias significativas se realizaron análisis a posteriori con la prueba de Tukey para observar las diferencias entre las medias de las variables con respecto al arte de pesca. La variable de cuasi-renta no fue incluida en los análisis de ANOVA debido a la frecuente ausencia de valores de precio de las especies, sin embargo, se calculó el promedio por arte de pesca y se incluyó en los análisis exploratorios y de distribución espacial.

Los GLMs permiten incorporar distribuciones probabilísticas de la familia exponencial (además de la Gaussiana) de la variable de respuesta ( $Y$ ) (Zuur *et al.*, 2009) cuando se observa que uno o más supuesto de los modelos de regresión lineal no se cumplen: normalidad, homogeneidad de varianza e independencia, lo cual ocurre frecuentemente con datos ecológicos (Cayuela, 2009).

Los GLM están definidos por dos componentes: la variable respuesta que debe ser miembro de una distribución de la familia exponencial y el componente sistemático (combinación lineal de los predictores), donde éste se relaciona con la media de la respuesta a través de la función de vínculo (Faraway, 2006). El componente sistemático se basa en que para cada respuesta  $y_n$  se tiene un vector que produce el predictor lineal:

$$\eta_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 \dots \beta_p x_p = X^T \beta \quad (1.1)$$

La función de vínculo,  $g$ , describe cómo la media de la respuesta,  $EY=\mu$ , está vinculada a los predictores del componente sistemático:

$$\eta_i = g(\mu_i) \quad (1.2)$$

La distribución de la familia exponencial Gamma se utiliza para variables de respuesta continuas y positivas como es el caso de las variables analizadas (captura, profundidad, distancia, costos y tiempo de pesca). Su función de vínculo está dada por:  $\eta_i = \mu^{-1}$  (1.3) y su función de varianza:  $\mu^2$  (1.4). Para determinar el ajuste del modelo a los datos se considera la devianza ( $D^2$ ), que es la cantidad de varianza explicada por el modelo.

### 3) Comparación de la composición de especies por artes

Para determinar la composición de especies con respecto al arte de pesca, se realizó una prueba de homogeneidad de dispersiones (Anderson, 2006), utilizando la medida de disimilitud de Bray-Curtis (1952) con la librería *vegan* de R. Posteriormente, se aplicó la prueba de ANOVA para determinar si existe diferencia significativas entre los grupos por artes/métodos de pesca, para ello se calcularon los promedios de las distancias a los centroides de los artes de pesca dentro de la escala multidimensional. Se aplicó la prueba a posteriori de Tukey para observar las diferencias entre los artes de pesca (Anderson *et al.*, 2011).

La propuesta de esta prueba es considerar la Beta diversidad, definida como la tasa de cambio o variabilidad en la composición de especies entre unidades de muestreo en un área dada (Anderson *et al.*, 2006). En este caso, las especies capturadas reflejarán la Beta diversidad asociada a los artes de pesca de acuerdo a las unidades de muestreo (viajes de pesca). Existen medidas de similitud o disimilitud que son comunmente utilizadas para calcular la beta diversidad, conocidos también como índices, entre ellas están las distancias de Jaccard (1900) y Sorensen (1948) para datos de presencia/ausencia y Bray-Curtis (1952) para datos de abundancia, en este trabajo se decidió utilizar la medida de Bray-Curtis:

$$dBCurtis = \frac{\sum_{k=1}^p |x_{1k} - x_{2k}|}{\sum_{k=1}^p (x_{1k} + x_{2k})} \quad (2.1)$$

Donde

$x_{1k}$ : Es la abundancia de especies  $k$  en la unidad de muestreo 1,

$x_{2k}$ : es la abundancia de especies  $k$  en la unidad de muestreo 2 y,

$p$ : es el total de número de especies registradas en ambas unidades.

La prueba de homogeneidad de dispersiones multivariada basada en distancias se describe a continuación:

Sea  $x_{ij}$  el vector que denota el punto de la observación  $j$  (viaje de pesca) en el grupo  $i$  (arte de pesca) en el espacio multivariado de  $p$  variables (especies). El vector del centroide  $c_i$  para el grupo  $i$  es definido como el punto que minimiza la suma de cuadrados de las distancias a los puntos dentro de ese grupo, es decir:

$$\sum_{j=1}^{n_i} \Delta(x_{ij}, c_i) \quad (2.2)$$

Donde  $\Delta(,)$  denota la distancia de disimilitud entre dos puntos. El valor de  $p$  del estadístico  $F$  calculado sobre las distancias al centroide se obtiene por medio de permutaciones ( $F_c(p)$ ). Este enfoque está extendido a cualquier medida de disimilitud (p. ej., Bray-Curtis). Se calculan los centroides para cada uno de los grupos  $i = 1, \dots, g$  en cada espacio real e imaginario  $c_i^+$  y  $c_i^-$ . Luego se calcula la distancia (o disimilitud) del punto  $ij$  a su centroide en el espacio de coordenadas principales (Anderson, 2006):

$$z_{ij}^c = \sqrt{\Delta^2(u_{ij}^+, c_i^+) - \Delta^2(u_{ij}^-, c_i^-)} \quad (2.3)$$

De esta manera, mientras la distancia al centroide se aleje del cero, significa que la diversidad de especies es mayor en ese grupo, es decir, en los artes de pesca para este estudio.

#### 4) Distribución espacial de los viajes por arte de pesca

Para conocer cómo se distribuye la flota espacialmente se utilizó un mapa de la zona de estudio considerando cuadrantes de  $0.1^\circ$  de resolución, de tal manera que se agruparon viajes de pesca (respuestas de más de un pescador) en uno o más cuadrantes. Los mapas se generaron con la librería *raster*.

## Resultados

### Caracterización general de las pesquerías de Sisal

#### Aspectos Socioeconómicos

El nivel de escolaridad de la mayoría de los encuestados fue de primaria y secundaria (46% y 34%, respectivamente). La mayoría de los encuestados respondieron ser principalmente locales (36%), otros de las ciudades de Hunucmá y Mérida (25% y 14%), mientras que el 25% restante son originarios de los estados de Quintana Roo, Tabasco, Campeche, Veracruz y Guerrero.

Más de la mitad de los encuestados son casados. El 47% respondió tener hasta dos hijos, el 42% desde tres hasta cinco hijos y el otro 11% más de cinco hijos. Cuando se les preguntó el número de personas que dependen económicamente de ellos, el 55% respondió hasta dos personas, el 41% entre tres y cinco y un 4% entre seis y 11. Muchos de los pescadores iniciaron sus actividades en la pesca entre los 18 y 28 años (30%), una minoría iniciaron después de los 28 años (4%). Estos pescadores aprendieron las técnicas, por sus padres y amigos principalmente (38% y 29% respectivamente).

#### Pesca y percepciones

El 47% de los entrevistados es pescador libre, mientras que alrededor del 21% es socio de una cooperativa, otro 19% mencionó trabajar para un permisionario y el 13% para algún socio (**Figura 5a**). Poco menos de la mitad de ellos respondió desembarcar en la cooperativa Rivereños del Mar, en las cooperativas Rey Tritón y Xlabarco desembarca el 8% de los pescadores en cada una. El 41% de los pescadores desembarcan sus productos para 14 cooperativas (**Figura 5b**)

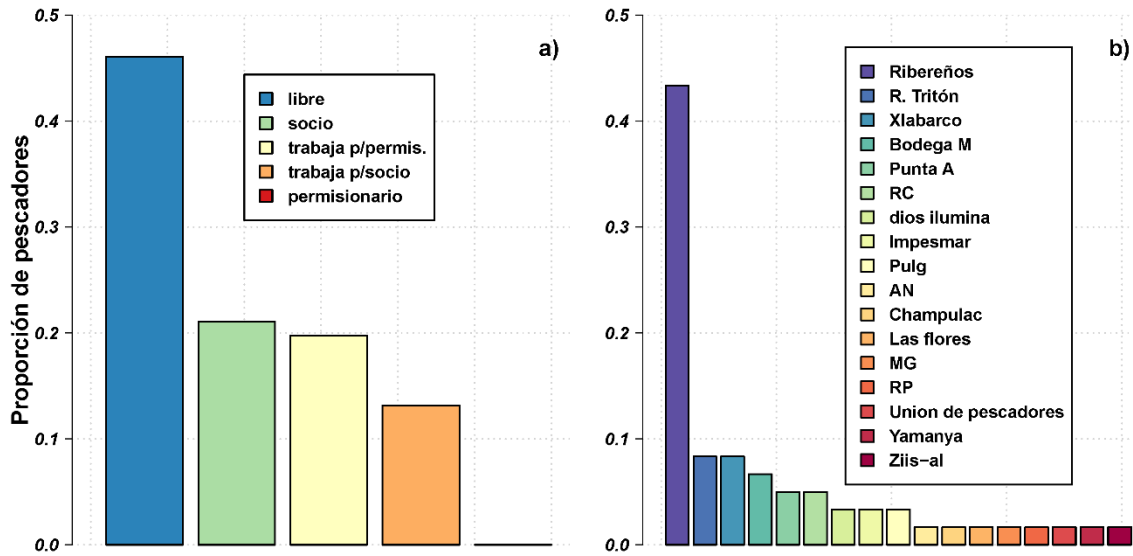


Figura 5. Situación laboral de los pescadores en el puerto de Sisal (a) y cooperativas o permisionarios a quienes entregan el producto (b).

Con respecto a las embarcaciones, el 46% de los entrevistados es dueño de la lancha que utiliza, el 44% tienen un contrato con el dueño o permisionario; el resto (10%) trabaja con la embarcación ya sea prestada o rentada. El 90% de las embarcaciones se reportaron como matriculadas. La mayoría de estas embarcaciones utilizan motores de dos tiempos, los cuales son de distintas marcas, predominando Yamaha, Suzuki y Mercury.

#### Equipos de navegación, comunicación y seguridad

El 12% de los encuestados no utiliza equipos de navegación. De aquellos que sí emplean estos equipos, el 54% de los encuestados respondió utilizar dos equipos de navegación, el 37% un equipo de navegación, y el 9% tres equipos. Los equipos de navegación que se utilizan son el GPS, Compás y Lorán. Los porcentajes más altos en el uso de equipos de navegación son el 48% que utiliza GPS/Compás, el 19% que sólo utiliza GPS y el 15% que sólo utiliza el Compás (Tabla 1).

El 88% de los encuestados mencionó utilizar equipos de seguridad mientras que el 12% no utiliza. Se mencionaron cinco equipos de seguridad (Chaleco, Linterna, Aro Salvavidas, Luz Nocturna y Bengala), de los que sí utilizan, el 43% mencionó utilizar sólo uno, el 28% utiliza dos equipos, el 19% utiliza tres equipos, el 9% utiliza cuatro equipos y el 1% utiliza los cinco equipos. El chaleco fue el más utilizado (32%), y la



combinación de chaleco y linterna (Chaleco/Linterna) (17%), pocos mencionaron utilizar Aro Salvavidas (1%) y la combinación de los cinco equipos (1%) (Tabla 1).

*Tabla 1. Equipos de navegación y seguridad que utilizan los pescadores de Sisal.*

No. De Equipos	Equipos de navegación	Frecuencia (No. De pescadores)	Proporción
1	Compás	10	0.147
	GPS	13	0.191
	Lorán	2	0.029
2	GPS/Compás	33	0.485
	GPS/Lorán	1	0.015
	Compás/Lorán	3	0.044
3	GPS/Compás/Lorán	6	0.088
<b>Total</b>		<b>68</b>	
Número de Equipos	Equipos de Seguridad	Frecuencia	Proporción
1	Chaleco	22	0.324
	Linterna	4	0.059
	Aro Salvavidas	1	0.015
	Luz Nocturna	2	0.029
	Chaleco/Linterna	12	0.176
2	Chaleco/Aro	2	0.029
	Chaleco/Luz	3	0.044
	Linterna/Luz	2	0.029
	Chaleco/Linterna/Aro	3	0.044
3	Chaleco/Linterna/Luz	7	0.103
	Chaleco/Aro/Luz	3	0.044
4	Chaleco/Linterna/Aro/Luz	6	0.088
5	Chaleco/Linterna/Aro/Luz/Bengala	1	0.015
<b>Total</b>		<b>68</b>	

Sólo el 57% de los pescadores utiliza equipos de comunicación, de éstos el 64% utiliza celular, 27% utiliza radio y un 9% utiliza ambos equipos.

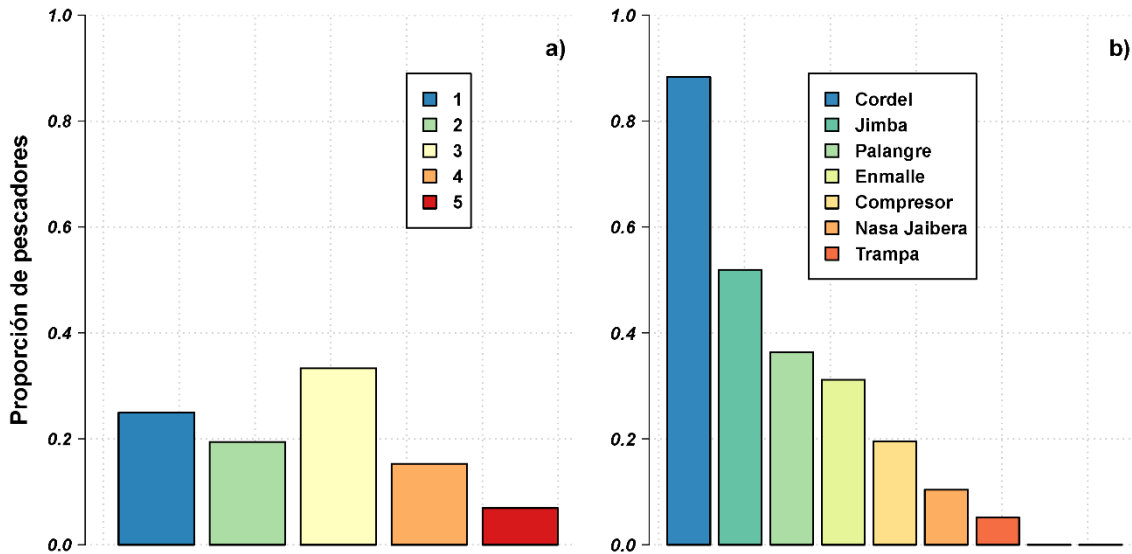
*Artes de pesca, permisos y conocimiento sobre temporadas de veda*

Cuando se les preguntó cuáles artes de pesca usan a lo largo del año, los pescadores respondieron que el cordel (20%), cordel/jimba (11%) y cordel/jimba/palangre (9%) (Tabla 2). De los 72 pescadores, 40 de ellos mencionaron usar el cordel y la jimba a lo largo del año dependiendo la temporada, pero sólo ocho mencionaron usar únicamente estos dos artes.

*Tabla 2. Artes/métodos de pesca que utilizan los pescadores de Sisal a lo largo de un año según la temporada.*

Número de Artes	Artes de Pesca					Frecuencia	Proporción
						(No. De pescadores)	
Cinco	Cordel	Enmalle	Jimba	Nasa.Jaibera	Compresor	1	0.0139
	Cordel	Enmalle	Jimba	Nasa.Jaibera	Trampa	1	0.0139
	Cordel	Enmalle	Jimba	Palangre	Compresor	1	0.0139
	Cordel	Jimba	Nasa.Jaibera	Palangre	Compresor	1	0.0139
	Cordel	Jimba	Nasa.Jaibera	Trampa	Palangre	1	0.0139
Cuatro	Cordel	Enmalle	Palangre	Compresor		1	0.0139
	Cordel	Enmalle	Trampa	Palangre		1	0.0139
	Cordel	Enmalle	Jimba	Compresor		1	0.0139
	Cordel	Enmalle	Jimba	Palangre		3	0.0417
	Cordel	Enmalle	Jimba	Nasa.Jaibera		1	0.0139
	Cordel	Enmalle	Jimba	Trampa		1	0.0139
	Cordel	Jimba	Nasa.Jaibera	Palangre		1	0.0139
	Cordel	Jimba	Palangre	Compresor		1	0.0139
Tres	Cordel	Nasa.Jaibera	Palangre	Compresor		1	0.0139
	Cordel	Enmalle	Palangre			3	0.0417
	Cordel	Enmalle	Jimba			4	0.0556
	Cordel	Enmalle	Jimba			1	0.0139
	Cordel	Jimba	Compresor			5	0.0694
	Cordel	Jimba	Nasa.Jaibera			1	0.0139
	Cordel	Jimba	Palangre			7	<b>0.0972</b>
	Cordel	Palangre	Compresor			2	0.0278
Dos	Enmalle	Jimba	Palangre			1	0.0139
	Cordel	Compresor				1	0.0139
	Cordel	Enmalle				3	0.0417
	Cordel	Jimba				8	<b>0.1111</b>
Uno	Cordel	Palangre				2	0.0278
	Cordel					15	<b>0.2083</b>
	Enmalle					1	0.0139
	Palangre				2	0.0278	

El 33% de los pescadores utiliza tres artes de pesca a lo largo del año, el 25% utiliza un arte de pesca, el 19% dos artes de pesca, el 17% cuatro artes de pesca y 6% cinco artes de pesca a lo largo del año (**Figura 6a**). Los artes de pesca que mencionaron usar son el cordel (más utilizado), la jimba, el palangre, la red de enmalle, el compresor, la nasa jaibera y trampas (**Figura 6b**).



