



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE CIENCIAS

ANÁLISIS DE LA PESCA ILEGAL DE PEPINO DE  
MAR EN YUCATÁN, MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN MANEJO SUSTENTABLE DE LAS ZONAS  
COSTERAS

PRESENTA:

MARCOS GRANADOS FLORES

DIRECTORES DE TESIS:

DR. JORGE ALBERTO LÓPEZ ROCHA  
DRA. MA. DEL CARMEN PEDROZA GUTIÉRREZ



Sisal, Yucatán, 2022



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.

*Un juicio moral, por mucho que podamos estar de  
acuerdo con él, no puede sustituir el estudio  
adecuado de las causas.*

*- Robert McIver, 1949.*

*Durante la primera década del siglo XXI la situación se complica aún más y debemos sumar a los factores ya mencionados el de la presión social para mantener en las mejores condiciones posibles el llamado “medio ambiente”.*

*¿Cuál es el aporte de los pescadores artesanales a este requerimiento políticamente correcto? ¿Tienen algo que enseñarnos sobre el medio ambiente que nadie más nos puede enseñar? ¿Estamos dispuestos a escucharlos?...*

*- Graciela Alcalá, 2001.*

# Hoja de datos del jurado

---

1. Datos del alumno  
Granados  
Flores  
Marcos  
mg95@ciencias.unam.mx  
Universidad Nacional Autónoma de  
México  
Facultad de Ciencias  
Manejo Sustentable de las Zonas  
Costeras  
31110927-4

---

2. Datos del tutor 1  
Dr.  
Jorge Alberto  
López  
Rocha

---

3. Datos del tutor 2  
Dra.  
Ma. del Carmen  
Pedroza  
Gutiérrez

---

4. Datos del sinodal 1  
Dra.  
Laura Elena  
Vidal  
Hernández

---

5. Datos del sinodal 2  
Dr.  
Daniel Ramiro  
Quijano  
Quiñones

---

6. Datos del sinodal 3  
Dr.  
Edgar  
Torres  
Irineo

---

7. Datos del trabajo escrito  
Estimación de la pesca ilegal de  
pepino de mar en Yucatán, México  
80pp  
2022

# Agradecimientos

*A mis muy estimados directores de tesis, de quienes su paciencia, apoyo profesional y personal fue un pilar fundamental cuando estuve a punto de rendirme.*

*A Óscar y Macmi, quienes han hecho esfuerzos sobrehumanos para que pueda cumplir mis metas.*

*A los Dres. Daniel Quijano, Laura Vidal y Edgar Torres, cuyas observaciones a este trabajo como miembros de jurado fueron de gran importancia.*

*A mi hermana Anita, por aguantar mi prolongada ausencia.*

*A mi hermana Arlette, por su apoyo incondicional.*

*A mi abuelita, por darme esperanzas y aliento sobre el futuro. Por sus sabios consejos y apoyarme en partir a Yucatán en busca del sueño marino.*

*A Gene, por acompañarme y por su apoyo cuando la carrera se puso dura. Por su ánimo y su pasión por el saber que me ha inspirado tanto.*

*A todos mis tíos que en algún momento me ayudaron para que esté en donde estoy ahora.*

*A mis amigos sisaleños, Misha y Meli, gracias por abrirme las puertas de su casa cuando llegué por primera vez a tierra caliza. A Martín, Viri y Xurxo por recibirme en la casa más divertida de todo Sisal. A Fersita por darme al mejor amigo que alguien puede tener.*

*A mis amigos Merideños, Vane, por su invaluable amistad y apoyo cuando más lo he necesitado, a Arturo por ser fuente de inspiración. A Alex por los discursos filosóficos, por ser compañero de lo imposible. A Linda por tantos momentos de diversión y fiesta. A Jarvis por tantas risas y por su amistad.*

*A Montserrat Rendón, Charly, Julio, Carolina e Isis por el enorme apoyo brindado durante los muestreos en Celestún y Dzilam de Bravo.*

*A todos y cada uno de mis profesores de licenciatura, en especial a la Dra. Maite y al Dr. Edgar por despertar en mí la curiosidad por la estadística y la programación. A la Dra. Laura por sus clases y hacerme ver la complejidad de los temas costeros y, sobre todo, pesqueros. Al Mtro. Cisneros por los primeros cursos de matemáticas que, hasta*

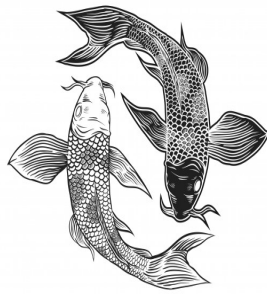
## Agradecimientos

*ahora, puedo ver la vital importancia de estos y que me han servido tanto. Al Dr. Treviño por despertar en mí el amor por la física y por ayudarme a entenderla. Al Dr. José López por su regaño que me dio fuerzas para seguir adelante. Por último, a los Dres. Ismael, Alejandro y Maximino Aldana por darme la oportunidad de cursar su materia en este limbo de pasante en el que me encuentro.*

*A la Universidad que me abrió sus puertas hace 11 años y que me ha enseñado tanto.*

*A los proyectos UNAM PAPIIT “Retos para la gobernanza en la cadena de valor de la pesca marina y continental en México (IN301719)” y “Bases para la restauración de la población de pepino de mar *Isostichopus badionotus* en la plataforma continental norte de la península de Yucatán (IN223418)” por el financiamiento del estudio. También agradezco al proyecto IN301719 la beca otorgada para la realización de la tesis.*

*A la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca por la información de las capturas de pepino de mar otorgada.*



# Resumen

La pesca es una actividad sumamente importante para las comunidades costeras, además de ser un pilar fundamental en la seguridad alimentaria; sin embargo, la captura indiscriminada de las especies ha impactado de manera significativa a los ecosistemas. Para comprender el impacto ecológico de la pesca, es necesario estimar las extracciones totales del ecosistema. En este sentido, además de los desembarques de pesca nominales que están regulados y monitoreados, las extracciones incluyen la captura ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR). Se ha reportado que la pesquería de pepino de mar en la península de Yucatán se encuentra sobreexplotada y se considera que la captura INDNR ha sido la principal causa, por lo que la generación de conocimiento sobre la pesca ilegal es sustancial para el establecimiento de objetivos y estrategias de manejo. El objetivo de la tesis fue analizar las causas, consecuencias y magnitud de la pesca ilegal del pepino de mar en dos puertos de Yucatán. Se realizó un análisis de las tendencias de captura de pepino de mar en Yucatán (2007-2018) mediante un índice de captura y la base de datos de capturas de la CONAPESCA. Para conocer el contexto, las causas y consecuencias de la pesca ilegal, se realizaron entrevistas a actores clave en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo, Yucatán. Para la estimación de la magnitud de la captura ilegal, se aplicó una encuesta a los pescadores de los mismos puertos utilizando la metodología de respuesta aleatoria para preguntas sensibles. Las tendencias de captura revelaron cuatro etapas de la pesquería: exploración (2007) y tres ciclos de auge-declive (2010-2012, 2013-2015 y 2016-2018) ligados principalmente a los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo. Se obtuvo que las principales causas de la pesca ilegal fueron las medidas de manejo implementadas, la demanda y la necesidad económica de los pescadores, mientras que las principales consecuencias identificadas fueron las afectaciones a la salud, la inseguridad y la inmigración. Se estimó que el 87% de los pescadores en Celestún y el 79% en Dzilam de Bravo, han pescado pepino de mar ilegalmente, con una captura ilegal por día de 189 y 314 kg respectivamente. Se estimó que las capturas ilegales anuales de pepino de mar se ubicaron en 5,487 y 1,697 toneladas (*ton*), con un valor de 348 y 159 millones de pesos en Celestún y Dzilam de Bravo respectivamente. Se requiere tomar en cuenta las necesidades y los intereses de cada uno de los grupos de actores que participan en la pesquería para mejorar la cohesión de los actores a las medidas de manejo implementadas para resolver el problema de la pesca ilegal de pepino de mar en Yucatán.



# Índice general

<b>Agradecimientos</b>	<b>IV</b>
<b>Resumen</b>	<b>VI</b>
<b>Introducción</b>	<b>XV</b>
<b>1 Justificación</b>	<b>1</b>
<b>2 Objetivos</b>	<b>2</b>
2.1 Objetivo General . . . . .	2
2.2 Objetivos Específicos . . . . .	2
<b>3 Antecedentes</b>	<b>3</b>
3.1 La pesca en Yucatán . . . . .	3
3.2 La costa de Yucatán . . . . .	4
3.3 El pepino de mar . . . . .	5
3.4 El pepino de mar en Yucatán . . . . .	8
3.5 Procesos de comercialización de la especie . . . . .	8
<b>4 Marco teórico</b>	<b>10</b>
4.1 Pesca ilegal . . . . .	10
4.2 Marco institucional y marco regulatorio de la pesca en México . . . . .	12
4.3 Pesca legal en México . . . . .	13
4.4 Pesca ilegal en México . . . . .	14
4.5 Pesca ilegal de pepino de mar . . . . .	15
<b>5 Metodología</b>	<b>18</b>
5.1 Zona de estudio . . . . .	18
5.1.1 Celestún . . . . .	19
5.1.2 Dzilam de Bravo . . . . .	20
5.2 Dinámica de las capturas de pepino de mar . . . . .	21
5.3 Trabajo en campo . . . . .	22
5.3.1 Entrevistas . . . . .	23
5.3.2 Análisis de datos cualitativos . . . . .	23
5.3.3 Encuesta . . . . .	24
5.4 Estimación de la captura ilegal . . . . .	25
5.4.1 Encuesta . . . . .	25

## Índice general

5.5	Análisis cuantitativo . . . . .	25
5.5.1	Proporción de pescadores ilegales . . . . .	25
5.5.2	Volumen de capturas ilegales . . . . .	26
<b>6</b>	<b>Resultados</b>	<b>30</b>
6.1	Dinámica de las capturas de pepino de mar . . . . .	30
6.1.1	Usuarios del recurso . . . . .	30
6.1.2	Volumen de captura . . . . .	31
6.1.3	Índices de captura . . . . .	33
6.1.4	Valor de captura . . . . .	35
6.2	Actores . . . . .	36
6.3	Rasgos de las comunidades . . . . .	39
6.4	Causas y consecuencias de la pesca ilegal . . . . .	41
6.4.1	Causas de la captura ilegal . . . . .	41
6.4.2	Características de la captura ilegal . . . . .	43
6.4.3	Consecuencias de la captura ilegal . . . . .	45
6.4.4	Contexto de la pesca ilegal . . . . .	48
6.5	Estimación de la captura ilegal . . . . .	54
6.5.1	Perfil de los pescadores encuestados . . . . .	54
6.5.2	Escala temporal de la captura de pepino de mar . . . . .	57
6.5.3	Proporción de pescadores de pepino de mar ilegal . . . . .	57
6.5.4	Estimación de la captura ilegal . . . . .	58
<b>7</b>	<b>Discusión</b>	<b>62</b>
<b>8</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>67</b>
	<b>Consideraciones finales</b>	<b>68</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>70</b>
	<b>Anexos</b>	<b>79</b>

# Índice de figuras

1	Producción pesquera en los Estados costeros de la República Mexicana en el periodo 2008-2017. El color de los círculos representa la tasa de captura para ese periodo, mientras que el tamaño de los círculos representa el volumen de captura para el año 2017. Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario estadístico de pesca y acuicultura (CONAPESCA, 2017).xvi	
3.1	Producción pesquera histórica en el Estado de Yucatán por grupo de especies y año. El grupo “Otras” corresponde a 36 grupos de especies que representan el 16.77 % del total de las capturas históricas en el Estado. Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPESCA (2007-2018). . . .	3
3.2	Aportación porcentual al producto interno bruto estatal de las actividades económicas en el estado de Yucatán, México. Fuente: Elaboración propia con información del INEGI (2020). . . . .	4
3.3	Porcentaje de la producción bruta total en los municipios costeros del estado de Yucatán por actividad económica en donde <i>A</i> es Comercio, <i>B</i> Pesca, <i>C</i> Industrias manufactureras, <i>D</i> Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, <i>E</i> Transportes, correos y almacenamiento y <i>F</i> Otros. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2015. . . . .	5
3.4	Mapa de las actividades económicas en los municipios costeros de Yucatán. El tamaño de los gráficos representa la producción total bruta anual de cada municipio en millones de pesos. Adicionalmente, los colores representan las proporciones de producción bruta total anual por cada actividad. Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, 2015. . . . .	6
3.5	Evolución del comercio de pepino de mar en el mundo. Los colores representan las <i>ton</i> exportadas en ese año. Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO, 2020 ( <a href="http://www.fao.org/fishery/statistics/global-commodities-production/es">http://www.fao.org/fishery/statistics/global-commodities-production/es</a> ). . . . .	7
3.6	Principales eslabones en la cadena de suministro del pepino de mar. Fuente: Elaboración propia de acuerdo con Baine (2005) . . . . .	8

## Índice de figuras

4.1	Marco legal del recurso pepino de mar ( <i>I. badionotus</i> ) siguiendo el esquema de Bravo-Calderón (2017) en donde se identifican a los actores, los instrumentos de política, de manejo y las leyes involucradas en la explotación del recurso. Este marco legal fue determinado a modo de fotografía para el periodo de estudio (2012-2017) ya que el recurso se incluyó en la CNP en el 2012 y se cerró la pesquería en el 2019, siendo el 2018 la última temporada de pesca. Elaboración propia. . . . .	17
5.1	Mapa batimétrico del estado de Yucatán. En asterisco se encuentran señalados los puertos de estudio. Fuente: Elaboración propia con datos de la NOAA (2021). . . . .	18
5.2	Crecimiento poblacional en el periodo 1990-2020 y estructura poblacional en Celestún, Yucatán en el año 2020. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2020. . . . .	20
5.3	Crecimiento poblacional en el periodo 1990-2020 y estructura poblacional por edad en Dzilam de Bravo, Yucatán en el año 2020. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2020. . . . .	20
6.1	Distribución de las unidades económicas (UE) por puerto en el Estado de Yucatán durante el periodo 2007-2017. Fuente: CONAPESCA 2007-2017 .	30
6.2	Distribución de las capturas de las unidades económicas por puerto en la costa de Yucatán en donde el 50 % de las capturas en el periodo 2007-2017 está concentrado en 17 UE. La primer letra de la nomenclatura utilizada corresponde a Celestún (C), Río Lagartos (R), San Felipe (SF), Dzilam de Bravo (DB), Progreso (P), Sisal (S), El Cuyo (EC) y Telchac (T). El número fue elegido arbitrariamente para distinguir a una UE de otra. Los nombres de las UE no se incluyeron en el gráfico para mantener el anonimato. Fuente: CONAPESCA 2007-2017. . . . .	31
6.3	Histórico de capturas anuales de pepino de mar en el Estado de Yucatán durante el periodo 2007-2018. Las capturas están dadas en <i>ton</i> de peso desembarcado. Fuente: CONAPESCA 2007-2018. . . . .	32
6.4	Histórico de capturas de pepino de mar en el Estado de Yucatán durante el periodo 2007-2017. En el eje <i>x</i> se encuentran los años, en el eje <i>y</i> el volumen de las capturas y en el eje <i>z</i> se encuentran los puertos en donde se llevó a cabo la captura, ordenados de poniente a oriente (de abajo hacia arriba). Fuente: CONAPESCA 2007-2017. . . . .	33
6.5	Tendencia anual de los IC para el pepino de mar en la costa del estado de Yucatán para el periodo 2010-2017, en donde la línea roja punteada representa al IC cuando tiene valor de 0. La línea sólida de color negro representa la línea de tendencia. Fuente: CONAPESCA 2010-2018. . . . .	34
6.6	IC para los distintos puertos en el estado de Yucatán para el periodo 2010-2017. Fuente: CONAPESCA 2010-2017. . . . .	35