**Figura 6.** Número de artes de pesca que utilizan los pescadores a lo largo del año (a), tipos de artes de pesca (b)

Menos de la mitad de los encuestados respondió conocer sobre la temporada de veda de la langosta, y pepino (**Figura 7**). Menos del 3% de los encuestados respondieron sobre las temporadas de veda del robalo y el camarón (**Figura 7**).

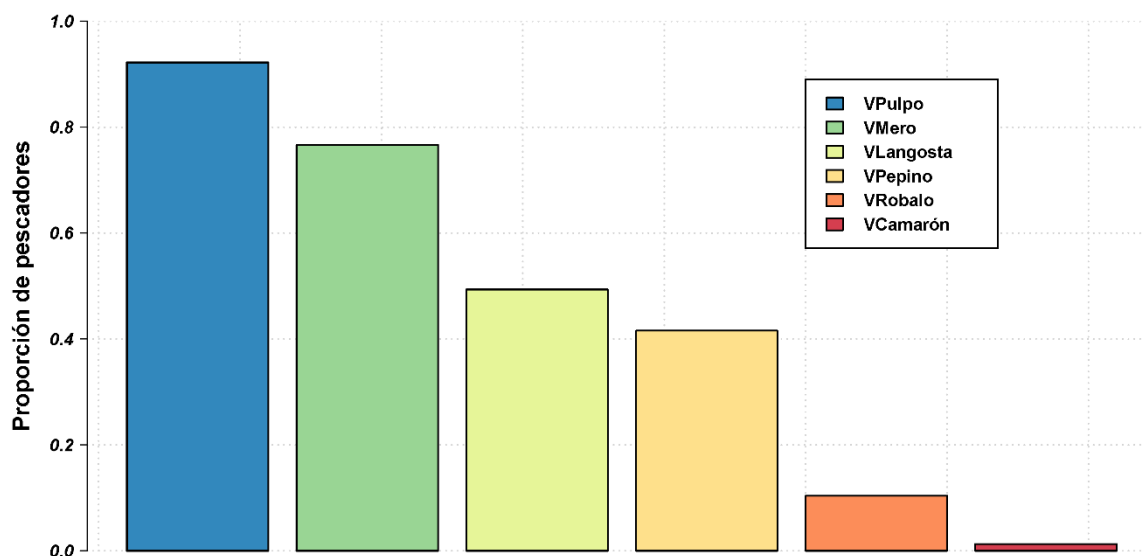


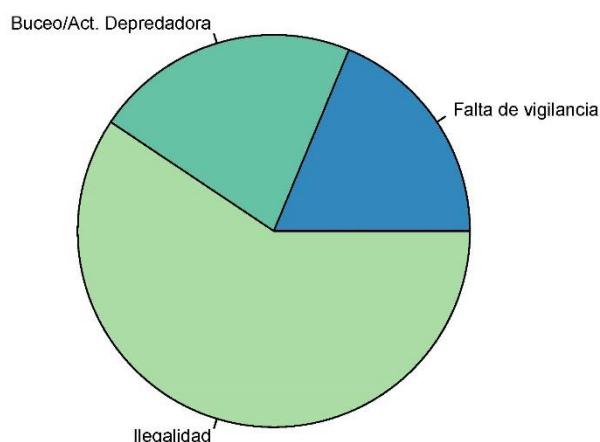
Figura 7 Conocimiento sobre temporadas de veda de las especies que se capturan en Sisal.

El 12% de los pescadores mencionó no contar con algún permiso de pesca. Aquellos que sí cuentan con permisos, el 70% tiene dos permisos, el 16% tres permisos, el 7% cuatro permisos, el 6% un permiso y el 1% cinco permisos. El 66% de los pescadores cuentan únicamente con los permisos de escama y pulpo, siendo el porcentaje más alto de todos los permisos (Tabla 3).

Tabla 3. Permisos de pesca con los que cuentan los pescadores de Sisal.

Número de Permisos	Permisos de Pesca					Frecuencia	Proporción
Cinco	Escama	Langosta	Pulpo	Pepino	Tiburón	1	0.015
Cuatro	Escama	Langosta	Pulpo	Pepino		5	0.074
Tres	Escama	Langosta	Pulpo			2	0.029
	Escama	Pulpo	Pepino			8	0.118
Dos	Escama	Pulpo				45	0.662
	Escama	Langosta				3	0.044
Uno	Escama					4	0.059

Debido a que la pregunta sobre pesca ilegal fue abierta, las respuestas de los encuestados fueron diversas. La mayoría reconoce que no hay suficiente vigilancia, lo cual propicia una sobreexplotación. También hacen mención sobre las especies que observan estar amenazadas por la ilegalidad como el mero, pulpo, pepino y en menor medida la langosta. Además, muchos consideraron que el buceo es la práctica más depredadora, puesto que si hay la posibilidad de encontrar y capturar estas especies fuera de su temporada, lo hacen (**Figura 8**).



**Figura 8.** Percepción de los pescadores con respecto a los aspectos que propician la pesca ilegal.

Otro de los aspectos importantes es la percepción que los encuestados tienen sobre incrementos o decrementos de la abundancia y la talla de las especies en los últimos cinco años. Se mencionó que el mero es la especie con cambios más visibles en abundancia y en talla, seguido del pulpo y la langosta (**Figura 9**). Después de estas especies, en términos de abundancia se observan cambios en el pepino de mar, pargo, canané y negrillo, en menor medida el boquinete, carito, cubera, rubia y sierra. En términos de la talla se observan cambios en canané seguido de pargo y negrillo, y en menor medida el boquinete, pepino, carito, cherna y mojarra (**Figura 9**).

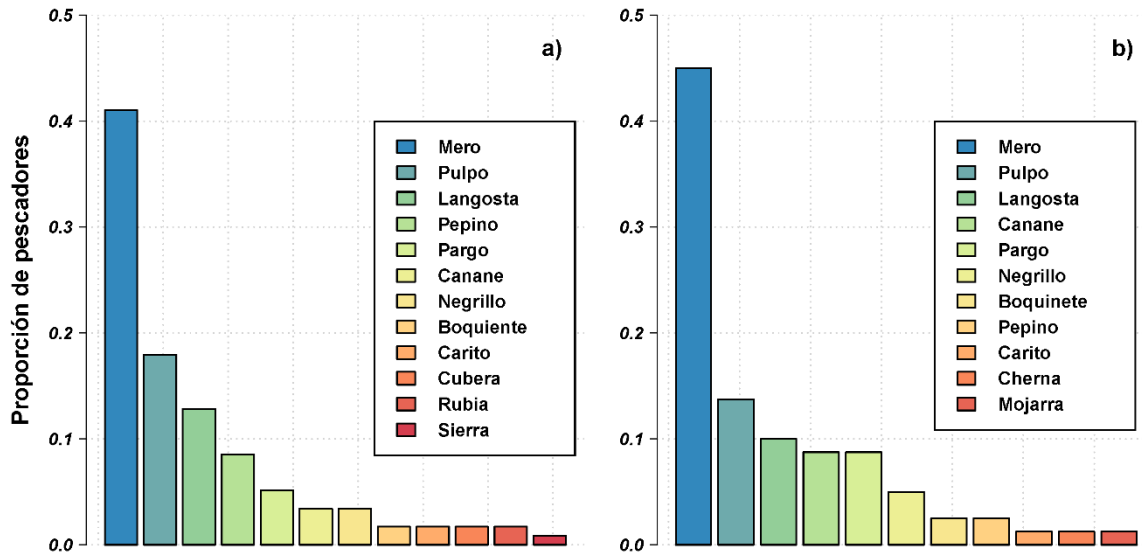
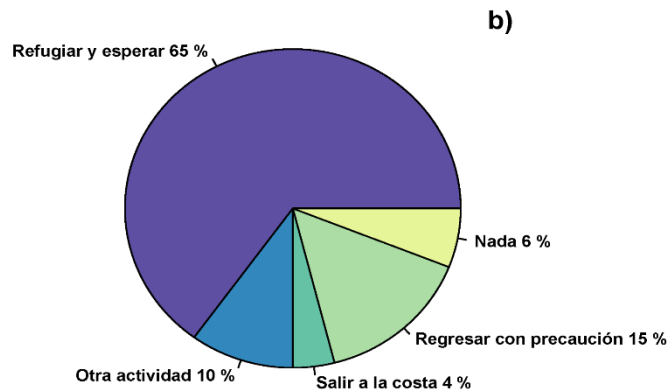
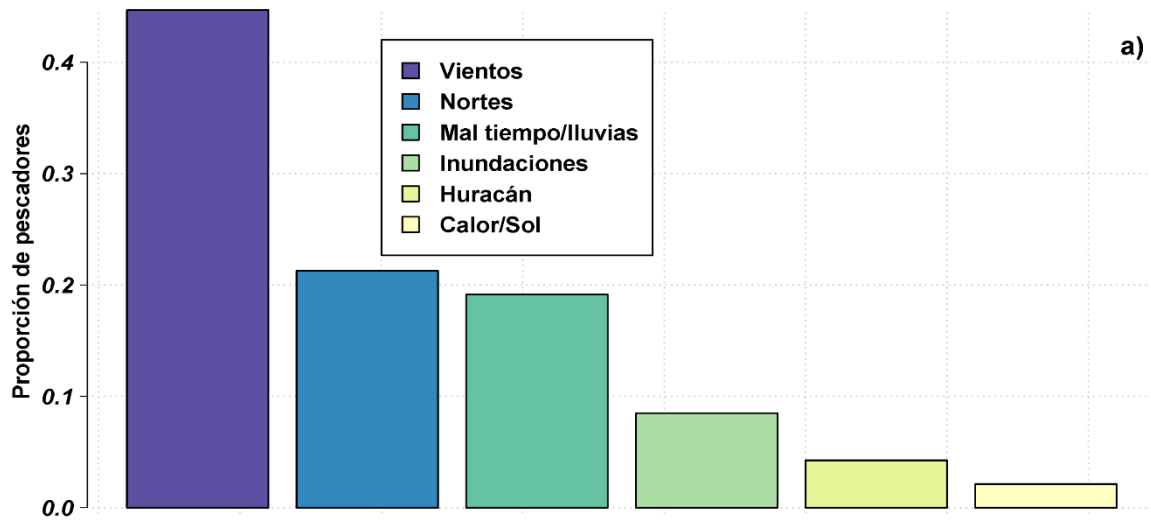


Figura 9. Percepción de los pescadores con respecto al cambio de abundancia (a) y talla (b) en los últimos cinco años.

Los entrevistados consideraron un factor de riesgo a los nortes y las lluvias o “mal tiempo”. De igual manera, afirmaron que son susceptibles a inundaciones y huracanes, los cuales son eventos más peligrosos. Otros mencionaron la exposición al sol como un factor de riesgo (Figura 10a). Cuando se les preguntó sobre las acciones que realizan en situaciones de riesgo, la mayoría prefiere no salir a pescar y refugiarse (65%), o en el caso de que estuvieran en mar abierto regresan a tierra con precaución (15%). Algunos realizan otra actividad mientras no pueden ir a pescar (10%) o salen a pescar cerca a la costa (4%), a otros les es indiferente (6%). (Figura 10b).

Los pescadores mencionaron realizar otras actividades durante temporada de veda o bajo condiciones de riesgo. Se puede notar que las temporadas de pesca importantes son dos: la temporada de pulpo, que es de agosto a diciembre y la temporada de escama, que comprende de marzo a junio. Las temporadas de mayor riesgo dentro de la actividad comprenden los periodos de septiembre a noviembre con incidencia de nortes y los fuertes vientos en mayo.



*Figura 10. Eventos que consideran los pescadores como factores de riesgo en la actividad (a) y las acciones que realizan durante dicho evento (b).*

## Operaciones de pesca

Se obtuvieron 317 encuestas de los desembarcos en el puerto de Sisal durante el periodo de estudio, en ellas se detectaron dos tipos de pescadores: “no viajeros” y “viajeros”. Los pescadores no viajeros son aquellos que realizan viajes de un día con un promedio de ocho horas de tiempo de pesca; éstos, se caracterizan por utilizar principalmente los artes de pesca: línea, jimba y compresor. Los pescadores denominados viajeros hacen viajes de dos a tres días en mar abierto. Debido a que se

obtuvo una minoría de encuestas de viajeros, éstos últimos no se consideraron en los análisis y sólo se describen algunos apartados relevantes asociados a ellos.

El tamaño de las embarcaciones empleadas es de 25 pies de eslora y el material con el que están hechas es de fibra de vidrio. Gran parte de los motores son de 60 y 75 HP (75% y 20%), una minoría son de 40 y 50 HP. El 70% de los pescadores mencionaron haber utilizado GPS como instrumento de navegación en sus viajes de pesca. Se encontró que en el 37% de los viajes de pesca registrados, la tripulación en las embarcaciones comprendió entre uno y cinco pescadores, mientras que el 39% de las embarcaciones viajaron con dos o tres tripulantes. Los alijos estuvieron presentes a lo largo de todo el año, sin embargo hubo mayor presencia en los meses de septiembre y noviembre (2016), febrero, marzo y junio (2017). Se utilizaron principalmente para los viajes de jimba y/o jimba-línea, esto representa una estrategia para incrementar el esfuerzo de pesca durante la temporada de pulpo. Las especies que fueron utilizadas como carnada para la jimba y jimba/línea fueron jaiba, okol y pulpo. Para la línea principalmente, el palangre y la combinación línea-red se utilizó sardina.

Se encontraron cuatro artes de pesca que se utilizaron a lo largo del año: línea, palangre, jimba y red, dos combinaciones de arte: jimba-línea (jim-lín) y línea-red (lín-red) y dos actividades de recolección: buceo (compresor) y apnea. De acuerdo con el número de viajes registrados en el muestreo, la línea fue el arte de pesca más utilizado (40%), seguido del compresor (20%), jimba-línea (20%), jimba (16%) y apnea (2%). La combinación línea-red, el palangre y red fueron poco frecuentes. En promedio, las capturas por arte de pesca fue mayor para la combinación de jimba-línea con 83 kg, seguido de la línea con 63 kg, buceo con 53.8 kg, jimba con 50 kg, apnea con 5.5 kg, la combinación línea-red con 2.7 kg, red con 1.8 kg y palangre con 0.77 kg (**Figura 11**)



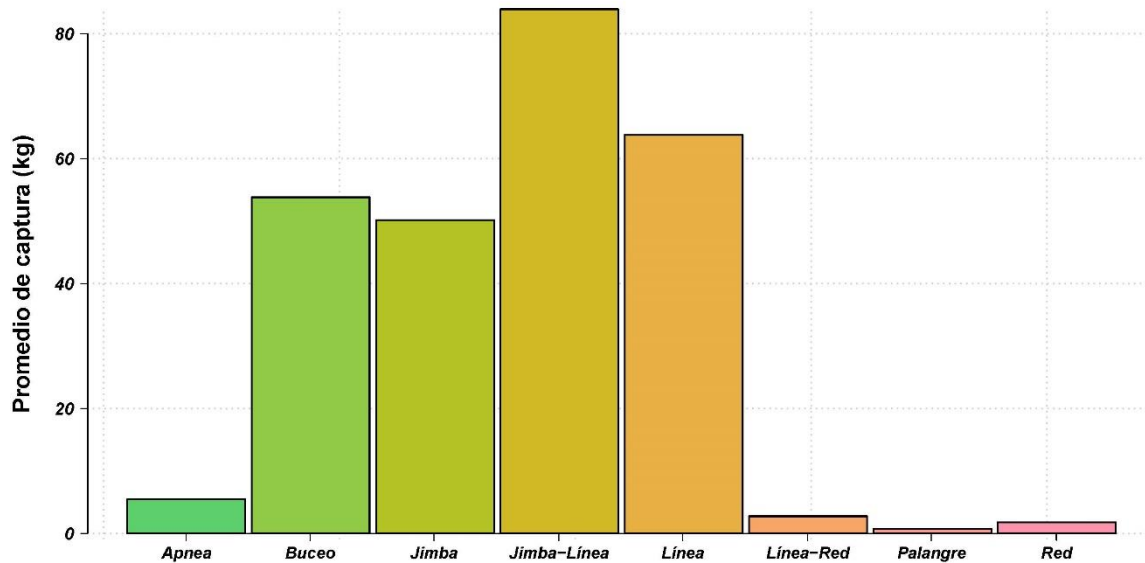


Figura 11. Captura promedio por viaje de pesca en función del arte de pesca registrado en desembarcos.