## Índice de figuras

6.7	Variación en los precios del pepino de mar a pie de playa en pesos mexicanos por kilogramo de producto, en el Estado de Yucatán, México, durante el periodo 2007-2017. Las barras representan los intervalos de precio mínimo-máximo registrados para cada año. Fuente: CONAPESCA 2007-2017. . . . .	36
6.8	Cadena de valor del pepino de mar en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo, Yucatán. Las flechas con líneas punteadas se refieren al flujo del producto, desde su captura hasta su comercialización. Por otro lado, las flechas con guiones representan la incidencia que tienen unos actores sobre otros. . . . .	38
6.9	Grupos de respuestas asociadas a las causas de la captura ilegal. Las respuestas no son mutuamente excluyentes. . . . .	44
6.10	Gráfico de barras en donde se muestran los grupos de respuestas asociados a las consecuencias de la captura ilegal. Las respuestas no son mutuamente excluyentes. . . . .	47
6.11	Frecuencia de respuestas identificadas como causas asociadas a la captura ilegal de pepino de mar. . . . .	49
6.12	Análisis de las respuestas a la pregunta “¿cuáles son las causas de la captura ilegal de pepino de mar?”, mediante nube de palabras. . . . .	49
6.13	Frecuencia de respuestas identificadas como incentivos para que los pescadores capturen pepino de mar ilegal. . . . .	50
6.14	Análisis de las respuestas a la pregunta “¿qué motiva a un pescador a pescar pepino de mar ilegal?”, mediante nube de palabras. . . . .	51
6.15	Frecuencia de respuestas a la pregunta “¿quiénes son los compradores de la pesca ilegal?” . . . . .	51
6.16	Frecuencia de respuestas a la pregunta “¿la situación actual de la pesca es buena, regular o mala?” . . . . .	53
6.17	Análisis de las respuestas a la pregunta “¿la situación de la pesca es buena, regular o mala?”, mediante nube de palabras. . . . .	53
6.18	La figura (a) corresponde a la frecuencia en tipos de pescador entrevistados, la figura (b) corresponde a las frecuencias de tiempo de experiencia de los pescadores encuestados, la figura (c) corresponde a las frecuencias de edades de los pescadores encuestados, la figura (d) corresponde a las frecuencias de lugar de nacimiento de los pescadores encuestados y la figura (e) corresponde a la escolaridad de los pescadores encuestados. . .	55
6.19	La figura (a) corresponde a la frecuencia en tipos de pescador entrevistados, la figura (b) corresponde a las frecuencias de tiempo de experiencia de los pescadores encuestados, la figura (c) corresponde a las frecuencias de edades de los pescadores encuestados, la figura (d) corresponde a las frecuencias de lugar de nacimiento de los pescadores encuestados y la figura (e) corresponde a la escolaridad de los pescadores encuestados. . .	56
6.20	Proporción de pescadores de pepino de mar ilegal en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo, Yucatán. . . . .	58

*Índice de figuras*

6.21	Gráfico comparativo de resultados en donde la figura (a) muestra el número de buzos, la figura (b) y (c) son los días de captura de pepino de mar al año, (d) y (e) muestran la captura de pepino de mar diaria, (f) y (g) es el precio por kilogramo de pepino de mar ilegal. Los gráficos (b), (d) y (f) son las estimaciones mínimas mientras que (c), (e) y (g) son las estimaciones máximas. . . . .	59
2	Cuestionario aplicado a los pescadores para estimar la captura ilegal en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo. . . . .	80

# Índice de cuadros

4.1	Clases de pesca ilegal. Tomado de EDF (2013)	14
5.1	Preguntas de contexto en la encuesta aplicada a pescadores de Celestún y Dzilam de Bravo, Yucatán.	24
5.2	Preguntas sensitivas ( $\mu_A$ ) y preguntas inocuas ( $\mu_Y$ ) aplicadas en las encuestas.	27
5.3	Distribución de probabilidades para cada una de las preguntas en la Muestra 1 y en la submuestra.	28
6.1	Actores que participan en la captura de pepino de mar. Estos actores fueron mencionados durante las entrevistas.	39
6.2	Tabla comparativa en donde se incluye la síntesis de las causas de la captura ilegal identificadas por los entrevistados.	43
6.3	Tabla comparativa en donde se incluye la síntesis de las consecuencias de la captura ilegal identificadas por los entrevistados.	46
6.4	Porcentaje de pescadores encuestados que participaron en los periodos de pesca de pepino de mar organizados por puerto.	57
6.5	Estimaciones mínimas y máximas de captura ilegal de pepino de mar en el puerto de Celestún, Yucatán.	60
6.6	Estimaciones mínimas y máximas de captura ilegal de pepino de mar en el puerto de Dzilam de Bravo, Yucatán.	60
6.7	Escenarios de captura mínima y máxima en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo, Yucatán.	61

# Índice de códigos

5.1. Ejemplo de procedimiento seguido para aleatorizar la obtención de las submuestras 1 y 2. . . . .	28
8.1. Anexo 1. Funciones generadas en R para calcular $\mu_A$ y $\mu_Y$ . . . . .	79



# Introducción

La pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR) se ha considerado como el principal problema asociado a la crisis ecológica mundial de sobrepesca. Estas prácticas ilegales no sólo amenazan la abundancia y la biodiversidad de las especies marinas, sino que también se vulneran los medios de vida de los actores que dependen de la pesca, así como de la seguridad alimentaria a nivel mundial (Young, 2016).

A pesar de que existen métodos para regular la pesca (*e.g.* vigilancia, monitoreo y control de las capturas), estos no han sido lo suficientemente efectivos para controlar las prácticas ilegales (Song et al., 2020). Por otra parte, los esfuerzos para regular y combatir estas prácticas se han incrementado durante los últimos años, teniendo como resultado diferentes instrumentos normativos a nivel internacional (FAO, 1995, 2009; AGNU, 2015), además de algunas acciones a nivel comercial para desalentar la pesca ilegal (Young, 2016).

En México la pesca INDNR ha representado un reto importante para las autoridades debido a que tanto la flota pesquera, como la línea de costa son muy grandes (Hayashida Carrillo et al., 2019). Asimismo, los actos de corrupción en la administración pesquera, la poca capacidad de monitoreo de las capturas y la débil aplicación de la ley han ocasionado que la pesca ilegal se fortalezca (Cisneros Montemayor et al., 2013), ocasionando importantes desequilibrios sociales, económicos y ambientales (Aceves-Bueno et al., 2021).

Dado que la pesca es una actividad productiva que genera empleos directos e indirectos, divisas y materia prima para otras industrias, su valor económico, social y cultural es de suma importancia. Según la FAO (2020), la producción pesquera mundial en el 2018 fue de 179 millones de toneladas, con un valor de 401,000 millones de dólares y ha tenido una tasa de crecimiento anual de 2.1 % desde 2011. De este total, la pesca de captura suma alrededor de 96.4 millones de toneladas anuales de las cuales, la captura marina fue de 84.4 millones de toneladas. Esta producción está concentrada en 25 países que tienen el 80 % del total mundial, entre los que China ocupa el primer lugar y México el número 13.

En 2017, México tuvo una producción pesquera superior a 2 millones de *ton*, en donde Sonora fue el principal productor con 727,579 *ton*, Yucatán 48,213 y Quintana Roo el que menor producción tuvo con 3,764 *ton*. La tendencia en producción pesquera en los estados costeros es generalmente positiva con un crecimiento de entre 0 y 20 % desde el 2008, con excepción de Sonora y Quintana Roo, con un decremento entre 0 y -5 % anual en su producción (*fig. 1*). La derrama económica generada por esta actividad fue de 39,780 millones de pesos, en donde Sonora ocupa el primer lugar con 9,050 millones de pesos, mientras que Yucatán ocupa el sexto con 1,950 millones de pesos (CONAPESCA, 2017).