En total se registraron 25 especies, la línea fue el arte de pesca que más especies capturó con un total de 19, el buceo fue el segundo arte que capturó más especies con 12, seguido de apnea con 7 especies (Figura 12).

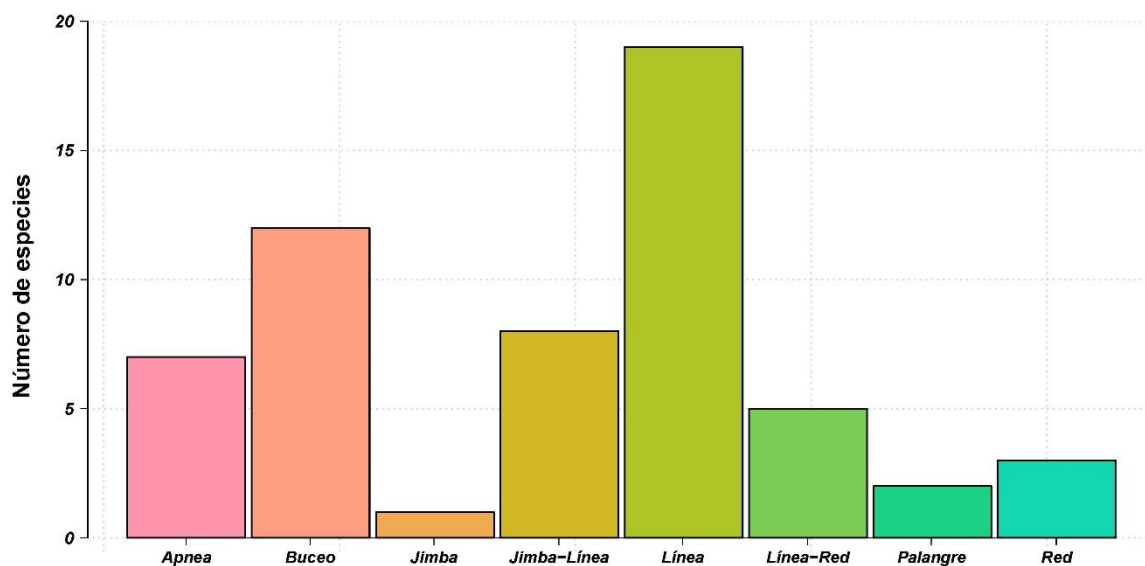


Figura 12. Número de especies capturadas por arte y método de pesca que se utilizaron.

Para la actividad de apnea o buceo libre hubo una mayor captura de canané, mero, boquinete y negrillo (**Figura 13**). La jimba se usa únicamente para la captura de pulpo. La combinación de jimba-línea se empleó en la pesca de las siguientes especies: rubia, mero, pargo, canané, chacchic y pulpo. Las embarcaciones que utilizaron línea obtuvieron especies principalmente de canané, rubia, pargo, mero, mojarra y coronado. Las embarcaciones que utilizaron la combinación línea-red obtuvieron especies en gran proporción de rubia, carito, cojinuda, mero rojo, negrillo y coronado. Las embarcaciones que utilizaron palangre obtuvieron chatita y mero. Las embarcaciones que utilizaron red capturaron en mayor proporción el tambor, en menor el mero y boquinete. Las embarcaciones que usaron buceo o compresor capturaron en mayor proporción boquinete, mero y negrillo, sin embargo hay presencia de pulpo, langosta y pargo mulato (**Figura 13**).

Los viajes de langosta con buceo registraron también boquinete y negrillo; no hubo algún viaje cuya captura haya sido únicamente de langosta. El máximo valor en kilogramos de la langosta fue de 7.4 kg. El canané fue la especie con mayor volumen en captura después de pulpo, capturado con línea, apnea y la combinación de jimba-línea.

Se observó que la rubia grande se capturó principalmente con línea, jimba-línea y línea-red, mientras que la rubia mediana con línea y buceo (**Anexo IV**). Además, la alta presencia de canané y rubia se registró en los viajes de pescadores “viajeros”, y estos organismos fueron capturados a profundidades entre 25 y 40 m. En el caso del mero rojo se observó que se captura con todos los artes y métodos de pesca, principalmente con línea y con excepción de la jimba. El mero fue de las especies con mayores volúmenes por debajo del pulpo, canané y rubia.

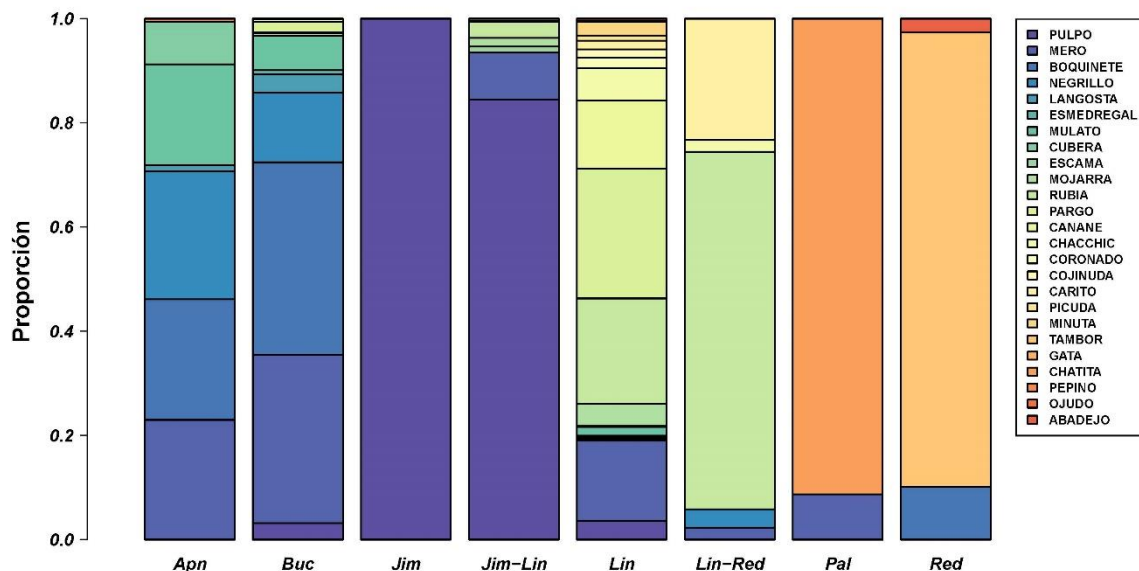


Figura 13. Proporción de especies capturadas con el arte o combinación de artes utilizados.

### Características de la flota artesanal

Se elaboró una tabla que determina las características de la flota artesanal de Sisal tomando en cuenta el arte de pesca y ensamblaje de especies. Sin embargo, se deben tener consideraciones específicas (subrayadas en la **Tabla 4**) tales como tipo de pescador, tiempo de pesca, tecnologías, artes de pesca y posibles combinaciones, permisos de pesca y ensamblaje de especies.

Tabla 4. Principales características de la flota artesanal de Sisal

PODER DE CAPTURA			
<u>Tipos de Pescador</u>	No Viajero	<u>Tiempo de Pesca</u>	7-8 hrs.
	Viajero		24-72 hrs.
<b>Motor (caballaje)</b>	60 y 75 HP		
<b>Material de la embarcación</b>	Fibra de Vidrio		
<b>Tripulación</b>	2 a 3 pescadores		
<b>Número de alijos</b>	uno a dos		
<u>Tecnologías</u>	<b>Comunicación</b>	Radio Celular	
	<b>Navegación</b>	GPS Compás Lorán	
	<b>Seguridad</b>	Chaleco Linterna	

<u>Artes de Pesca</u>			
Línea (arte de pesca combinado)	Jimba	Compresor	Palangre
Red			
<u>Permisos de Pesca</u>			
Escama	Pulpo	Langosta	Pepino de Mar

<u>ESPECIES OBJETIVO</u>				
<b>Mero Rojo</b>	<b>Pulpo</b>	<b>Langosta</b>	<b>Rubia</b>	<b>Chac-Chic</b>
<i>Epinephelus morio</i>	<i>Octopus maya</i>	<i>Panulirus argus</i>	<i>Lutjanus synagris</i>	<i>Haemulon plumierii</i>
<b>Canané</b>	<b>Pargo</b>	<b>Pepino de Mar</b>	<b>Boquinete</b>	<b>Negrillo</b>
<i>Ocyurus chrysurus</i>	<i>Lutjanus campechanus</i> y <i>L. griseus</i>	<i>Isostichopus badiotus</i>	<i>Lachnolaimus maximus</i>	<i>Mycteroperca bonaci</i>

### *Comparaciones entre los artes/métodos de pesca*

Las pruebas de ANOVA mostraron que las variables de total de captura (m=31.3 kg; sd=21.0 kg), tiempo de pesca (m=7.8 hr; sd=1.3 hr) y costos (m=740.2 MXN; sd=349 MXN) tuvieron diferencia significativa entre los artes de pesca. La distancia (m=23.3 km; sd=11.4 km) y la profundidad (m=13.4 m; sd=6.55 m) fueron las variables sin diferencias significativas entre viajes (**Tabla 5**).

*Tabla 5. Valor de F con Modelos lineales generalizados en variables de respuesta.*

<b>Variables</b>	<b>Dev. Null</b>	<b>Dev. Res.</b>	<b>F</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Captura total (kg)	122.11	86.67	16.02	<0.001
Tiempo de Pesca (hrs)	8.4738	7.43	5.66	<0.01
Profundidad (m)	89.36	87.59	1.22	>0.05
Distancia (km)	75.6	74.4	0.69	>0.05
Costos (MXN)	62.33	48.2	10.14	<0.001

El arte de pesca que se registró con el mayor número de viajes a lo largo del año fue la línea, seguido del buceo y jimba. La combinación jimba-línea registró el mayor tiempo de pesca, y mayores costos, pero también las capturas más altas. A pesar de tener pocos registros, la apnea mostró ser el arte con mayor beneficio económico, debido al valor económico de las especies capturadas como negrillo, langosta,

boquinete y mero. Después de la apnea la jimba fue el arte con beneficio económico alto, seguido de la combinación jimba-línea y buceo mientras que la línea y la combinación línea-red mostraron valores bajos (**Figura 14**).

La jimba y la combinación jimba-línea obtuvieron valores de promedio similares en tiempo de pesca (8.5 hrs), siendo los artes que mayor tiempo realizan, seguido del buceo (7.6 hrs). La combinación línea-red fue el que ejecutó menos tiempo (**Figura 14a**).

La jimba y la combinación jimba-línea registraron valores de captura promedio similares (~45 kg). El buceo, la apnea y la red obtuvieron valores promedio de captura similares (~30kg), sin embargo la red tiene una desviación estándar elevada. La combinación línea-red obtuvo los valores más bajos (**Figura 14b**). La jimba por sí sola tiene valores altos de captura, y es aquella que captura solamente una especie. Los viajes dirigidos al pulpo realizan dos técnicas: 1) referente al uso exclusivo de jimba y 2) el método de combinación de línea y jimba.

La *profundidad* de las zonas de pesca fue similar independientemente de los artes y métodos, a excepción del caso de la red, con el valor promedio más bajo de 7.2 m. El palangre mostró el promedio más alto con valores de 18.0 m (**Figura 14c**).

La *distancia* de la zona de pesca al puerto base fue similar en todos los casos independientemente del arte y métodos de pesca. El arte con el promedio más alto de distancia fue la jimba con 24.99 km; la apnea tuvo la media más baja de 17.8 km. Los viajes con mayor distancia fueron aquellos donde se usó la Jimba (**Figura 14d**).

La variable de *costos* mostró diferencias significativas entre los artes y métodos de pesca, entre buceo y línea; línea con jimba y; jimba-línea con línea y línea-red. La combinación jimba-Línea tuvo el promedio más alto de 978.02 MXN y la combinación Línea-Red el promedio más bajo de 374.0 MXN (**Figura 14e**).

En términos de *cuasi-renta* (**Figura 14f**), los artes y métodos de apnea, buceo, jimba y la combinación jimba-línea tuvieron los valores de cuasi-renta similares, éstos son los que mayor beneficio económico aportan. Hubo mayores capturas y costos para jimba-línea (**Figura 14b y 14e**), sin embargo, los valores de cuasi-renta son mayores para jimba (**Figura 14f**).

La apnea tuvo los valores más altos de alrededor de \$2,300 por viaje. Los artes y métodos de línea, la combinación línea-red, palangre y red tuvieron valores de cuasi-renta similares. El uso de la línea generó valores por debajo de los \$600 por viaje. No

obstante, los viajes con línea fueron los más frecuentes y de igual manera los que obtuvieron mayor diversidad de especies capturadas.

Los viajes con red tuvieron mayores capturas en volumen que la combinación línea-red, sin embargo hubo mayor diversidad de especies capturadas con la línea-red. Tanto el palangre como el uso de la red generaron valores de cuasi-renta menores a cero, la combinación línea-red es aquella que tuvo los valores más cercanos a línea (Figura 14f).

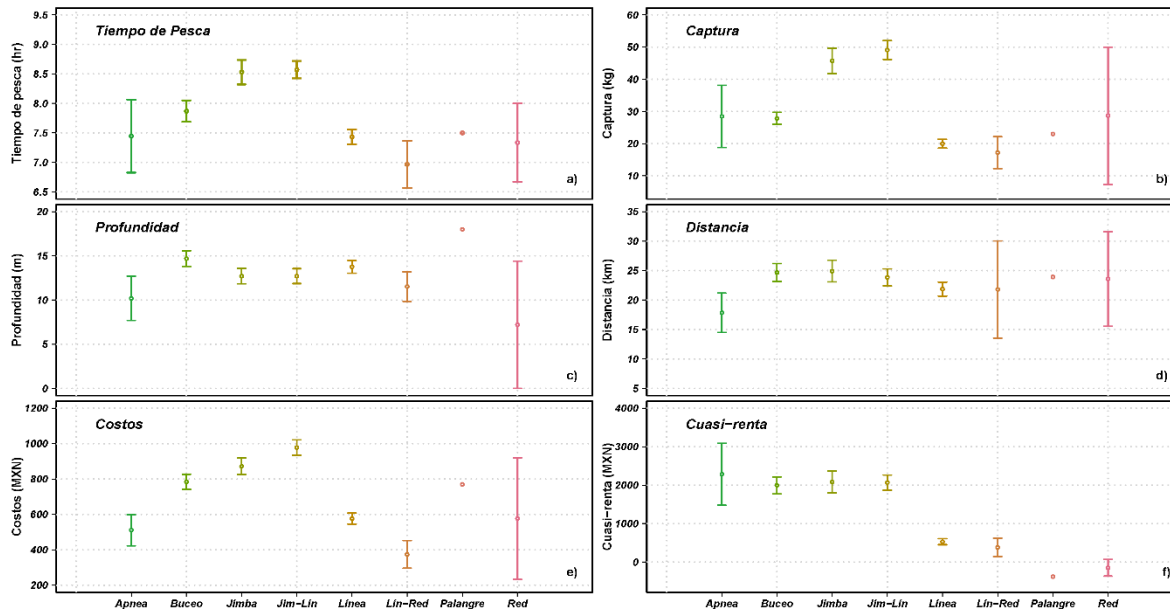
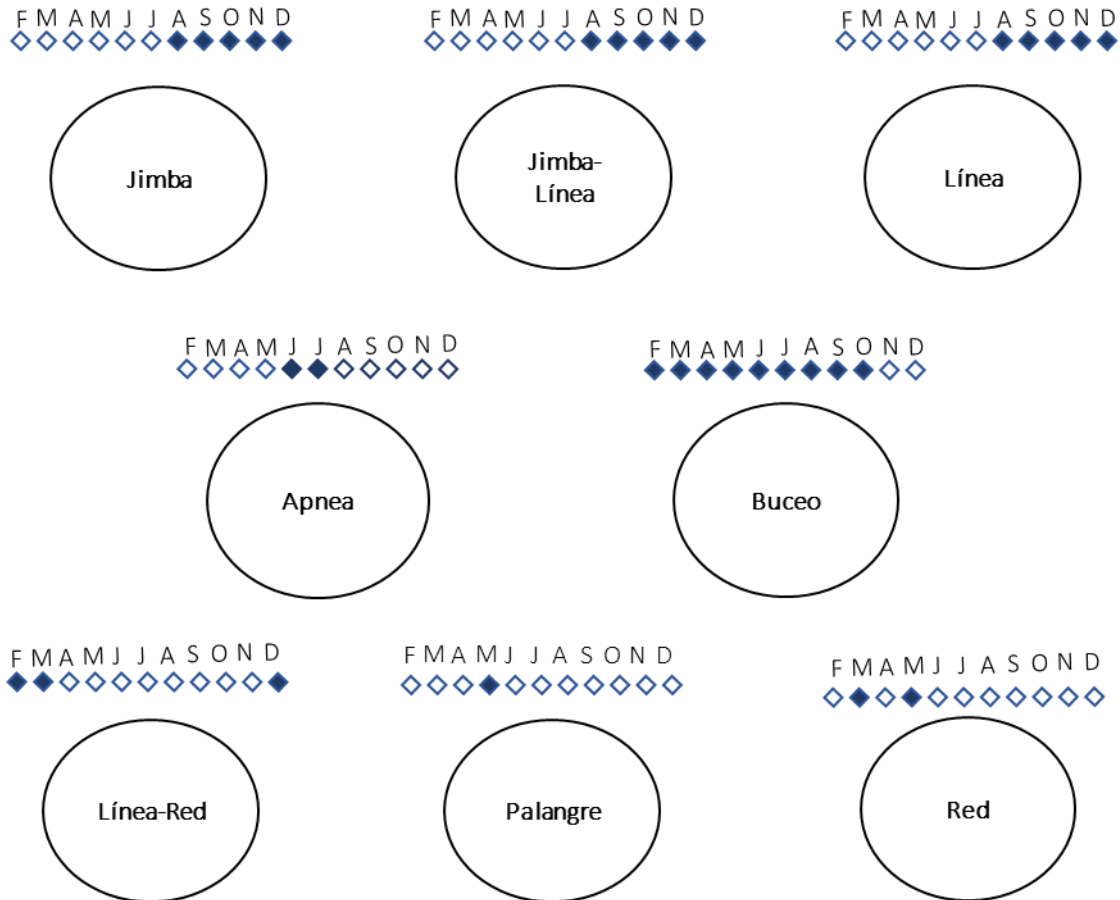


Figura 14. Comparaciones de medias y error estándar de las variables de respuesta horas de tiempo de pesca, profundidad, distancia, captura, costos e ingresos con los artes y métodos de pesca observados en el muestreo.

### Temporalidad de los artes y métodos de Pesca

Los viajes con línea se registraron casi todo el año, a excepción de septiembre y octubre; en cambio, los viajes de jimba independientemente de combinar línea o no, se realizaron en los meses de agosto a diciembre durante la temporada de pesca de pulpo (Figura 15). El buceo con compresor se utiliza casi a lo largo del año (excepción de noviembre y diciembre) con 60 viajes en comparación con 6 viajes de apnea en junio y julio solamente (Figura 15). El buceo es el método que está más asociado a la captura de langosta y negrillo; especies con valores económicos más altos junto con el pulpo. De acuerdo a los resultados, el buceo con compresor se realiza en temporadas de langosta, escama y pulpo mientras que la apnea sólo en temporadas

de langosta. Ello podría indicar que los pescadores consideran esta práctica útil en temporada en la cuál es permitido el uso de compresor.



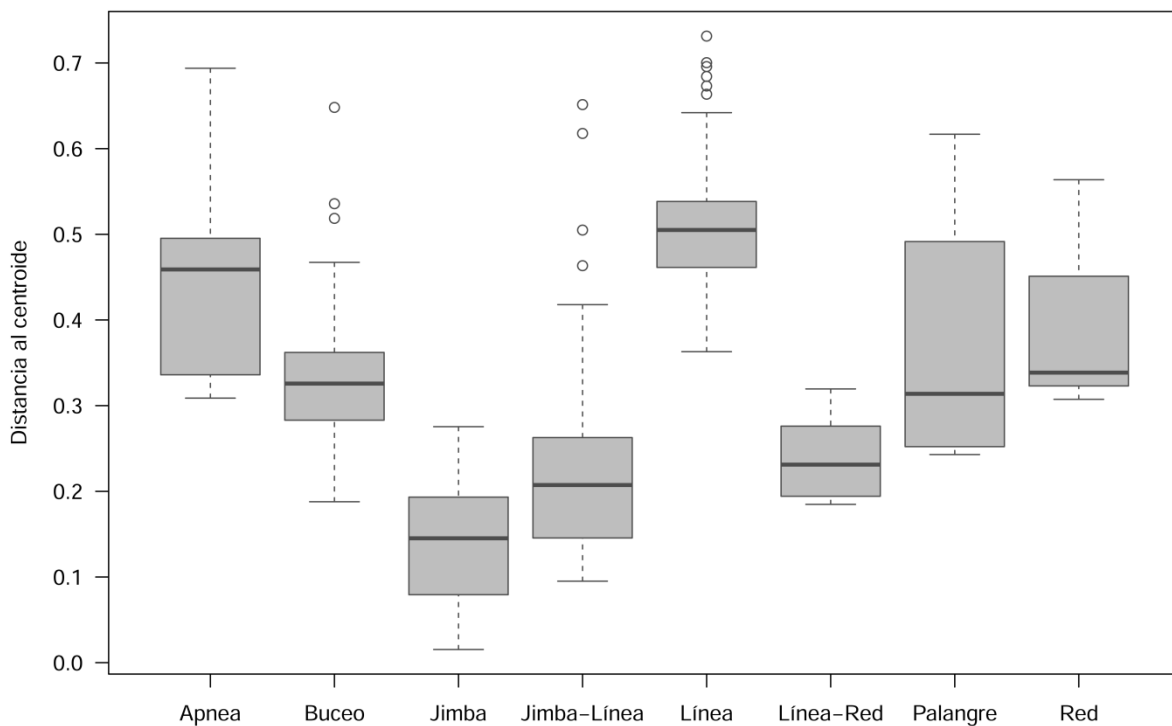
**Figura 15.** Letra inicial de los meses (F-J de 2017 y A-D de 2016). Los símbolos: **◆** representan los meses en que se registró el uso de los artes o la combinación de ellos, mientras que los símbolos: **◇** representan los meses que no se registraron.

La apnea varió en términos de volumen y obtuvo mayor diversidad de especies en comparación con el buceo. La apnea es aquella segunda más diversa en especies después de la línea.

Debido a la escasa información de los viajes realizados con el uso de red, palangre y la combinación línea-red, no se pudo retomar información específica para analizar a mayor profundidad, sin embargo, se notó que estos viajes se llevaron a cabo en épocas de baja o nula disponibilidad de langosta o pulpo. Estos viajes son específicos de escama debido a las especies capturadas.

### Composición de especies

La prueba de dispersiones multivariada (PERMDISP) mostró diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) en la diversidad de especies capturadas por los artes y/o métodos de pesca analizados. De esta manera, al ejecutar la prueba a posteriori de Tukey se determinó qué artes o métodos de pesca fueron diferentes entre sí. La mayor diversidad de especies correspondió a la pesca con línea (**Figura 16**). En seguida, la pesca con apnea, palangre y red presentaron altos valores de distancias al centroide, lo que implica alta diversidad en sus capturas. Sin embargo, estos tres artes de pesca no fueron diferentes significativamente de la pesca con línea.



**Figura 16.** Gráfico de cajas que representa las distancias al centroide por arte de pesca derivadas de la prueba multivariada de dispersiones (PERMDISP).

La menor diversidad de especies capturadas fue en la pesca con jimba y jimba-línea, además, estas técnicas de pesca fueron diferentes estadísticamente (**Tabla 6**). Por su parte, la pesca con buceo presentó mayor diversidad de especies que la pesca con apnea, con línea, jimba y jimba-línea (**Tabla 6**). La línea es un arte de pesca que se utiliza en conjunto con otros artes o métodos, en estos casos la diversidad de especies



capturadas fue menor respecto a cuando se utilizó únicamente la línea (Figura 16; Tabla 6).

*Tabla 6. Prueba múltiple a posteriori de dispersión Multivariada (PERMDISP), promedio de distancias respecto al centroide. Las comparaciones marcadas en gris fueron estadísticamente diferentes.*

	Diferencia	p adj
Buceo – Apnea	-0.114	0.013
Jimba – Apnea	-0.306	0.000
Jimba-Línea – Apnea	-0.220	0.000
Línea – Apnea	0.061	0.536
Línea-Red – Apnea	-0.207	0.001
Palangre – Apnea	-0.076	0.845
Red – Apnea	-0.045	0.995
Jimba – Buceo	-0.192	0.000
Jimba-Línea – Buceo	-0.105	0.000
Línea – Buceo	0.176	0.000
Línea-Red – Buceo	-0.092	0.309
Palangre – Buceo	0.038	0.990
Red – Buceo	0.070	0.877
Jimba-Línea – Jimba	0.086	0.000
Línea – Jimba	0.367	0.000
Línea-Red – Jimba	0.100	0.227
Palangre – Jimba	0.230	0.000
Red – Jimba	0.262	0.000
Línea – Jimba-Línea	0.281	0.000
Línea-Red – Jimba-Línea	0.013	1.000
Palangre – Jimba-Línea	0.144	0.033
Red – Jimba-Línea	0.175	0.017
Línea-Red – Línea	-0.268	0.000
Palangre – Línea	-0.137	0.044
Red – Línea	-0.106	0.432
Palangre – Línea-Red	0.131	0.333
Red – Línea-Red	0.162	0.180
Red – Palangre	0.031	1.000

### *Distribución espacial de la flota artesanal*

Los resultados de la distribución espacial están divididas por arte de pesca de acuerdo a las variables analizadas. Los valores presentados en los mapas corresponden al promedio de cada variable dentro de cada cuadrícula, es decir el valor esperado por cada vez que una cuadrícula sea visitada. Se observó que el número de cuadrantes visitados fue mayor para línea, jimba-línea, jimba y buceo debido a que fueron los artes con mayores viajes registrados en el muestreo. Los viajes con red y línea-red se realizaron en distancias cercanas a la costa. Mientras que los viajes con línea, jimba y la combinación jimba-línea recorren mayores distancias.

Los cuadrantes representan el conjunto de viajes realizados por cada arte y método de pesca, para apnea por ejemplo, se realizaron seis viajes de los cuales tres se registraron en un cuadrante al oriente de Sisal (~10 km), mientras que al norte y oriente (~20-30 km) hay un viaje por cada cuadrante (**Figura 17a**). El máximo número de viajes en un cuadrante para buceo fue de 11 al norte de Sisal (~30-40 km), en algunos cuadrantes al oriente y poniente fueron de hasta cuatro viajes (**Figura 17b**). Para jimba hubo un máximo de viajes en un cuadrante al norte de Sisal (~30 km), de igual manera aproximadamente a los 30 km hubo más de un viaje en cada cuadrante, mientras que a los extremos oriente y poniente hubo entre uno y dos viajes por cuadrante. A los 10 km se muestran cuadrantes con un viaje alrededor de Sisal (**Figura 17c**). Para jimba-línea hubo un máximo de viajes en un cuadrante de nueve viajes al norte de Sisal (~30 km) seguido de siete viajes (~20 km), alrededor de estos cuadrantes, están aquellos con un número aproximado de cuatro viajes, mientras que al extremo poniente y oriente (~50 km) se observan los cuadrantes con un solo viaje (**Figura 17d**). Para la línea se registraron 21 viajes en dos cuadrantes al norte de Sisal (~20 y 30 km respectivamente), alrededor de estos, de 10 km hasta los 40 km se observan los cuadrantes con alrededor de cuatro viajes cada uno, al poniente (~20 km) se observó un cuadrante con ocho viajes, a los extremos oriente y poniente están los cuadrantes que tienen un viaje registrado (**Figura 17e**). Para la combinación línea-red se registraron sólo cinco viajes de los cuales sólo dos se encuentran dentro de un cuadrante al norte de Sisal (~10 km), mientras que los demás tienen un viaje registrado (**Figura 17f**). Tanto palangre como red tienen cuadrantes con un solo viaje (**Figura 17g; Figura 17h**).

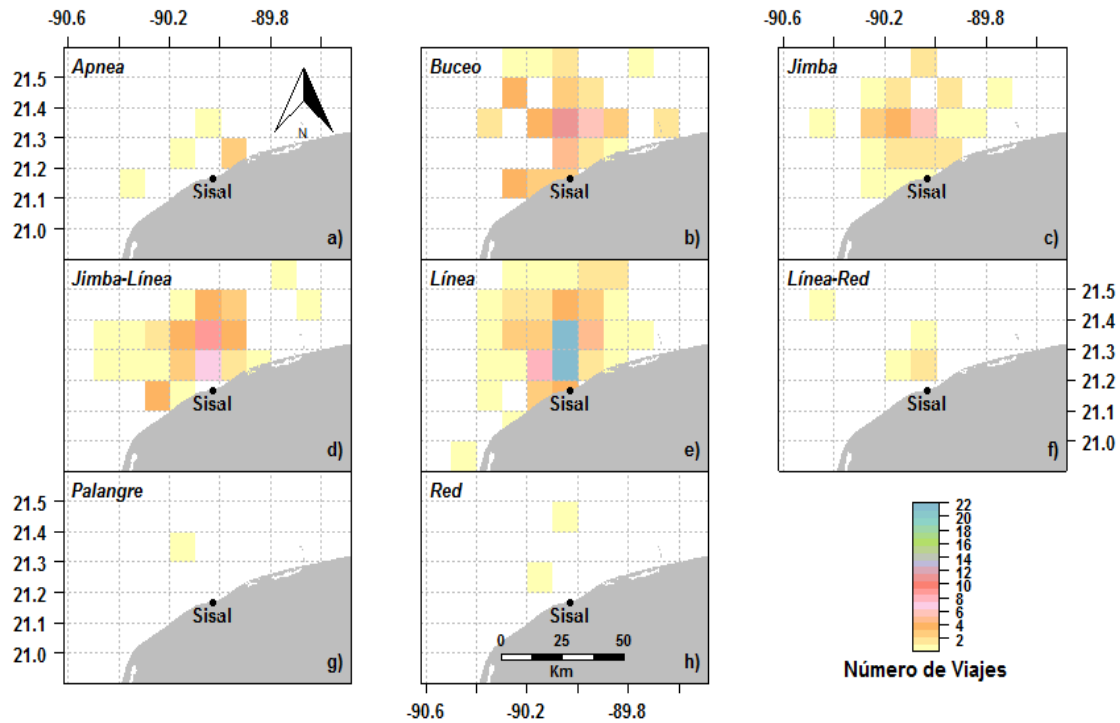


Figura 17. Distribución espacial de los viajes realizados por arte de pesca

En la captura, la apnea (Figura 18a) obtuvo valores máximos de 75 kg al poniente de Sisal (~35 km) mientras que al norte las capturas fueron alrededor de 15 a 30 kg (~15 km); el buceo (Figura 18b) obtuvo valores de aproximadamente 50 kg en promedio zonas al norte de Sisal (~50 km) en comparación con la jimba-línea que obtuvo valores de hasta 80 kg en una zona aledaña a Sisal (~10 km) (Figura 18d). Sin embargo, esos valores también se obtuvieron al norte (~40 km). Los viajes de jimba obtuvieron capturas máximas de 75 a 85 kg en zonas al norte y noroeste de Sisal (~30 km) y capturas mínimas de 15 kg en zonas aledañas (~10 km) y al noreste de Sisal (~35 km) (Figura 18c). Los viajes con línea (Figura 18e) se distribuyen en sitios muy variados, sin embargo, la captura con volúmenes entre 20 a 30 kg predomina, mientras que en pocos sitios se obtuvieron capturas mayores a 60 kg (~40 km). Tanto la combinación línea-red como el palangre obtuvieron valores alrededor de 25 kg al norte (~20 km), la combinación línea-red también obtuvo captura al noroeste (~50 km) (Figuras 18f; 18g). Los viajes de red obtuvieron valores de 50 kg (~10 km) y de 10 kg (~40 km) (Figura 18h).

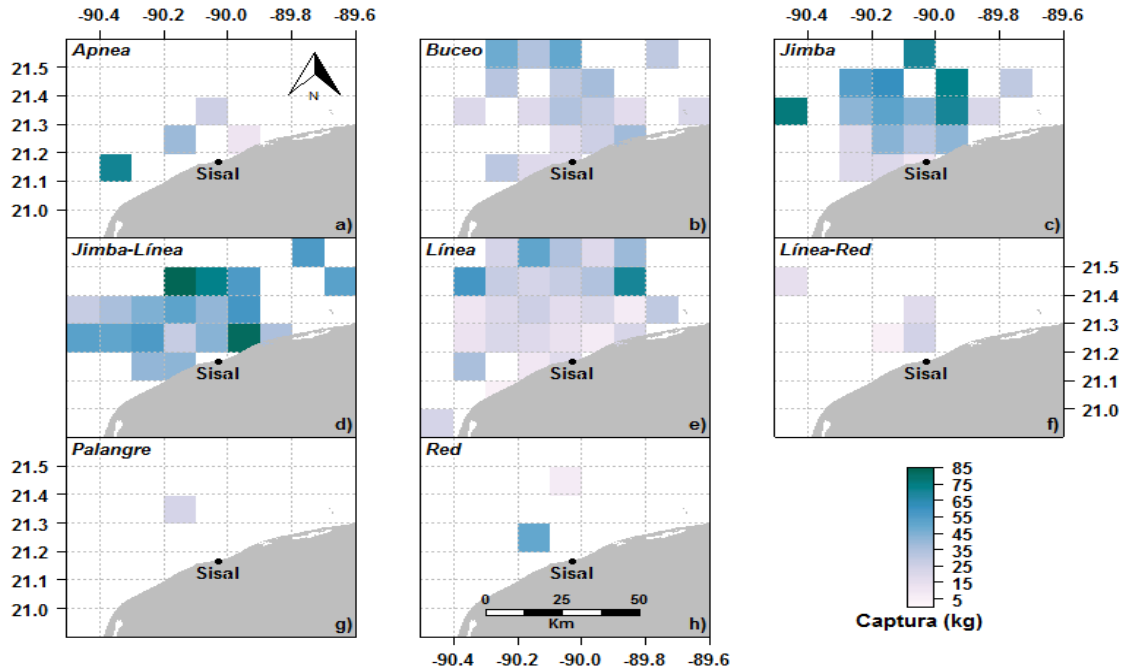


Figura 18. Distribución espacial de la captura (kg) por arte de pesca.