## Introducción

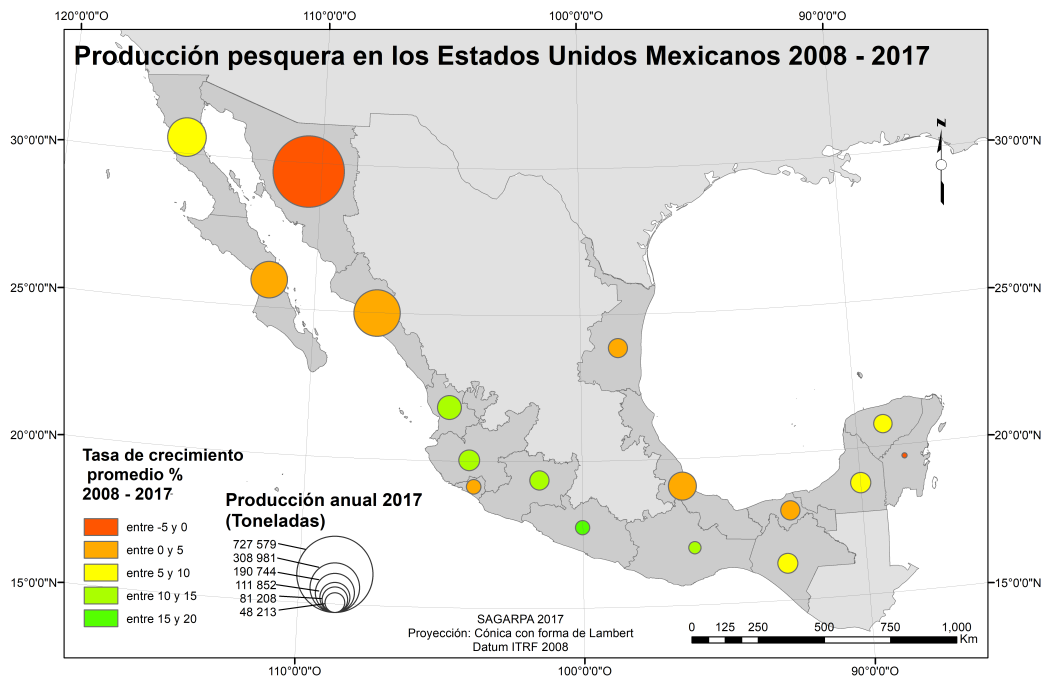


Figura 1: Producción pesquera en los Estados costeros de la República Mexicana en el periodo 2008-2017. El color de los círculos representa la tasa de captura para ese periodo, mientras que el tamaño de los círculos representa el volumen de captura para el año 2017. Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario estadístico de pesca y acuicultura (CONAPESCA, 2017).

Diversos estudios han reportado que más del 90 % por ciento de todos los pescadores en el mundo pertenecen al sector de pequeña escala. La flota artesanal o ribereña puede ser considerada como aquellas embarcaciones que tienen entre 8 y 15 metros de eslora (Salas et al., 2008; FAO, 2020). Se estima que entre 14 y 40 millones de personas participan en este sector (Andrew et al., 2007), considerándose una importante actividad de sustento para los habitantes en las zonas costeras. Sin embargo, es un sector que carece de representatividad en los órganos de decisión política. A pesar de las recomendaciones emitidas por la FAO (1995) en el Código de Conducta para la Pesca Responsable<sup>1</sup> y más recientemente por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2018) en la Agenda 2030, se le ha prestado muy poca atención al sector artesanal, afectando su estilo de vida, su dinámica económica y su cultura (García Allut, 2003).

El pepino de mar es un recurso que generalmente no se consume en las comunidades

<sup>1</sup>Artículo 6.18: Reconociendo la importante contribución de la pesca artesanal y en pequeña escala al empleo, los ingresos y la seguridad alimentaria, los Estados deberían proteger apropiadamente el derecho de los trabajadores y pescadores, especialmente aquellos que se dedican a la pesca de subsistencia, artesanal y en pequeña escala, a un sustento seguro y justo, y proporcionar acceso preferencial, cuando proceda, a los recursos pesqueros que explotan tradicionalmente así como a las zonas tradicionales de pesca en las aguas de su jurisdicción nacional (FAO, 1995)

## Introducción

donde se captura<sup>2</sup>. A pesar de esto, es uno de los recursos pesqueros más cotizados en el mercado internacional, por lo que frecuentemente es la pesquería de exportación con mayor importancia económica en muchos países (De la Torre Castro et al., 2007; López Rocha, 2011). Sin embargo, una característica común de las pesquerías de pepino de mar es que se desarrollan de dos a cinco años con intensas tasas de captura hasta que colapsan<sup>3</sup> (López-Rocha et al., 2019; Gamboa Álvarez et al., 2020). La rapidez con la que esto sucede deja poco tiempo para normativizar y crear estrategias que permitan la vigilancia adecuada y la explotación del recurso de una manera sustentable, ocasionando sobreexplotación, usuarios inconformes, pesca furtiva y errores en la estimación del stock (Anderson et al., 2011).

Gamboa Álvarez et al. (2020) reporta la falta de información disponible para el manejo de las pesquerías de pepino de mar en algunos países del Caribe (Belice, Colombia, Cuba, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá y Venezuela) en donde se han instalado las empresas asiáticas que se dedican al comercio de este recurso desde la década de los 90's. Estas empresas suelen operar legalmente con permisos de pesca de fomento, contribuyendo con la generación de información para el manejo de estas pesquerías a cambio del recurso capturado. En el Pacífico mexicano se desarrolló la primera pesquería formal de pepino de mar en América Latina a finales de los 80's; sin embargo, experimentó un rápido decremento en sus poblaciones (Bennett & Basurto, 2018).

Este trabajo pretende contribuir a la generación de información sobre la captura ilegal de pepino de mar en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo en Yucatán, México, analizando la dinámica de esta pesquería, estimando la magnitud y las principales causas y consecuencias de la captura ilegal de este recurso. Para lograr esto, se utilizó una metodología mixta, se hizo una revisión detallada de la literatura publicada sobre las pesquerías de pepino de mar, se analizaron datos de captura proporcionados por la CONAPESCA, se revisó el marco legal vigente durante las temporadas de captura de este recurso, se llevaron a cabo entrevistas a actores clave (*i.e.* dueños de cooperativas pesqueras, permisionarios, etc.) y se aplicaron encuestas a 93 pescadores en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo, Yucatán.

Con la información recabada se describió la dinámica de la pesquería de pepino de mar en el estado de Yucatán. Asimismo, se estimó el número de pescadores total en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo, la proporción de pescadores ilegales, días de pesca, el volumen de capturas *per cápita* y la derrama económica generada por esta actividad. Con el análisis cualitativo se determinaron las principales causas de la pesca ilegal de pepino de mar, así como las principales consecuencias que esta actividad ha tenido en los puertos de estudio.

Este trabajo se encuentra dividido en ocho capítulos. En los primeros dos capítulos se detalla la justificación de este trabajo, así como los objetivos general y específicos del mismo. En el tercer capítulo se abordan los antecedentes de la pesca de pepino de mar, tales como la construcción del marco institucional y regulatorio de la pesca en

---

<sup>2</sup>Aunque también se han reportado países en donde se consume, se importa y se exporta al mismo tiempo (*e.g.* Malasia)(Baine & Choo Poh, 1999).

<sup>3</sup>Grainger & Garcia (1996) le llaman ciclo "*boom and bust*" o ciclo de auge y caída de las pesquerías (citado en: Ibarra & Soberón (2002)).