En términos del tiempo de viaje de pesca (Figura 19), un solo viaje de apnea se llevó a cabo durante 9 hrs 50 min (~35 km), mientras que los demás un aproximado de siete horas (~15 km) (Figura 19a). Los viajes realizados con línea duraron en su mayoría siete horas y media independientemente de la cuadrícula visitada (Figura 19e). Los viajes con mayor duración para buceo fueron alrededor de más de siete horas, principalmente al norte de Sisal (~50 km), y algunos pocos al oriente (~10 km) (Figura 19b). La jimba obtuvo viajes con un tiempo máximo de 11 hrs (~30 km) (Figura 19c), mientras que la jimba-línea operó alrededor de Sisal con duración de un tiempo máximo de 10 hrs (~20 km) (Figura 19d). Los viajes de la combinación línea-red, palangre y red tuvieron un tiempo aproximado de siete hrs. (Figura 19f; Figura 19g; Figura 19h)

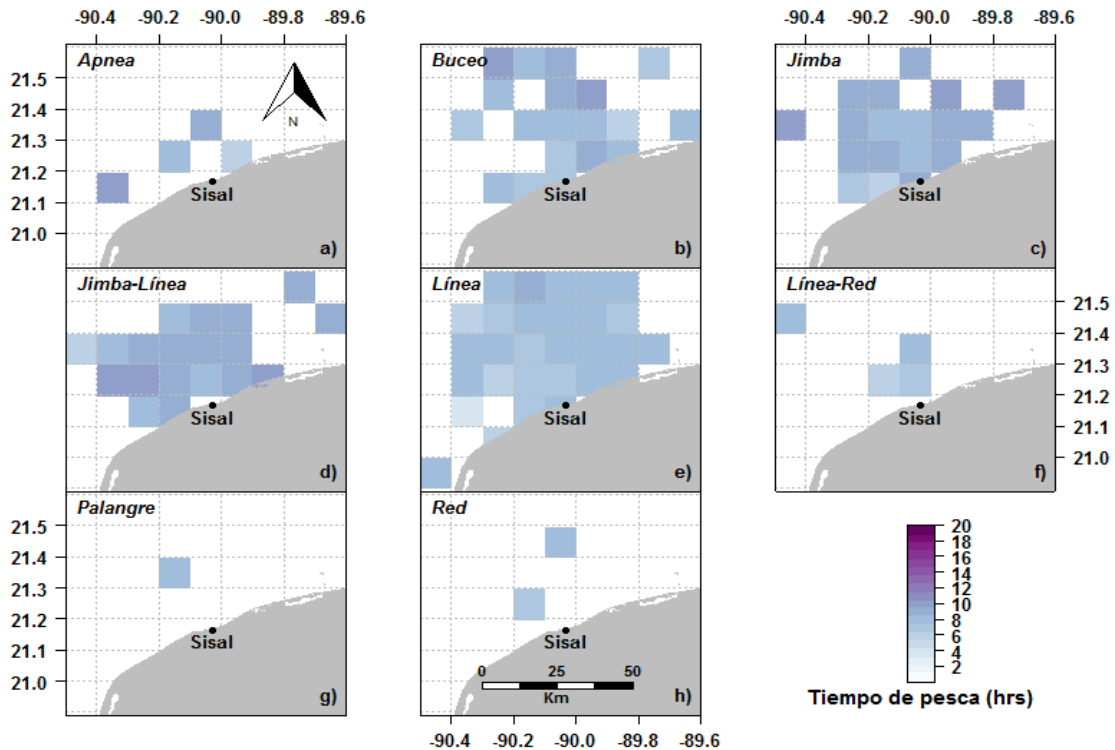


Figura 19. Distribución espacial del tiempo de pesca por arte de pesca.

En la variable de costos, los artes y métodos de buceo, jimba, jimba-línea y línea mostraron valores y distancias heterogéneas. La cuadrícula correspondiente al oriente de Sisal de los viajes de apnea muestra el valor de \$870 aproximadamente, mientras que los viajes al norte presentaron costos entre \$200 y \$500 (Figura 20a). El buceo, mostró costos aproximados de \$1,200 a distancias lejanas (~50 km) (Figura 20b). La jimba mostró costos de \$900 a \$1,200 al oriente (~30 km) y al norte (~50 km) de Sisal (Figura 20c). La combinación línea-jimba mostró costos de \$1,200 a \$1,500 al oriente (~10-30 km) y oeste de Sisal (~30 km) (Figura 20d). Para los viajes de línea se puede observar que a distancias menores (~10 km) los costos fueron menores y éstos fueron aumentando conforme se alejaron más del puerto. Los valores más altos fueron alrededor de \$1,200 a \$1,800 en dos cuadrantes al oriente y al oeste de Sisal (~30-50 km) (Figura 20e). El valor más alto para los viajes de la combinación línea-red fue de \$587 (~55 km), sus valores son heterogéneos a pesar de ser pocos viajes, su valor más bajo fue de \$155 (~15 km) (Figura 20f). Los viajes con palangre tuvieron un costo promedio de \$770 (~20 km) (Figura 20f). Los costos de viaje con red variaron entre \$900 (~30) y \$232 (~10 km).

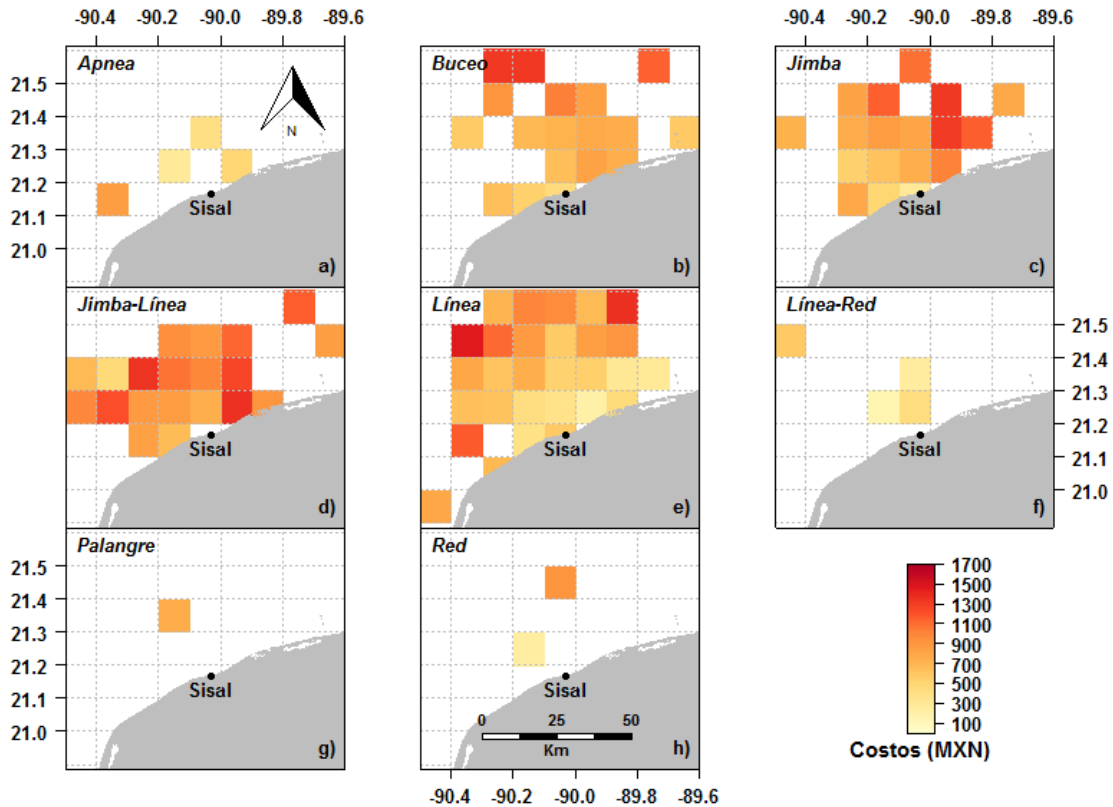


Figura 20. Distribución espacial de los Costos (MXN) por arte de pesca

En la variable de cuasi-renta el cuadrante al oeste de Sisal para los viajes de apnea obtuvo ingresos de \$5,290 (~40 km), seguido de los cuadrantes con valores de \$4,113, \$2,010 y \$765 al norte de Sisal (~25 km) (Figura 21a). La mayoría de los viajes de buceo obtuvo ingresos de alrededor de \$2,073, el valor más alto fue de \$7,007 al noroeste de Sisal (~50 km), el valor más bajo fue de \$746 (~10 km) (Figura 21b). Para los viajes de jimba la mayoría obtuvo valores arriba de los \$1,000, sin embargo, hubo ingresos alrededor de \$450 (~40 km) al norte de Sisal. También se registraron valores negativos de -\$300. No obstante, al norte de Sisal se observan cuadrantes con valores de \$2,000 y al oeste cuadrantes con valores de \$1,000 aproximadamente (Figura 21c). Los viajes de jimba-línea obtuvieron mayormente ingresos arriba de lo \$1,000, al norte de Sisal (~10-40 km). El ingreso más alto fue de \$5,700 al oriente de Sisal (~40 km) seguido de \$5,600 al oeste (~50 km). También se registraron valores negativos de -\$800 (Figura 21d). Los viajes de línea obtuvieron ingresos mayormente de \$700, el ingreso más alto se registró con \$1,700, al oriente de Sisal (~45 km) y el más bajo por arriba de cero de \$208, al norte de Sisal (~20 km) (Figura 21e). El ingreso más alto de línea-red fue de \$666 al norte de Sisal (~10 km), el ingreso más bajo fue de \$195 al norte (~15 km)

(Figura 21f). Los viajes de palangre y red fueron en su mayoría negativos, a excepción de red con un ingreso de \$67 al norte de Sisal (~15 km) (Figura 21g; Figura 21h)

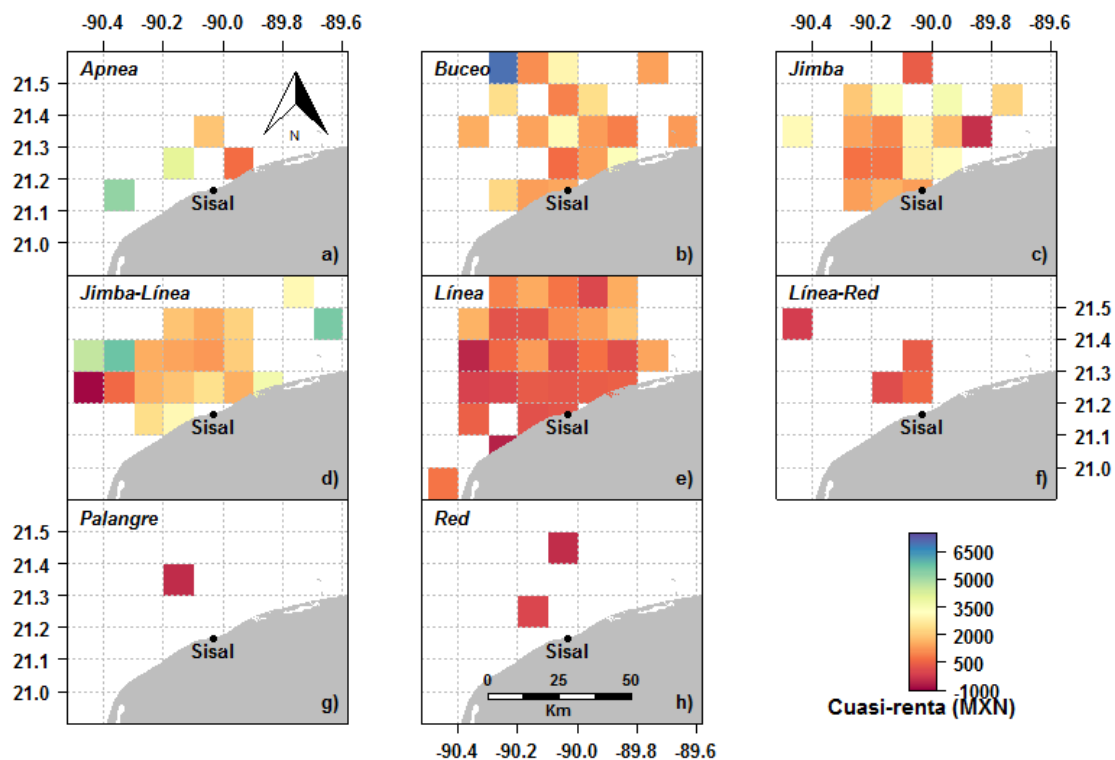


Figura 21. Distribución espacial de la cuasi-renta (MXN) por arte de pesca

## **Discusión**

### *Especies capturadas por la flota artesanal de Sisal*

Los permisos de escama con los que cuentan los pescadores están basados en la captura de mero y especies afines, sin embargo, las especies afines han sido escasamente evaluadas y es posible que se requiera atención sobre ellas para conocer el impacto que se ha generado a sus poblaciones por su captura. Por ejemplo, en este estudio se presentaron altos porcentajes en la composición de especies de rubia, canané y boquinete, especies que cuentan con pocos estudios poblacionales. El boquinete y el mero fueron las especies más frecuentes a lo largo de todo el año mientras que canané y rubia mostraron los valores más altos en captura después de pulpo. En el caso del boquinete, esta especie es considerada dentro de la NOM-065-PESC-2007 para el aprovechamiento de mero y especies afines, sin embargo, Rodríguez-Gil (2009) propuso la autorización de permisos de pesca de fomento y de comercialización debido a la fuerte presencia de esta especie en las capturas de las pesquerías artesanales de Yucatán. De igual manera, Rodríguez-Gil sugiere un cambio administrativo para manejar el recurso de escama a través de permisos por grupo de especies y de ser posible por usuario.

La literatura sobre canané es escasa, pero sobre rubia se conoce que en el Banco de Campeche, los juveniles se presentan en la costa, mientras que los adultos migran a profundidades mayores a los 40 m y distancias de más de 70 km a la costa (Rivera-Arriaga *et al.*, 1993). En Yucatán, el grado de explotación tanto del canané como rubia en los años de 1980-1983 pasó de un estado de extracción excesivo a ser uno de extracción óptimo debido a la disminución en la operación de la flota arrastrera desincorporada en 1984, pues ambas especies se capturaban con el mismo método de pesca (Torres-Lara & Salas-Márquez, 1990). A partir del 2005 ya se tiene registrado el uso de línea para las capturas de estas especies (Salas *et al.*, 2005). La alta presencia de rubia y canané con el uso de diferentes artes de pesca sugiere que se realicen evaluaciones más específicas sobre la distribución espacial del esfuerzo pesquero y la incidencia en especies que cuentan con menos información biológico-pesquera.

La pesquería de mero ha sido punto focal de estudio debido a la disminución de su captura (DOF 2018). Burgos & Defeo (2004) evaluaron la estructura poblacional del mero en Yucatán durante los periodos de 1980-2000 y 1993-2000 de las pesquerías industriales y artesanales respectivamente, observaron que, en las pesquerías industriales, de 1980 a 1988 hubo un incremento en las capturas y luego una continua



disminución a partir de 1998 debido a la fuerte explotación, mientras que las artesanales se mantuvieron; a pesar de ello, determinaron que la estructura poblacional de mero del banco de Campeche no muestra diferencias significativas entre esos años. Mexicano-Cíntora *et al.* (2009) mencionaron la caída del recurso de mero en los periodos de 1994-1999 y 2000-2005 en los puertos de Celestún, Progreso, Río Lagartos, Dzilam de Bravo, San Felipe, Sisal y el Cuyo. Arreguín-Sánchez & Arcos-Huitrón (2011) determinaron que la pesquería de mero está en su máximo aprovechamiento pero con tendencia de sobrepesca junto con las especies asociadas de bonito (*Sarda* sp.). Es posible que en las pesquerías artesanales no se evidencien claramente grandes fluctuaciones año con año; sin embargo, los resultados de este estudio muestran que los pescadores han detectado cambios tanto de abundancia y de talla para el caso del mero principalmente, por lo que se requiere una atención especial en las medidas de regulación y vigilancia de esta especie.