## *Introducción*

México, una breve descripción sobre la pesca en la costa de Yucatán y el pepino de mar como recurso a nivel nacional y estatal. En el cuarto capítulo se construye el marco teórico en torno a la ilegalidad: desde algunos desarrollos conceptuales de la ilegalidad, hasta algunos estudios predecesores sobre la captura ilegal en distintas escalas, y las dificultades que han tenido los estudiosos de este tema.

Una segunda parte del presente trabajo es la que surge a partir del quinto capítulo, en donde se describe el desarrollo metodológico que hizo posible los resultados sobre los cuales se concluye este trabajo. Se detalla la metodología mixta que hace uso de métodos cualitativos y cuantitativos empleados para cumplir cada uno de los objetivos propuestos para esta tesis, cuyos resultados están presentados en el sexto capítulo. Asimismo, en el séptimo capítulo se discuten los resultados obtenidos para presentar conclusiones puntuales en el octavo capítulo. Las dos secciones últimas corresponden a los anexos y a la bibliografía consultada para respaldar y enriquecer este trabajo.

# 1 Justificación

Cada vez más pesquerías alrededor del mundo se encuentran sobreexplotadas (FAO, 2020). Si bien han intervenido procesos naturales en el declive de los stocks pesqueros, la sobre pesca es uno de los factores más importantes en el agotamiento de los recursos. Se estima que casi la mitad de la producción pesquera proviene de prácticas ilegales, no declaradas y no reglamentadas (INDNR). A pesar de los impactos generados por las capturas ilegales, la información oficial relacionada con ésta es muy escasa y, aún más, en el sector artesanal. Por lo anterior y, tomando en cuenta la importancia de la pesca como medio de vida para las comunidades costeras, así como para la seguridad alimentaria a nivel mundial, resulta de vital importancia generar información que provenga de fuentes primarias y que ayuden a entender las causas y magnitudes de la ilegalidad. De acuerdo con Mirrasooli et al. (2019), los datos sobre ilegalidad generalmente son obtenidos a partir de la observación de las autoridades locales, atribuyéndoles un carácter muy poco sistemático, por lo que el enfoque de investigación con metodologías directas ha resultado apropiado para obtener información sobre pesca ilegal.

En el estado de Yucatán, la pesquería de pepino de mar ha representado una fuente importante de ingresos para pescadores de los municipios costeros del estado, así como para algunos otros provenientes del interior de la República. Sin embargo, las altas tasas de captura durante las primeras temporadas de pesca han ocasionado graves decrementos en las poblaciones de pepino de mar, provocando que la pesquería se encuentre en veda permanente. La captura y el comercio ilegal de las diferentes especies de pepino de mar han representado un reto para generar e implementar prácticas de manejo sostenibles para la pesquería. Por lo cual generar información especializada resulta más que necesaria para asentar bases técnicas que permitan la evaluación de este tipo de fenómenos pesqueros.

## **2 Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

- Analizar las causas, consecuencias y magnitud de la pesca ilegal del pepino de mar en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo, Yucatán.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Describir la dinámica de las capturas de pepino de mar en la costa de Yucatán.
- Identificar las principales causas y consecuencias de la pesca ilegal del pepino de mar en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo, Yucatán.
- Estimar la magnitud de las capturas ilegales de pepino de mar en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo, Yucatán.

# 3 Antecedentes

## 3.1. La pesca en Yucatán

En el año 2018, el estado de Yucatán ocupó el octavo lugar en peso desembarcado, con el 3.26 % de las capturas a nivel nacional. Por otro lado, el estado de Yucatán ocupó el cuarto lugar en el valor total de las capturas, con el 9.56 % del total nacional (CONAPESCA, 2018). De acuerdo con la CONAPESCA (2018), la captura en el estado de Yucatán del año 2018 se integró por 40 grupos de especies principales. Sin embargo, el 84.48 % de la captura total está concentrada sólo en cinco grupos: pulpo (64.27 %), mero (9.98 %), rubia y villajaiba (5.05 %), rubio (2.90 %) y pepino de mar (2.28 %).

Si bien el pulpo ha sido considerado durante mucho tiempo como la pesquería con el volumen de captura más importante del estado (*fig. 3.1*), diversos autores han resaltado la amplia dinámica pesquera que existe en la costa yucateca. Esta dinámica se determina por una gran cantidad de factores, entre los que se encuentran la estacionalidad de los recursos, variaciones climáticas interanuales, condiciones químicas y biológicas del ambiente marino (*e.g. blooms* algales y contaminación), artes de pesca utilizados por región y especies objetivo, entre otros factores (Fraga, 2004; Oviedo Romero, 2018).

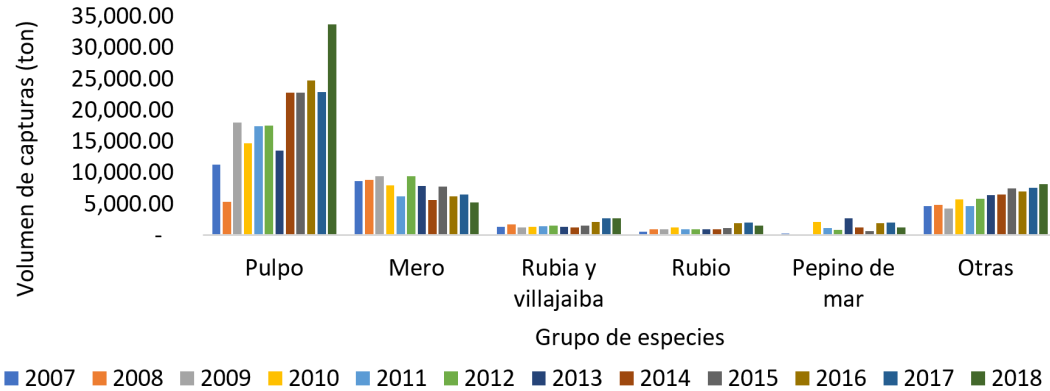


Figura 3.1: Producción pesquera histórica en el Estado de Yucatán por grupo de especies y año. El grupo “Otras” corresponde a 36 grupos de especies que representan el 16.77 % del total de las capturas históricas en el Estado. Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPESCA (2007-2018).

### 3.2. La costa de Yucatán

La costa del estado de Yucatán tiene una extensión de 378 kilómetros. A lo largo de esta línea de costa, se distribuyen los 13 municipios costeros del estado, los cuales, ordenados de poniente a oriente son Celestún, Hunucmá, Progreso, Ixil, Dzempl, Telchac Puerto, Sinanché, Yobaín, Dzidzantún, Dzilam de Bravo, San Felipe, Río Lagartos y Tizimín. En estos municipios se encuentra asentada el 9.60 % de la población total del estado. Sin embargo, la población en las localidades costeras representa un 4.77 % del total estatal, con una distribución por sexos de 49.80 % femenina y 50.20 % masculina. Los municipios costeros más habitados del estado de Yucatán son Tizimín, Progreso y Hunucmá con el 3.48, 2.84 y 1.51 % del total estatal, respectivamente (INEGI, 2020).

De acuerdo con el INEGI (2015), el estado de Yucatán aportó 1.5 % al Producto Interno Bruto (PIB) nacional, del cual, las actividades económicas terciarias aportaron el 69.67 %, las secundarias 25.56 % y las primarias 3.77 % al PIB Estatal (*fig. 3.2*).