Otra de las especies principales de las pesquerías de Sisal es la langosta, en el mismo estudio de Mexicano-Cíntora *et al.* (2009), observaron que los desembarques de langosta en Sisal disminuyeron cerca del 80% entre los periodos de 1994-1999 y 2000-2005, mientras que en Celestún y Progreso se presentaron incrementos del 100%. En este estudio se registraron bajas capturas de langosta durante su temporada de pesca. Aunado a lo anterior, los pescadores hicieron referencia en las encuestas generales, que este recurso ha cambiado (tanto incrementos como decrementos) en los últimos cinco años tanto en abundancia como en tamaño. De igual manera, llama la atención que los viajes de pesca que se registraron con capturas de langosta, presentaron la captura de peces demersales por lo que, la poca abundancia de la langosta podría explicar la presencia de peces en las capturas con compresor. El uso de compresor para buceo no sólo es específico para la captura de langosta, sino también boquinete y negrillo. El contraste de variables, así como la prueba PERMDISP y la distribución espacial son diferentes para Apnea y Buceo (compresor), que son los métodos de pesca en donde las habilidades del pescador son importantes. Se debe recalcar que, de acuerdo al enfoque de dinámica de flota y el comportamiento del pescador, las habilidades de la tripulación en relación con otras embarcaciones que pescan en el mismo lugar es uno de los aspectos que determina el poder de pesca de acuerdo con Hilborn & Walters (1992). Otra de las similitudes es que los viajes de buceo y apnea están relacionados con la captura de especies de alto valor económico como lo son la langosta, negrillo, boquinete y mero, pero también se requiere para ambas habilidades específicas y la capacidad de enfrentar riesgos que afecten a la salud (p. ej., descompresión; ver Huchim-Lara *et al.*, 2015).

Por otro lado, es importante destacar el aspecto biológico de las diferentes especies, debido a que las características de distribución y abundancia son inherentes de cada especie, lo cual determina la forma en la que los pescadores asignan su esfuerzo de pesca. A manera de ejemplo, se reconoce que el pulpo rojo tiene la característica de ser altamente sensitivo a la temperatura ambiente por lo que sus respuestas fisiológicas, reproductivas y de distribución espacial hacen frente a cambios en la temperatura del agua (Tremblay *et al.*, 2017). La zona de distribución de pulpo rojo es un sitio de transición entre el Caribe y el Golfo de México (Noyola *et al.*, 2013), por lo que los procesos hidrodinámicos son factores esenciales en la importancia biológica y ecológica de la región tropical costera (Enriquez *et al.*, 2013). Debido a características termales, los pulpos pequeños son capturados mayormente en sitios cerca de Campeche, mientras que los grandes son capturados en Yucatán y Quintana Roo (Bravo Calderón, 2017). Por otro lado, la distribución de langosta del Caribe se debe a su largo y complejo ciclo de vida, por lo que depende de más características como hábitat, fondo, turbidez, densidad, altura de los pastos, cantidad y calidad de refugios (; Ramírez, 1996; Ríos *et al.* 1998; Ramos Aguilar, 1992; Osorio Arciniegas, 2005; Lara *et al.*, 2011]

Saldaña *et al.*, (2017) observaron las estrategias adaptativas que realizan los pescadores de la comunidad de San Felipe con respecto a la selección de especies objetivo (pulpo, langosta) y escama dentro y entre diferentes temporadas de pesca. Encontraron que, la probabilidad de que se realicen viajes de langosta como objetivo principal se presenta a inicios de temporada de ésta (julio y agosto) y disminuye con el paso del tiempo; posteriormente, en septiembre, los pescadores redireccionan su esfuerzo pesquero hacia el pulpo, y la escama hacia el final de la temporada (diciembre) cuando la disponibilidad de la langosta disminuye y la temporada de pulpo ha terminado.

Debido a que Sisal se ubica al extremo occidente de la Península de Yucatán, la abundancia de la langosta es menor a lo observado en los puertos ubicados al oriente del estado, por ello, las estrategias adaptativas referentes a las operaciones de pesca de la comunidad pesquera pueden ser diferentes. Aunque en el presente estudio no se evaluó la probabilidad de que realicen ciertos tipos de viajes de pesca, a partir de las entrevistas generales a los pescadores en Sisal, parece que la temporada de langosta no sea esperada como en el oriente del estado, por el contrario, los pescadores de Sisal parecen prepararse para el inicio de la pesca de pulpo. Resultaría interesante ejecutar un estudio similar al de Saldaña *et al.* (2017) en el puerto de Sisal considerando los diferentes artes y métodos de pesca con los que operan los pescadores en este puerto.

Tewfik & Béné (2001) observaron en las pesquerías artesanales de las Islas Británicas Occidentales que su dinámica está gobernada por la existencia de una fuerte relación entre las pesquerías de langosta y caracol, ya que son consideradas sustitutos en un modo asimétrico donde la langosta es el objetivo principal y su disponibilidad o abundancia determina que el caracol sea un objetivo secundario. En este estudio se puede determinar que, al igual que en las Islas Británicas Occidentales también existe un fenómeno que envuelve factores bioeconómicos y sociales con las pesquerías de pulpo en Sisal, debido a que los pescadores responden de manera racional económica, en otras palabras, el mayor esfuerzo pesquero que se observa en la temporada de pulpo puede deberse a una combinación entre su alto valor económico, mayor disponibilidad de la especie así como la menor disponibilidad de otras especies con alto valor como la langosta. Otra respuesta racional se observa cuando se compara entre la combinación Jimba-línea y jimba puesto que las capturas de pulpo son menores con jimba-línea y existe presencia de escama, sin embargo, el valor económico de la escama es más bajo y por ende se generan bajos ingresos a diferencia de la jimba que únicamente captura pulpo por un alto valor económico. A pesar de ello, hubo más viajes de jimba-línea que jimba. Por tanto se puede decir que los pescadores alternan una combinación de captura de especies de alto valor con especies de menor valor, pero mayor volumen.

### *Operaciones de pesca*

La evaluación de las pesquerías artesanales ha sido complicado particularmente por la dificultad de obtener información sobre la dinámica de la actividad en términos sociales, económicos y biológicos, lo cual no es un caso exclusivo de Yucatán. En Grecia, se reconoce la presencia de múltiples pesquerías, pero sobre todo, se reconoce la complejidad que determina su dinámica y su manejo. Tzanatos *et al.* (2005) observaron estrategias adaptativas, donde los pescadores artesanales optan por alternar redes y palangres dependiendo del clima a favor de su uso o de la seguridad de que obtendrán satisfacción de capturar, también se encontraron con pescadores que concentraron su esfuerzos en el uso de un solo arte (red o palangre). Las estrategias adaptativas que se registraron en el presente estudio fueron las combinaciones de línea-jimba y línea-red. Este perfil adaptativo de alternar/combinar los artes maximiza sus capturas e ingresos como lo reporta Tzanatos *et al.*, (2005). En este estudio, se observaron dos técnicas para los viajes dirigidos al pulpo (uso exclusivo de jimba y combinación línea-jimba); se considera que la disponibilidad de

pulpo implica que los pescadores decidan realizar lances de línea o utilizar solamente jimba. Los viajes al tener por objetivo al pulpo, sugieren que la combinación jimba-línea se convierte en una técnica alternativa o estrategia adaptativa que consiste en realizar lances de línea (cordel) durante el periodo de espera en el que el pulpo atrapa la carnada (jaiba o cangrejo okol). Es probable que la aparición de la combinación jimba-línea se presente cuando no hay altas capturas de pulpo, en cambio cuando sí las hay no les da tiempo de realizar lances de línea. De igual manera se observa que aun cuando los viajes con línea no se registraron todo el año, los pescadores refieren que actualmente se utiliza la línea todo el año y se combina con todos los artes que utiliza la flota. Por ejemplo, mientras un pescador captura con el buceo (compresor) o el método de apnea, otro pescador dentro de la embarcación puede realizar lances de línea. Esto sugiere que la línea es un arte de pesca utilizado de manera complementaria.

Los estudios relacionados con la composición de especies han sido varios en la dinámica de la flota y específicos en metodologías. Stergiou *et al.* (1996) realizaron un estudio sobre la composición de especies dependiendo el arte de pesca utilizado (en este caso redes) para determinar la selectividad de dichos artes y el total de especies comerciales y no comerciales en términos de peso y número. Dichos autores observaron que aquellas redes cercanas a la costa, cuyo tamaño de malla es más pequeño, es la menos selectiva, puesto que captura organismos juveniles así como una gran diversidad de especies. En el presente estudio, la presencia de red fue muy escasa, sin embargo, el análisis exploratorio de temporalidad sugiere que este arte se utiliza principalmente en temporada de mero y especies afines, por lo que si bien no se registró con frecuencia en el muestreo, sí existe determinado uso durante el año.

Los esfuerzos dirigidos a realizar las evaluaciones pesqueras después de haber recabado y analizado la información disponible deben de ser considerados dentro del manejo de las pesquerías. En el caso de los *métiers*, a pesar de que se siguen implementando evaluaciones y mejoras para su determinación con el objetivo de recabar información suficiente y amplia, hay algunos casos en donde estas evaluaciones son sumamente específicas para la resolución de conflictos que se presentan en el manejo. Por ejemplo, en el caso del estudio realizado por Castro *et al.* (2011), donde la flota palangrera española que opera en aguas Europeas de otra jurisdicción mantiene medidas de regulación diferentes a las establecidas en dichas aguas; la información recabada a partir de desembarcos y distribución espacial, permitió hacer coincidir el sistema de licencias español con la clasificación de *métiers*, tomando en cuenta la actual categorización de especies y regulaciones. No obstante, en países en desarrollo, la diversidad de pesquerías artesanales hace que las

estrategias de manejo sean más difíciles de implementar (Andrew & Evans, 2011), estos casos particulares de administración de países europeos se diferencia de las pesquerías mixtas en México, así como del contexto en el que se desarrollan.

En México, los conflictos presentes en las pesquerías artesanales están influenciados por múltiples factores directos, algunos de ellos pueden ser detectados a partir de la caracterización general de la actividad en la localidad a través de entrevistas a los usuarios, como 1) el incumplimiento de normas, vigilancia, monitoreo y sanciones; 2) la continua necesidad de apoyos gubernamentales para la obtención de beneficios e incentivos para realizar la actividad; 3) factores culturales que determinan el comportamiento del pescador y la comunidad; 4) importancia sobre los servicios ecológicos basados en el conocimiento biológico y ambiental del pescador para el cuidado del recurso (ligado también a factores culturales); y 5) incentivos económicos que dirigen al pescador a tomar acciones racionales en torno a sus formas de operación.

Beddington *et al.* (2007) reconocieron que el bajo reforzamiento del manejo puede conducir a la pesca ilegal, datos científicos limitados, y un incumplimiento de los objetivos biológicos; las medidas de entrada (el límite de número de embarcaciones o temporadas de veda) son usualmente más fáciles de reforzar que las medidas de salida (como la Captura Total Permisible). Sin embargo, el control mediante medidas de entrada es vulnerable por los cambios en el esfuerzo, por ejemplo, al incremento de poder de pesca a través del mejoramiento de la tecnología en sus embarcaciones (Branch *et al.* 2006; Beddington *et al.* 2007). La implementación de monitoreo y vigilancia ha sido complicado por los costos en los que se incurriría, sin embargo, estas tareas podrían ser respaldadas por las comunidades pesqueras. En el caso de Sisal, la existencia de varias cooperativas favorece la falta de organización conjunta de la comunidad como se mencionó anteriormente ya que cada grupo de pescadores podría tener objetivos diferentes así como su compromiso ante medidas de conservación de los recursos, sería favorable fortalecer la cohesión de los pescadores para lograr un manejo integrado capaz de mantener la sustentabilidad de los recursos a largo plazo.

Si bien los recursos pesqueros son considerados de acceso libre, facilitar los procesos de producción y comercialización mediante la organización de las sociedades, es una manera de ejercer derecho sobre este tipo de recursos (Charles, 2001). Las cooperativas son importantes en el contexto social debido a que se puede obtener asistencia del estado, como apoyo para la obtención de motores, embarcaciones, artes de pesca, créditos y compresores de aire para el buceo, de igual manera para

obtener ciertos permisos, concesiones y/o subsidios (Bennett, 2017). Una manera de organización por parte de las comunidades es mediante el “co-manejo” (administración cooperativa de algún recurso) (Zepeda, 2010). Las cooperativas pertenecientes al estado de Baja California, por ejemplo, es un caso específico sobre el manejo de los recursos de abulón y langosta que han logrado la integración de actores gubernamentales, no gubernamentales y académicos guiada por la comunidad para el mantenimiento y aprovechamiento (Álvarez *et al.*, 2018). Sin embargo, entre las principales debilidades y amenazas para la aplicación del co-manejo se encuentra la falta de experiencia en la conformación de cuerpos colegiados, la resistencia por parte de algunas autoridades para compartir las responsabilidades en el manejo y toma de decisiones, la poca experiencia de la academia en cuanto a enfoque interdisciplinario como el manejo de pesquerías y, el estado no idóneo de la gobernanza pesquera en el país (Zepeda, 2010).

Se ha observado que los pescadores de Yucatán se involucran en la pesca ya sea como miembros de cooperativas o participando en relaciones patrón-empleado con compradores del sector privado. Los resultados en este estudio mostraron que los pescadores son dueños de la embarcación, sin embargo, también están aquellos que no lo son, esto es posible que se deba a dos factores: 1) la presencia de pescadores no locales que participan en la actividad y 2) el fácil acceso a las pesquerías que genera el mismo sistema de cooperativas hacia aquel interesado en pertenecer a la actividad. El trato social entre permisionario o dueño de la embarcación con el pescador hace que éste utilice desde instrumentos de manejo (permisos) hasta equipos para pescar, a cambio de un porcentaje de ganancia para la embarcación (o dueño) y el desembarco de su captura en la cooperativa con la que se tiene trato.

Estos tratos sociales también demuestran que los pescadores generan baja inversión para acceder a las pesquerías (Salas *et al.*, 2007). La relación que establecen los pescadores con las cooperativas o permisionarios es factor clave en la dinámica y comportamiento de la flota. Por ejemplo, las cooperativas o permisionarios les brindan artes de pesca para operar, en este estudio, los pescadores comentaron que, en los viajes con compresor, normalmente el equipo es prestado o rentado por parte de la cooperativa o permisionario, y el pescador por su parte lleva consigo la línea. No obstante, existen desventajas con las relaciones patrón-empleado como el poder limitado de los pescadores para influenciar en la toma de decisiones dentro del sector pesquero (Cinti *et al.*, 2010), ya que sólo los permisionarios son reconocidos por el Estado como intermediarios. También es posible que las asociaciones entre patrón-empleado den paso a que los pescadores fácilmente puedan realizar prácticas ilegales debido a que los patrones aseguran comprar su producto independientemente de la

presencia de regulaciones formales (p. ej. Basurto *et al.*, 2013). Estos aspectos deben ser evaluados con mayor detalle para conocer los tipos de relación que existen entre cooperativas, permisionarios, dueños de lanchas y pescadores con el objetivo de profundizar en el sistema social e influenciar en el manejo pesquero.

Considerando que cada sitio tiene sus propiedades ambientales, sociales y de administración únicas; se requiere investigar, analizar y determinar por parte de los investigadores dichas características para lograr una administración de aprovechamiento responsable y sustentable. Si bien la determinación de las operaciones de pesca dentro del panorama de dinámica de flotas es una pequeña porción que abarca el manejo, es considerablemente útil para llevar a cabo una participación integrada por parte de la comunidad pesquera.