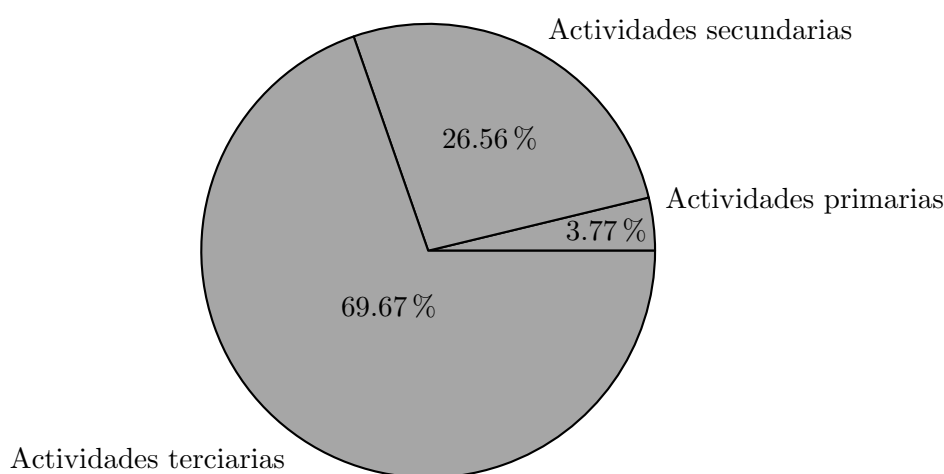


Figura 3.2: Aportación porcentual al producto interno bruto estatal de las actividades económicas en el estado de Yucatán, México. Fuente: Elaboración propia con información del INEGI (2020).

De acuerdo con el último inter-censo realizado por el INEGI (2015), el comercio (al por mayor y por menor) fue la actividad económica más importante para los municipios costeros de Yucatán, con el 29.74 % de la producción bruta total, seguido de la pesca con 26.26 % y las industrias manufactureras con el 19.14 % (*fig. 3.3*). Los municipios en donde la actividad pesquera representa la mayor parte de su producción bruta total son Dzilam de Bravo, Hunucmá, Progreso, San Felipe y Yobain (*fig. 3.4*).

La mayor parte de la producción bruta total en los municipios costeros, proveniente del comercio, se lleva a cabo en los municipios de Progreso y Tizimín con un 55.52 % y el 29.04 % del total por esta actividad económica respectivamente. En cuanto a la pesca, la mayor proporción de la producción total fue por parte de Progreso, Hunucmá, Celestún



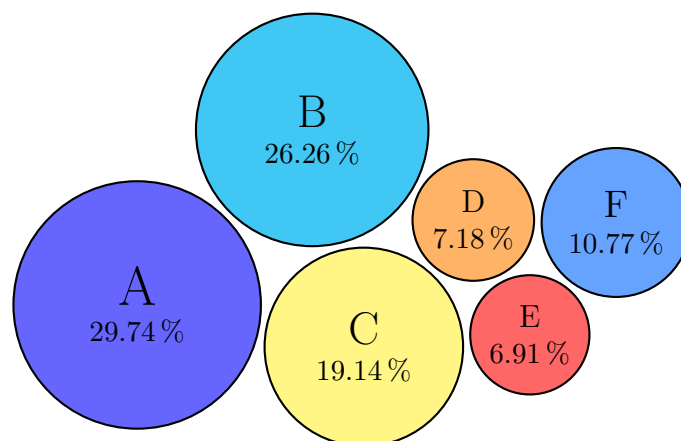


Figura 3.3: Porcentaje de la producción bruta total en los municipios costeros del estado de Yucatán por actividad económica en donde *A* es Comercio, *B* Pesca, *C* Industrias manufactureras, *D* Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, *E* Transportes, correos y almacenamiento y *F* Otros. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2015.

y Dzilam de Bravo con el 42.25, 28.04, 11.83 y 7.99 % respectivamente (*fig. 3.4*).<sup>4</sup>

El INEGI (2020), censó un total de 12,784 establecimientos comerciales en los municipios costeros del estado de Yucatán que se encuentran agrupados en 347 giros o tipo de actividades. Del total de establecimientos, se identificó que el 10.50 % realizan actividades relacionadas directamente con la pesca y el 0.10 % con actividades relacionadas indirectamente con la pesca (*e.g.* actividades de seguridad nacional y administración portuaria).

### 3.3. El pepino de mar

El pepino de mar es un recurso que ha estado presente en el comercio y que se ha utilizado en la medicina tradicional china desde hace mucho tiempo (De la Torre Castro et al., 2007). Por su alto contenido de proteínas y bajo contenido de grasas en los países asiáticos es considerado como un alimento auxiliar en tratamientos contra el cáncer, fortalecimiento del sistema inmune, artritis, entre otros (Chen, 2005). Antiguamente, el pepino de mar era un platillo que sólo era consumido por los más altos estratos sociales; sin embargo, en los últimos años, el aumento de la riqueza y del dinero destinado a los alimentos lujosos, ha incrementado su demanda (Purcell et al., 2010) (*fig. 3.5*). Con el aumento de la demanda, el interés por explotar este recurso en las comunidades costeras

<sup>4</sup>Es importante tomar en cuenta que, a pesar de que son los últimos datos disponibles, la información podría estar sesgada por las actividades pesqueras relacionadas con el pepino de mar. Recordemos que fue precisamente en el 2013 cuando se abrió formalmente la pesquería de pepino de mar y fue en el periodo 2010-2013 cuando hubo una fuerte producción de este recurso en la zona poniente de la costa yucateca (Granados-Flores et. al., 2017).

### 3 Antecedentes

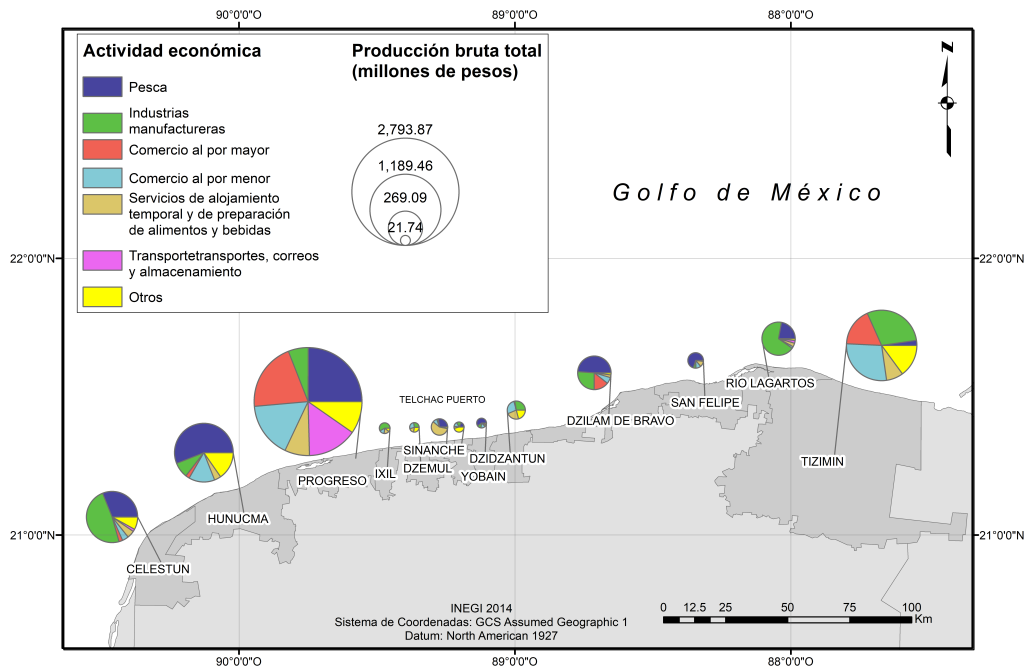


Figura 3.4: Mapa de las actividades económicas en los municipios costeros de Yucatán. El tamaño de los gráficos representa la producción total bruta anual de cada municipio en millones de pesos. Adicionalmente, los colores representan las proporciones de producción bruta total anual por cada actividad. Fuente: Elaboración propia con información del INEGI, 2015.

también ha incrementado ya que esta pesquería ofrece a las comunidades pesqueras una fuente importante de ingresos, convirtiéndose en un medio de vida (Bennett & Basurto, 2018).