### *Implicaciones en el manejo*

Este estudio confirma que las pesquerías de Sisal capturan un conjunto de especies amplio con múltiples artes de pesca, métodos y combinaciones. En función a la diversidad de especies, los pescadores realizan estrategias de acuerdo a las de ingresos provenientes no sólo de especies objetivo sino cualquier especie que pudiera llegar a ser capturada y compensar por el costo de viaje y generar una renta. Estas estrategias pueden llegar a ser comparadas con el enfoque conocido como 'pesca balanceada' basada en la distribución de una mortalidad moderada, es decir, la captura de toda la variedad posible de especies, en proporción a la productividad natural del ecosistema, de manera que la composición de las especies se mantenga (García *et al.*, 2012). El concepto fue sugerido por un grupo de científicos reunidos por el Grupo de Expertos Pesqueros de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés) en el 2010 y surge a partir de los efectos ecológicos colaterales generados por la pesca y la remoción de organismos particulares de la cadena trófica, lo que estimuló el replanteamiento de los enfoques actuales explorando las implicaciones económicas, políticas y de manejo en la pesca de una manera balanceada (García *et al.*, 2015). Sin embargo, la aplicación del concepto y del enfoque resulta ser muy compleja y requiere mayor investigación (Pauly *et al.*, 2016; Froese *et al.*, 2016). Dentro del marco teórico de la pesca balanceada, pesquerías multi-específicas, como la del presente estudio, pueden ser una forma de pesca balanceada en el sentido de la diversidad de especies que son removidas del ecosistema. Sin embargo, no aplica el enfoque como tal, ya que los pescadores muestran interés por cualquier especie capturada con tal de obtener beneficio económico y no por un manejo apropiado para el cuidado del ecosistema.

En este estudio se pudo observar que la línea es el arte de pesca que está permitido todo el año y para todas las especies presentes en Yucatán, y que la apnea y el buceo también capturan gran diversidad de especies, pero, éstos están regulados por la temporada de veda de langosta. Considerando el uso continuo de la línea y su combinación con otros artes existe la posibilidad de que este arte genere efectos negativos en las funciones del ecosistema marino, por lo que es necesario realizar estudios orientados a cuantificar el impacto de los artes de pesca en el ecosistema

La apnea y el buceo utilizan el arpón (de pistola o liga) para la captura de escama; dentro de la NOM-065-PESC-2007 para el aprovechamiento del mero y especies afines, se tiene conocimiento del uso de esta herramienta, sin embargo, en ningún apartado se prohíbe el uso de arpón y se especifica únicamente el uso de palangre y línea para capturar estas especies, gran parte de la captura de la apnea y el buceo es escama a pesar de ser considerados principalmente en la obtención de langosta.

Es importante reconocer que las funciones de un ecosistema están basadas en las diversas interacciones físico-químicas, climatológicas y poblacionales presentes en un sitio (Monaco & Prouzet, 2015). El manejo pesquero actual, y por ende el marco jurídico, están basado en las evaluaciones de especies objetivo para conocimiento biológico poblacional, artes de pesca y medidas de regulación pertinentes, sin embargo, pasan por alto las posibles implicaciones que lleva la captura de diversas especies cuyo conocimiento es escaso o en su defecto se omite su importancia. Las combinaciones deben ser consideradas debido a que son métodos diferentes que capturan volumen y diversidad de especies distintos.

La combinación jimba-línea por ejemplo, a pesar de ser utilizada en la misma temporada que jimba, tuvo mayores viajes, valores altos de captura y diversidad. De igual manera tanto la apnea como el buceo se consideran métodos para la captura de langosta, sin embargo, el buceo tiene una temporada larga llegando a la temporada de pulpo, por lo que existe más de un arte que captura pulpo. La fuerte demanda comercial del pulpo ha incentivado a los pescadores artesanales a desarrollar estrategias que aseguren sus capturas e ingresos, no obstante, en la NOM-008-SAG-PESC-2015 para el aprovechamiento de pulpo, el único arte autorizado es la jimba y se prohíbe el uso de cualquier arte o método no autorizado. En este sentido, tener conocimiento sobre el uso de diversos artes de pesca para esta especie podría ser considerado en futuras evaluaciones dentro del plan de manejo del pulpo, puesto que podría haber implicaciones en su dinámica poblacional, disponibilidad de recurso, ámbitos socioeconómicos, capturas y en las medidas de manejo actuales.



Por otro lado, parte importante de estas evaluaciones de dinámica de flota es el interés que se tiene sobre las actividades, intereses y necesidades de los pescadores. Los resultados de este estudio demuestran que existe: 1) alta presencia de pescadores no locales, 2) gran variedad de cooperativas en el puerto, 3) alta demanda de los recursos, 4) la necesidad de obtener ingresos, 5) bajo interés en la conservación de los recursos y, 6) falta de vigilancia y monitoreo por parte de la comunidad y autoridades, los cuales deben ser tomados en cuenta en el manejo ante posibles conflictos económicos, sociales y ambientales en la actividad.

Mediante éstas evaluaciones de dinámica de la flota, la información recabada es relevante para contribuir al entendimiento de procesos y estrategias y para apoyar la toma de decisiones para la implementación de medidas de manejo acorde a la necesidad particular de la comunidad pesquera. Partiendo de que una de las características principales de la pesca artesanal es la función de proveer alimento e ingresos de subsistencia a las comunidades, el pescador siempre tendrá incentivos para generar estrategias que le resulten en mayores beneficios económicos o al menos mantener una renta, superando los costos de viaje.

## Conclusiones

1) La flota artesanal de Sisal tiene una dinámica compleja en términos de uso de artes y métodos de pesca, así como la biodiversidad que compone su captura y mínimas diferencias en su distribución espacial. Los pescadores desarrollan diversas estrategias con respecto a la selección de especies a capturar a lo largo de las diferentes temporadas de pesca que se sobreponen en un año, lo cual hace aún más compleja su dinámica.

2) En este estudio, se observó que aquellos pescadores que realizan sus viajes en un promedio de siete horas al día utilizan ciertos artes de pesca o combinaciones, y además se tiene preferencia por ellos de acuerdo a la temporada, especie objetivo, abundancia de la especie y habilidades especiales.

3) El uso de la línea presenta una dinámica compleja, puesto que dependiendo de la temporada de pesca el objetivo del viaje cambia, por lo que se le asigna un uso principal o complementario. Sin embargo, este arte no presentó mayores volúmenes de captura e ingresos respecto a otros artes y métodos. Se considera necesario profundizar en la dinámica del uso de la línea la cual podría generar un impacto en diversas poblaciones de especies si no se conoce su frecuencia de uso o la cantidad y tamaño de los anzuelos que se utilizan.

4) El conocimiento de los pescadores sobre sus recursos en términos ecológicos y sociales (temporadas de veda, sobrexplotación, cambios en abundancia y talla, pesca ilegal) está presente en todo momento; pero no necesariamente se refleja en la conservación de los recursos pesqueros.

5) Los equipos de seguridad son escasos en las embarcaciones y los equipos de navegación y comunicación cubren apenas las necesidades para una situación de riesgo.

6) El método de apnea obtuvo los valores más altos de ingresos, es decir es el método más redituable, sin embargo, requiere de mayores habilidades y no se usa con frecuencia.

7) La combinación jimba-línea presentó los mayores volúmenes de captura e ingresos, puesto que se utiliza en temporada de pulpo y su uso frecuente depende de la abundancia de éste. A inicios de la temporada de pulpo se registraron mayores viajes de jimba-línea y a lo largo de la temporada se fueron registrando más viajes de jimba.

8) En los viajes de línea se observó alta presencia y abundancia de las especies de canané y rubia, no obstante, el estudio preciso del efecto en su estructura poblacional ha sido poco evaluado o casi nulo, por lo que se requiere de las evaluaciones biológicas de estas especies así como la distribución espacio-temporal de sus capturas.

9) Realizar investigación como la que se llevó a cabo en este estudio permitirá entender la complejidad asociada a la dinámica de la pesca artesanal en el puerto de Sisal.

## Consideraciones finales

1) Debido a que existe un amplio número de cooperativas, los intereses en el uso de los recursos pesqueros de estos grupos son heterogéneos, por lo que se sugiere que el manejo favorezca y/o facilite la organización y administración de los pescadores para el cuidado de los recursos y se genere una cohesión cooperativa entre estos.

2) En el enfoque ecosistémico pesquero se pretende evaluar aspectos ecológicos, biológicos y fisico-químicos del ambiente que tengan relación con las especies que actualmente se capturan por la flota artesanal. En este caso, se espera que la información recabada sea de utilidad a los biólogos, ecólogos, químicos, oceanólogos, matemáticos, y demás investigadores de las ciencias naturales, para retomar el enfoque multidisciplinario y evaluar las respuestas del ambiente y las especies, con el fin de que las medidas que en un futuro se planteen para mantener estables estas pesquerías reconozcan la importancia de la dinámica de la flota. Debido al enfoque multidisciplinario, no se debe pasar por alto la importancia del sistema social, por lo que de igual manera, se espera que aquellos cuyo conocimiento está enfocado a las ciencias sociales, como antropólogos, sociólogos y afines, realicen trabajos de manera más directa con la comunidad en conjunto con demás investigadores para llevar a cabo diálogos y acuerdos basados en las necesidades e intereses de la comunidad costera. Esto con el fin de poder generar cohesión de los diversos grupos en la comunidad pesquera para una mejor administración de los recursos.

3) De igual manera, es necesaria la coordinación por parte de la comunidad y autoridades correspondientes para realizar la vigilancia y el monitoreo de los recursos en el momento de desembarque, así como su evaluación de dinámica de población.

# Anexos

## Anexo I. Encuestas Generales

Caracterización de la Pesca Artesanal en la Península de  
Yucatán: Identificando Unidades de Manejo



### Información General: Caracterización Actividad Pesquera

2. Entrevistó		1. Folio		3. Fecha	
4. Entrevistado			5. Localidad		
<b>Sociodemográficos</b>					
6. Edad	7. Sexo	8. Escolaridad	Primaria	Secundaria	Técnica
9. Lugar Nacimiento		10. Tiempo residencia			
11. Estado Civil	Soltero	Casado	Unión-Libre	Viudo	Divorciado
12. No. de Hijos		13. Dep. Económicos			
14. Estatus		Libre	SCPP	Permisionario	Trabaja para permisionario
<b>Actividad en la Pesca</b>					
15. Nombre SCPP/empresa			16. Antigüedad como socio/permisionario/trabajador		
17. Tiempo pescando		18. Edad de inicio		19. Ocupación previa	
20. Aprendizaje de la pesca		Padres	Familiar	Amigo	Otro:
21. Actividad alternativa actual		S	N	¿Cuál(es)?	
<b>Embarcación y artes de pesca</b>					
22. Nombre embarcación			24. Tiene Certificado de matrícula SCT?		S   N   NS
23. Propiedad		SI	NO		25. Tiene Cédula RNPYA?
Factura		Constancia	Comodato	Rentada	26. Esta emplacada?
27. Material		Fibra de Vidrio	Madera	Otro:	28. Eslora m/pies
29. Antigüedad		30. Motor		31. Marca	32. Antigüedad
HP		33. Tipo		2T	34. Tiene CHIP
4T Estac.		35. Equip. de navegación		S	N
36. Comunicación		Compas	GPS	Loran	Otro:
Radio VHF		37. Tripulantes		1	2
Celular		38. Artes de pesca usados		3	4
Otro:		arrastré	cordel	enmalle	jimba
39. Con que regularidad los cambia		nasa	trampa	triangulo	palangre
40. Donde los compra		compresor	41. Permisos pesca		
Escama		Langosta	Mero	Pepino	Pulpo
Camarón		Tiburón	42. Comprador		
Otro:		SCP		Permisionario	Intermediario
43. Pago Inmediato		S	N	44. Si no ¿Cuánto espera?	
días		45. Como reparte el ingreso (partes / %)		Dueño	Embarcación
Pescador 1		Pescador 2		Ayudante	
<b>Costos Variables y Fijos</b>					
46. Inversión en insumos (\$/día)		Alimentos	Gas/Diésel	Aceite	Carnada
Hielo		Materiales		Mantenimiento	
47. Inversión en la actividad (\$)		Embarcación	Motor	Arte/pesca 1	Arte/pesca 2
Permisos		Navegación		Otro	
48. Ha recibido apoyos / subsidios?		S	N	49. Fuente	
50. Tipo de apoyo					
<b>Nivel de conocimiento en medidas de manejo.</b>					

51. Especie/ Período	Mero (F-A) S   N	Langosta(M-J) S   N	Pulpo (D-J) S   N	Pepino de mar S   N	Robalo (M-J) S   N	Camarón S   N
52. Hay problemas de pesca ilegal?	S   N		¿Cuales?			
53. Tienen suficiente vigilancia	S   N		¿Con que Frecuencia?			
<b>Cambios en la pesca.</b>						
54. Cambios en la Abundancia (5 años)	S   N		¿Qué especies?:			
55. Cambios en la Talla (5 años)	S   N		¿Qué especies?:			
<b>Capacitación y Seguridad</b>						
56. Capac. en manejo y uso artes de pesca	S	N	57. Quien lo capacitó?			
58. Capac. en buenas prácticas	S	N	59. Quien lo capacitó?			
60. Equipo de seguridad	Chaleco	Linterna	Bengala	Aro salvavidas	Luz posición nocturna	Otro:

<b>Actitud y percepción ante el riesgo de eventos climáticos y ambientales</b>						
61. Qué factores son un riesgo para Ud.				62. Qué factores son un riesgo para su actividad		
63. Como le afectan						
64. Qué acciones realiza para enfrentarlos						
65. Que acciones realiza la comunidad para enfrentarlos						
66. Quien le proporciona apoyo (antes de)				67. Quien le proporciona apoyo (después de)		
68. Formas de apoyo	dinero	alimentos	Ropa y cobijas	Otro:		
<b>Bienestar</b>						
69. Que necesita Ud. para satisfacer sus necesidades: (1 = menos importante; 6 = más importante)			70. Que necesita su comunidad para satisfacer sus necesidades: (1 = menos importante; 6 = más importante)			
Dinero			Fuentes de trabajo			
Empleo			Servicios de salud			
Salud			Opciones educativas			
Educación			Esparcimiento y deporte			
Opinar en decisiones de la comunidad			Participación de las personas en asuntos comunitarios			
Otro:			Otro:			
71. Cuales considera que son los problemas más importantes en la pesca artesanal en su comunidad?						
72. Sabe Ud. si hay una reserva o área protegida asociada a su zona de pesca:			S   N	¿Cuál?		
73 Recibe Ud. algún tipo de beneficio al estar dentro (cerca) de un área protegida?				S   N	¿Cuál?	
74. Qué beneficios cree Ud. que tienen los recursos al estar dentro (cerca) en una zona protegida?						



Anexo III. Presencia de especies en los meses de Ago-Dic (2016) y feb-jul (2017)

Especie/Mes	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pulpo Gde											
Pulpo Chico											
Mero Gde											
Mero Med											
Boquinete											
Negrillo											
Langosta											
Esmedregal											
P. Mulato											
Cubera											
Escama											
Mojarra											
Rubia Gde											
Rubia Med											
Pargo											
Pargo Med											
Canané Med											
Canané Gde											
Chacchic											
Coronado											
Cojinuda											
Carito											
Picuda											
Minuta											
Tambor											
Gata											
Chatita											
Pepino											
Ojudo											



Anexo IV. Presencia de especies en los artes de pesca

Arte	Apn	Buc	Jim	Jim-Lín	Lín	Lín-Red	Pal	Red
Pulpo Gde		Yellow	Green	Orange	Pink			
Pulpo Chico		Yellow	Green	Orange				
Mero Gde	Blue	Yellow		Orange	Pink		Green	
Mero Med	Blue	Yellow		Orange	Pink	Dark Blue	Green	
Boquinete	Blue	Yellow						Red
Negrillo	Blue	Yellow			Pink	Dark Blue		
Langosta	Blue	Yellow			Pink			
Esmedregal		Yellow			Pink			
P. Mulato	Blue	Yellow			Pink			
Cubera	Blue							
Escama				Orange	Pink			
Mojarra		Yellow		Orange	Pink			
Rubia Gde				Orange	Pink	Dark Blue		
Rubia Med		Yellow			Pink	Dark Blue		
Pargo		Yellow		Orange	Pink			
Pargo Med					Pink			
Canané Med					Pink			
Canané Gde				Orange	Pink			
Chacchic				Orange	Pink	Dark Blue		
Coronado		Yellow			Pink			
Cojinuda					Pink			
Carito					Pink	Dark Blue		
Picuda					Pink			
Minuta					Pink			
Tambor								Red
Gata					Pink			
Chatita							Green	
Pepino	Blue							
Ojudo					Pink			
Abadejo		Yellow						Red

## Referencias

- Allison, E.H., Allison, E.H., and Ellis, F. (2001). The Livelihoods Approach and Management of Small-Scale Fisheries The livelihoods approach and management of small-scale fisheries. *Marine Policy* 25, 377–388.
- Álvarez Pablo; Degado, Claudia; Seingier, G.E.I. (2018). Historial ambiental del comanejo adaptativo en dos regiones pesqueras del noreste mexicano. *Relaciones Estudios de Historia y Sociedad* 39.
- Anderson, M.J. (2006). Distance-based tests for homogeneity of multivariate dispersions. *Biometrics* 62, 245–253.
- Anderson, M.J., Ellingsen, K.E., and McArdle, B.H. (2006). Multivariate dispersion as a measure of beta diversity. *Ecology Letters* 9, 683–693.
- Anderson, M.J., Crist, T.O., Chase, J.M., Vellend, M., Inouye, B.D., Freestone, A.L., Sanders, N.J., Cornell, H.V., Comita, L.S., Davies, K.F., *et al.* (2011). Navigating the multiple meanings of  $\beta$  diversity: a roadmap for the practicing ecologist: Roadmap for beta diversity. *Ecology Letters* 14, 19–28.
- Andrew, Neil; Evans, L. (2011). Approaches and Frameworks for Management and Research in Small-Scale Fisheries. In *Small-Scale Fisheries Management - Frameworks and Approaches for the Developing World*, p. 260.
- Arceo, Patricia; Arce, Minerva; Briones, Patricia; Lozano, Enrique; Salas, Silvia; Seijo, Juan Carlos; Sosa Cordero, E. (1997). La pesquería de langosta *Panulirus argus* en el Golfo de México y mar Caribe mexicano. *Recursos Pesquero Críticos Del Golfo de México*, Universidad Autónoma de Campeche, EPOMEX Serie Científica 7, 496.
- Arreguín-Sánchez, F., and Arcos-Huitrón, E. (2011). La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica* 21, 431–462.
- Basurto, X., Bennett, A., Weaver, A.H., and Dyck, S.R. (2013). Ecology and Society: Cooperative and Noncooperative Strategies for Small-scale Fisheries' Self-governance in the Globalization Era: Implications for Conservation. 18.
- Basurto, X., Virdin, J., Smith, H., and Juskus, R. (2017). Strengthening governance of small-scale fisheries: An initial assessment of the theory and practice.
- Beddington, J.R.; Agnew, D.J.; Clark, C.W. (2007). Current problems in the management of marine fisheries. *Science* 316, 1713.

- Béné, C. (2006). Small-Scale Fisheries : Assessing Their Contribution To Rural. FAO Fisheries Circular No. 1008 *1008*, 57.
- Bennett, A. (2017). The influence of neoliberalization on the success and failure of fishing cooperatives in contemporary small-scale fishing communities: A case study from Yucatán, Mexico. *Marine Policy* *80*, 96–106.
- Blancas-García, J.R., López-Rocha, J.A., and Castilla-Ventura, M.A. (2011). Análisis de la Pesquería del Pulpo Rojo (*Octopus maya*) Frente a la Costa de Sisal , Yucatán. Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute 501–507.
- Branch, T.A., Hilborn, R., Haynie, A.C., Fay, G., Flynn, L., Griffiths, J., Marshall, K.N., Randall, J.K., Scheuerell, J.M., Ward, E.J., *et al.* (2006). Fleet dynamics and fishermen behavior: lessons for fisheries managers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* *63*, 1647–1668.
- Bravo Calderón, A. (2017). Evaluación de las capturas del Pulpo Rojo *Octopus maya* (Voss y Solís, 1966) mediante Indicadores de Sustentabilidad Basados en Tallas. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Browman, H.I., Cury, P.M., Hilborn, R., Jennings, S., Lotze, H.K., Mace, P.M., Murawski, S., Pauly, D., Sissenwine, M., and Zeller, D. (2004). Perspectives on ecosystem-based approaches to the management of marine resources. *Marine Ecology Progress Series* *274*, 269–303.
- Burgos, R., and Defeo, O. (2004). Long-term population structure, mortality and modeling of a tropical multi-fleet fishery: The red grouper *Epinephelus morio* of the Campeche Bank, Gulf of Mexico. *Fisheries Research* *66*, 325–335.
- Campos, A., Fonseca, P., Fonseca, T., and Parente, J. (2007). Definition of fleet components in the Portuguese bottom trawl fishery. *Fisheries Research* *83*, 185–191.
- Castro, J., Marín, M., Pierce, G.J., and Punzón, A. (2011). Identification of métiers of the Spanish set-longline fleet operating in non-Spanish European waters. *Fisheries Research* *107*, 100–111.
- Cayuela, L. (2009). Modelos lineales generalizados (GLM). Tutorial R 1–31.
- Charles, A. (2001). *Sustainable Fishery Systems* (Blackwell).
- Cinti, A., Shaw, W., Cudney-Bueno, R., and Rojo, M. (2010). The unintended consequences of formal fisheries policies: Social disparities and resource overuse in a major fishing community in the Gulf of California, Mexico. *Marine Policy* *34*, 328–339.

- Cissé, A.A., Blanchard, F., and Guyader, O. (2014). Sustainability of tropical small-scale fisheries: Integrated assessment in French Guiana. *Marine Policy* 44, 397–405.
- CONAPESCA (2013). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca (SAGARPA).
- Deporte, N., Ulrich, C., and Bastardie, F. (2012). Statistical Methods Using a Workflow Applied To International. *ICES Journal of Marine Science* 69, 331–342.
- DOF (2009). Ley General de Sociedades Cooperativas.
- DOF (2018). Carta Nacional Pesquera (Estados Unidos Mexicanos: SAGARPA).
- Duarte, R., Azevedo, M., and Afonso-Dias, M. (2009). Segmentation and fishery characteristics of the mixed-species multi-gear Portuguese fleet. *ICES Journal of Marine Science* 66, 594–606.
- Enriquez, C., Mariño-Tapia, I., Jeronimo, G., and Capurro-Filograsso, L. (2013). Thermohaline processes in a tropical coastal zone. *Continental Shelf Research* 69, 101–109.
- Eriksson, H., Adhuri, D.S., Adrianto, L., Andrew, N.L., Apriliani, T., Daw, T., Evans, L., Garces, L., Kamanyi, E., Mwaipopo, R., *et al.* (2016). An ecosystem approach to small-scale fisheries through participatory diagnosis in four tropical countries. *Global Environmental Change* 36, 56–66.
- FAO (1997). Fisheries Management. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries 82.
- FAO (2014). Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza. (Roma: FAO).
- FAO (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016.
- Faraway, J.J. (2006). *Extending the Linear Model with R: Generalized Linear, Mixed Effects and Nonparametric Regression Models* (New York: Taylor & Francis).
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2010). La Ordenación Pesquera. El enfoque ecosistémico de la pesca. Dimensiones humanas del enfoque ecosistémico de la pesca.
- Fraga, J. (2004). Los habitantes de la zona costera de Yucatán: entre la tradición y la modernidad. In *El Manejo Costero En México*, F. Rivera Arriaga, Evelia; Villalobos Zapata, Guillermo; Azuz Adeath, Isaac; Rosado May, ed. p. 654.

- Froese, R., Walters, C., Pauly, D., Winker, H., Weyl, O.L.F., Demirel, N., Tsikliras, A.C., and Holt, S.J. (2016). A critique of the balanced harvesting approach to fishing. *ICES Journal of Marine Science* 73, 1640–1650.
- Garcia, S., Kolding, J., Rice, J., Rochet, M., and Zhou, S. (2012). Reconsidering the Consequences of Selective Fisheries. *Science* 335, 1045–1048.
- Garcia, S.M., Bianchi, G., Charles, A., Kolding, J., Rice, J., Rochet, M.-J., Zhou, S., Delius, G., Reid, D., Zwieten, V., *et al.* (2015). Balanced harvest in the real world. Scientific, policy and operational issues in an ecosystem approach to fisheries. Report of an International Scientific Workshop of the IUCN Fisheries Expert Group (IUCN/CEM/FEG) Organized in Close Cooperation with the Food and Agriculture Organization, Rome. 94pp.
- García, Serge; Rice, Jake; Charles, A. (2014). *Governance of Marine Fisheries and Biodiversity Conservation* (Wiley-Blackwell).
- Giménez-Hurtado, E., and Lluch-Cota, S. (2005). Análisis de la pesca del mero *Epinephelus morio* (Serranidae: Pisces, Valenciennes 1928) en el Banco de Campeche. Uso, Manejo y Preservación de Los Recursos Naturales (Orientación En Pesquerías) *Ph.D.*, 93.
- Gimenez-Hurtado, Enrique; Coyula-Pérez-Puelles, Raúl; Lluch-Cota, Salvador E.; González-Yañez, Abel A.; Moreno-García, Víctor; Burgos-de-la-Rosa, R. (2005). Historical biomass , fishing mortality , and recruitment trends of the Campeche Bank red grouper ( *Epinephelus morio* ). 71, 267–277.
- Hilborn, R. (1985). Fleet Dynamics and Individual Variation: Why Some People Catch More Fish than Others. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 42, 2–13.
- Hilborn, R. (2007). Managing sheries is managing people: what has been learned? *Fish and Fisheries* 8, 285–296.
- Hilborn, Ray; Walters, C.J.. (1992). *Quantitative Fisheries Stoch Assessment. Choice, Dynamics and Uncertainty* (Routledge, Chapman & Hall Inc.).
- Huchim-Lara, O., Salas, S., Chin, W., Montero, J., and Fraga, J. (2015). Diving behavior and fishing performance: the case of lobster artisanal fishermen of the Yucatan coast, Mexico. 42, 12.
- INAPESCA (2006). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evalaución y Manejo.*

- INAPESCA (2014). Plan de Manejo Pesquero de Mero (*Epinephelus morio*) y especies asociadas en la Península de Yucatán. D.O.F.
- Jacquet, J., and Pauly, D. (2008). Funding priorities: Big barriers to small-scale fisheries. *Conservation Biology* 22, 832–835.
- Laloë, Francis; Samba, A. (1991). A simulation model of artisanal fisheries of Senegal. *ICES Mar Sci Symp* 193, 281–286.
- Lara, G.V.R., Moguel, C.E.Z., Molina, I.S., Irene, J., Ayora, P., González, R.M., Méndez, J.C.E., and Mendoza, R.M. (2011). Caracterización del Hábitat de Juveniles de Langosta *Panulirus argus* en la Costa Central (Dzilam de Bravo) del Estado de Yucatán, México. 9.
- Link, J.J.S. (2002). What does ecosystem-based fisheries management mean? *Fisheries (Bethesda)* 27, 18–21.
- Lotze, Heike K. (2004). Repetitive history of resource depletion and mismanagement: the need for a shift in perspective. *Mar Ecol Prog Ser* 274, 282–285.
- Mexicano-Cíntora, G; Liceaga-Correa, MA; Salas S. (2009). USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN PESQUERÍAS : LA PESCA EN YUCATÁN , AL SUR DEL GOLFO DE MÉXICO Use of geographic information systems in fisheries : the fishery in Yucatan , Southern Gulf of Mexico. *Universidad y Ciencia* 25, 23–38.
- Monaco, André; Prouzet, Patrick (2015). *Marine Ecosystems: Diversity and Functions* (ISTE & Wiley).
- Paré & Fraga, L., Julia (1994). *La costa de Yucatán: Desarrollo y vulnerabilidad ambiental (México)*.
- Pauly, D., Froese, R., and Holt, S.J. (2016). Balanced harvesting: The institutional incompatibilities. *Marine Policy* 69, 121–123.
- Pech, N., Samba, A., Drapeau, L., Sabatier, R., and Laloë, F. (2001). Fitting a model of flexible multifleet-multispecies fisheries to Senegalese artisanal fishery data. *Aquatic Living Resources* 14, 81–98.
- Pech, Rafael Ortiz; Albornoz-Mendoza, L. (2000). La industria maquiladora como sostén de las comunidades rurales de Yucatán. *Comercio Exterior* 448–452.

- Pelletier, D., and Ferraris, J. (2000). A multivariate approach for defining fishing tactics from commercial catch and effort data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57, 51–65.
- Pikitch, Ellen K.; Santora, C; Babcock, E. A.; Bakun, A.; Bonfil, R.; Conover, D.O.; Dayton, P.; Doukakis, P; Fluharty, D.; Heneman, B.; Houde, E.D.; Link, J.; Livingston, P.A.; Mangel, M.; McAllister, M.K.; Pope, J.; Sainsbury, K.J.. (2004). *Ecosystem-Based Fishery Management*. *Science* 1053, 2004.
- Pope, J. (2009). Input and Output Controls: The Practice of Fishing Effort and Catch Management in Responsible Fisheries. In *A Fishery Manager's Guidebook*, M.S. Cochrane, L., Kevern; Garcia, ed. (Wiley-Blackwell, The Food and Agriculture Organization of the United Nations &), pp. 220–252.
- Ramírez, E. A. (1996). Reproducción de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en la costa Noreste de Quintana Roo. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramos Aguilar, M. E. (1992). Aspectos de los patrones de movimiento (regreso al refugio y ambito hogareño) de la alngosta *Panulirus argus* de la ascención Quintana Roo, México. Pto. Morelos, Quintana Roo. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rice, J.; Mace, P.. (2014). Bio-ecological dimensions of fisheries management, biodiversity and governance. In *Governance of Marine Fisheries and Biodiversity Conservation: Interaction and Co-Evolution*, A. García, Serge M; Rice, Jake; Charles, ed. (Wiley & Sons), pp. 253–270.
- Rivera-Arriaga, E., Lara-Domínguez, A., Ramos-Miranda, J., Sánchez-Gil, P., & Yañez-Arancibia, A. (1993). Ecology and Population Dynamics of *Lutjanus synagris* on Campeche Bank. *ICLARM & EPOMEX* 11–18.
- Rodriguez-Gil, L.A. (2009). La pesca de fomento del boquinete *Lachnolaimus maximus* en la costa del Estado de Yucatán, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 61, 218–229.
- Sadovy de Mitcheson, Y. (2009). Biology and Ecology Considerations for the Fishery Manager. In *A Fishery Manager's Guidebook*, S.M. Cochrane, Kevern L.; García, ed. (Wiley-Blackwell), pp. 21–51.
- Salas, S., Mexicano-Cítnora, G., and Cabrera, M.A. (2005). ¿Hacia donde van las pesquerías en Yucatán?

- Salas, S., Chuenpagdee, R., Seijo, J.C., and Charles, A. (2007). Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fisheries Research* 87, 5–16.
- Salas, S., Cabrera, M.A., Palomo, L., and Torres-irineo, E. (2008). Uso de Indicadores para Evaluar Medidas de Regulación en la Pesquería del Pulpo en Yucatán dada la Interacción de Flotas. *Proc Gulf Carib Fish Inst* 61, 111–121.
- Saldaña, A., Salas, S., Arce-Ibarra, A.M., and Torres-Irineo, E. (2017). Fishing operations and adaptive strategies of small-scale fishers: insights for fisheries management in data-poor situations. *Fisheries Management and Ecology* 24, 19–32.
- Seijo, J.C., Defeo, O., Salas, Silvia; Cabrera, M.A., Leonce, C., Acu, E., Gonz, J., Arce, M., and Balart, E. (1997). *Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo* (Rome, Italy: FAO).
- Stergiou, K.I., Petrakis, G., and Politou, C.-Y. (1996). Small-scale fisheries in the South Euboikos Gulf (Greece): species composition and gear competition. *Fisheries Research* 26, 325–336.
- Tewfik, A., and Christophe, B. (2001). Fishing Effort Allocation and Fishermen ' s Decision Making Process in a Multi-Species Small-Scale Fishery : Analysis of the Conch and Lobster Fishery in Turks and Caicos Islands ' e. 29, 157–186.
- Tremblay, Nelly; Mascaró, Maite; Díaz, Fernando; Caamal-Monsreal, Claudia; Sánchez, Adolfo; Pascual, Cristina; Rosas, Carlos (2017). *SENSIBILIDAD A LAS OSCILACIONES TÉRMICAS DE LAS ESPECIES DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y PESQUERA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN ANTE ESCENARIOS DE CALENTAMIENTO GLOBAL* (Sisal, Yucatán: Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera).
- Tzanatos, E., Dimitriou, E., Katselis, G., Georgiadis, M., and Koutsikopoulos, C. (2005). Composition, temporal dynamics and regional characteristics of small-scale fisheries in Greece. *Fisheries Research* 73, 147–158.
- Ulrich, C., and Andersen, B.S. (2004). Dynamics of fisheries, and the flexibility of vessel activity in Denmark between 1989 and 2001. *ICES Journal of Marine Science* 61, 308–322.
- Ulrich, C., Gascuel, D., Dunn, M.R., Le Gallic, B., and Dintheer, C. (2001). Estimation of technical interactions due to the competition for resource in a mixed-species fishery, and the typology of fleets and métiers in the English Channel. *Aquatic Living Resources* 14, 267–281.



Ulrich, C., Wilson, D.C.K., Nielsen, J.R., Bastardie, F., Reeves, S.A., Andersen, B.S., and Eigaard, O.R. (2012). Challenges and opportunities for fleet- and métier-based approaches for fisheries management under the European Common Fishery Policy. *Ocean and Coastal Management* 70, 38–47.

Von Bertalanfy, L.V. (1968). *Teoría General de los Sistemas*.

Zepeda, J.A. (2010). *Comanejo pesquero en México: Fortalezas y debilidades del concepto*.

Zuur, Alain F.; Ieno, Elena N.; Walker, Neil J.; Saveliev, Anatoly A.; Smith, G.M.. (2009). *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R* (Springer).