El pepino de mar se extrae con diversas artes de pesca dependiendo del sitio de captura. Entre estas artes se encuentran las redes de arrastre, buceo autónomo SCUBA (Baine, 2005), buceo libre o, como en el caso de Yucatán, con buceo semiautónomo llamado *hooka* (DOF, 2015). En este tipo de buceo participan generalmente dos buzos y un manguerista quien se encarga de mantenerse en la embarcación mientras los buzos llevan a cabo las inmersiones para capturar el recurso. Los buzos se valen de un compresor al que están conectadas las mangueras y sus reguladores. Al llevar a cabo las inmersiones, los buzos recolectan el producto con las manos acomodándolo en sacos que finalmente llevan a la embarcación. El manguerista, por otro lado, tiene la tarea de mantenerse alerta en caso de que el compresor se detenga y deje de suministrar aire. En este caso, tiene que dar aviso inmediatamente a los buzos para que puedan salir a superficie sin sufrir descompresión.

Después de ser extraído, al pepino de mar usualmente los pescadores le aplican una variedad de procesos para posteriormente comercializarlo. Entre estas técnicas se en-

### 3 Antecedentes

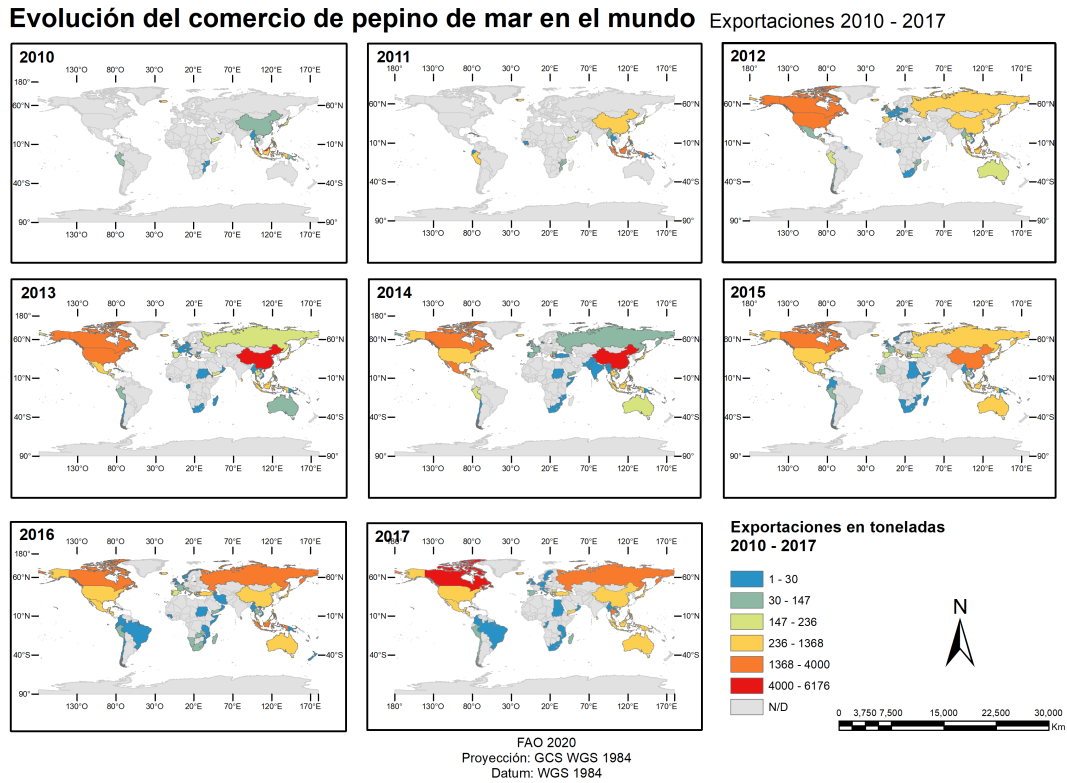


Figura 3.5: Evolución del comercio de pepino de mar en el mundo. Los colores representan las *ton* exportadas en ese año. Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO, 2020 (<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-commodities-production/es>).

cuentran el eviscerado, hervido en salmuera, congelado y seco o deshidratado (Ibarra & Soberón, 2002), también conocido como *bêche-de-mer* en muchos países. Los precios del *bêche-de-mer* pueden variar dependiendo de su tamaño, de la especie y del cuidado que se haya tenido al momento de procesarlos (*e.g.* si están enteros, si están mutilados, etc.) (Purcell et al., 2010). Se ha reportado, por ejemplo, que en el mercado de Hong Kong ejemplares de algunas especies pueden superar los 300 dólares estadounidenses por kilogramo (US\$/kg) con precios máximos de 1,898 US\$/kg (Purcell et al., 2018).

El pepino de mar generalmente forma parte de una cadena de suministro muy extensa en donde se pueden identificar al menos cinco niveles (*fig.* 3.6). Se ha reportado que entre los productores y distribuidores en el mercado internacional, la riqueza se distribuye de una manera inequitativa, dejando a los productores que se encuentran en los primeros eslabones de la cadena con la menor cantidad de ganancias (Baine, 2005; Poot-Salazar & Hernández-Flores, 2015).

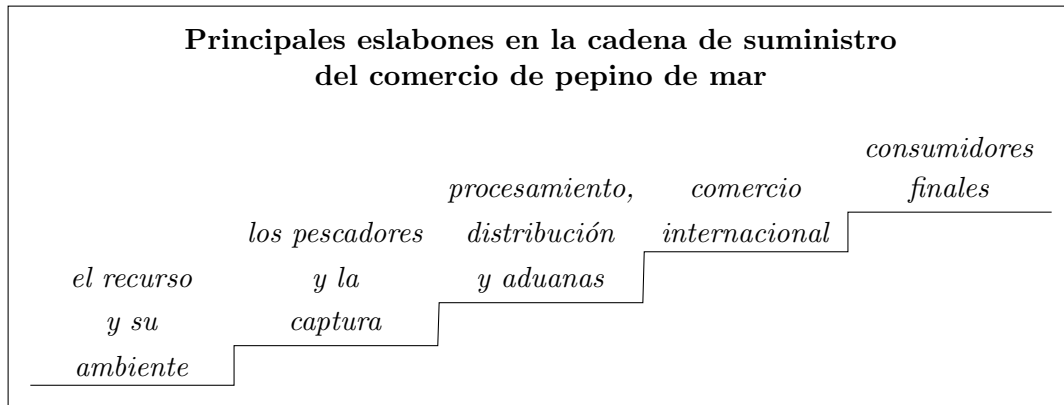


Figura 3.6: Principales eslabones en la cadena de suministro del pepino de mar. Fuente: Elaboración propia de acuerdo con Baine (2005)

### 3.4. El pepino de mar en Yucatán

En el caso de la Península de Yucatán, el pepino de mar es un recurso que se comenzó a explorar en el año 2000 (DOF, 2015). En el 2007 se emitieron permisos de pesca de fomento. Sin embargo, además del evento de marea roja ocurrido ese año (Herrera Silveira et al., 2010) y a que se excedieron los límites establecidos para su captura, la CONA-PESCA decidió no renovar estos permisos para el año siguiente (Poot Salazar et al., 2015).

En el 2010, considerando la demanda del mercado asiático y las exigencias de los pescadores para explotar el recurso (López Rocha, 2011), se volvieron a emitir permisos de pesca de fomento; sin embargo, la pesca furtiva continuó (Poot Salazar et al., 2014). En el año 2012, la pesquería de pepino de mar se incluyó en la Carta Nacional Pesquera (CNP) (DOF, 2012) y se emitieron los primeros permisos de pesca comercial en el 2013 (DOF, 2013). Para el 2015 la pesquería se cerró en los puertos de Celestún y Sisal por considerarse insostenible y, en el 2019, la pesquería permaneció cerrada para toda la costa yucateca (DOF, 2018).

### 3.5. Procesos de comercialización de la especie

En general hay pocos reportes oficiales y publicaciones que describan el proceso de comercialización de pepino de mar en Yucatán (Purcell et al., 2010; Purcell, 2014; DOF, 2015; Poot-Salazar & Hernández-Flores, 2015; Vidal-Hernández et al., 2019; Pedroza-Gutiérrez & López-Rocha, 2021), ya que los estudios y reportes oficiales se centran en registros de captura y precios de playa.

Se sabe que todo el producto se exporta a Asia, pero las actividades que se desarrollan desde la captura hasta el consumidor final son poco conocidas. Con base en reportes oficiales y la literatura publicada (DOF, 2015; Purcell et al., 2018; López-Rocha et al., 2019; Vidal-Hernández et al., 2019), se sabe de manera general que el pepino de mar

### 3 Antecedentes

después de ser capturado en los diversos puertos llega a intermediarios que concentran el producto y este a su vez se exporta a mayoristas en Asia.

Poot-Salazar & Hernández-Flores (2015) menciona que, en el caso de las pesquerías de pepino de mar en Yucatán, se pueden encontrar tres diferentes intermediarios en la cadena de valor. Asimismo, los ingresos son mayores conforme se pasa de un eslabón a otro en la cadena de valor. Después de ser capturado el pepino de mar, pasa a manos de los primeros intermediarios que son generalmente los comerciantes locales o dueños de cooperativas. Estos últimos se encargan de comprar el producto y de administrar el procesamiento hasta la salmuera para después venderlo a los segundos intermediarios, quienes finalizan el procesamiento hasta el estado seco. Posteriormente es exportado a los terceros intermediarios que se encargan de distribuirlo en el extranjero. En esta cadena de valor, los primeros intermediarios son los que representan mayor aportación económica a las comunidades pesqueras. Por su parte, mientras que los segundos y terceros intermediarios representan la mayor derrama económica, generalmente ésta no forma parte de las comunidades pesqueras.

En un reciente estudio realizado en el puerto de Sisal, Yucatán (Pedroza-Gutiérrez & López-Rocha, 2021), se reportó que la presión del mercado es la principal incentivo para la pesca ilegal de pepino de mar. Se encontró que 14 grupos de actores (directos, indirectos, formales e informales) son los que forman la cadena de valor de esta pesquería y de acuerdo con los autores de este estudio, las cooperativas pesqueras son quienes tienen mayor influencia en el comercio de pepino de mar legal e ilegal. Estas últimas son capaces de obtener permisos de captura, negociar apoyo gubernamental, además de vender sus facturas y comercializar su propio producto al mejor postor, fungiendo como base fundamental en la organización de esta red.

## 4 Marco teórico

### 4.1. Pesca ilegal

En el 2017, el 34.2% de las pesquerías a nivel mundial se encontraban explotadas a niveles biológicamente insostenibles, el 59.6% se encontraban en su máximo rendimiento sostenible (MRS) y el 6.2% subexplotadas (FAO, 2020). La pesca ilegal es uno de los elementos que ejerce mayor presión sobre el volumen de captura e incentiva la sobreexplotación. Se ha reportado que el 15% de las capturas totales a nivel mundial provienen de la pesca ilegal. Estas capturas tienen un valor estimado de más de 20,000 millones de dólares (Agnew et al., 2009) y a pesar de las regulaciones locales e internacionales para detener la pesca ilegal, no siempre hay cohesión a estos esfuerzos (Mirrasooli et al., 2019).

La ilegalidad en la pesca se puede considerar como un fenómeno complejo y difícil de explicar. Por ejemplo, debido a que la percepción de ilegalidad varía para los distintos actores que participan en la explotación de los recursos, en términos sociales, es muy complicado establecer lo que se considera como actividad ilegal. Por otra parte, ya que la estructura normativa nacional varía entre un país y otro, resulta difícil homogeneizar un concepto de ilegalidad que pueda ser aplicado de manera general. Por lo anterior, es muy importante analizar el marco jurídico aplicable en el sitio de estudio para tener una referencia de lo que podría considerarse ilegal.

Oyanedel (2019), define la pesca ilegal como aquella que no cumple con las medidas regulatorias y/o cuyas capturas no son reportadas adecuadamente. Sin embargo, la pesca ilegal no sólo debería suponer las actividades extractivas sino el ambiente institucional, socioeconómico, procesamiento, transporte y comercio del que forma parte, para tener un entendimiento más acertado de esta actividad (Pedroza Gutiérrez, 2013; Bandin & Quiñones, 2014).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2001) en el tercer párrafo del Plan de Acción Internacional para prevenir, desalentar y eliminar la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (PAI-INDNR) define:

*3.1 Por pesca ilegal se entiende las actividades pesqueras:*

*3.1.1 realizadas por embarcaciones nacionales o extranjeras en aguas bajo la jurisdicción de un Estado, sin el permiso de éste, o contraviniendo sus leyes y reglamentos;*

*3.1.2 realizadas por embarcaciones que enarbolan el pabellón de Estados que son partes de una organización regional de ordenación pesquera competente, pero faenan contraviniendo las medidas de conservación y ordenación adoptadas por dicha organización y en virtud de*

## 4 Marco teórico

*las cuales están obligados los Estados, o las disposiciones pertinentes del derecho internacional aplicable; o*

*3.1.3 en violación de leyes nacionales u obligaciones internacionales, inclusive las contraídas por los Estados cooperantes con respecto a una organización regional de ordenación pesquera competente.*

*3.2 Por pesca no declarada se entiende las actividades pesqueras:*

*3.2.1 que no han sido declaradas, o han sido declaradas de modo inexacto, a la autoridad nacional competente, en contravención de leyes y reglamentos nacionales; o*

*3.2.2 llevadas a cabo en la zona de competencia de una organización regional de ordenación pesquera competente, que no han sido declaradas o han sido declaradas de modo inexacto, en contravención de los procedimientos de declaración de dicha organización.*

*3.3 Por pesca no reglamentada se entiende las actividades pesqueras:*

*3.3.1 en la zona de aplicación de una organización regional de ordenación pesquera competente que son realizadas por embarcaciones sin nacionalidad, o por embarcaciones que enarbolan el pabellón de un Estado que no es parte de esa organización, o por una entidad pesquera, de una manera que no está en consonancia con las medidas de conservación y ordenación de dicha organización, o que las contraviene; o*

*3.3.2 en zonas o en relación con poblaciones de peces respecto de las cuales no existen medidas aplicables de conservación u ordenación y en las que dichas actividades pesqueras se llevan a cabo de una manera que no está en consonancia con las responsabilidades relativas a la conservación de los recursos marinos vivos que incumben al Estado en virtud del derecho internacional.*

En otras palabras, la pesca ilegal puede ser entendida como la falta de adecuación de los actos a un conjunto de disposiciones legales (Salazar, 1998), o como la captura o extracción de recursos pesqueros que no se apegan a las normatividades establecidas. Ejemplo de lo anterior es pescar en zonas vedadas o fuera de temporada, o bien extraer tallas no permitidas (Vázquez-León, 2006).

Se han propuesto modelos económicos en donde se sugiere que las conductas ilegales se llevan a cabo cuando las ganancias generadas son mayores a las que se podrían generar al invertir tiempo y recursos en otras actividades. Asimismo, establecen que estas conductas se encuentran en función de la probabilidad de ser aprehendidos y del castigo que podrían recibir (Becker & Landes, 1974; Oyanedel, 2019); sin embargo, las causas de la pesca INDNR pueden estar dadas por razones más complejas.

Daliri et al. (2016) por ejemplo, agrupa las causas de la pesca ilegal en cuatro grandes grupos: culturales (sentido de pertenencia del océano y sus recursos, desconfianza a los

grupos policíacos), económicos (si no lo hacen, no tendrán recursos económicos suficientes para vivir), habilidades personales (no creen tener la habilidad de realizar otras actividades) y problemas de manejo (no se otorgan los permisos de pesca). Agnew et al. (2009) rechaza que la causa principal de la pesca ilegal sea el precio del producto o el tamaño de la pesquería. Sin embargo, encontró una relación significativa con los indicadores de gobernanza del banco mundial (voz y responsabilidad, estabilidad política y ausencia de violencia, efectividad del gobierno, calidad regulatoria, principio de legalidad y control de corrupción) (<https://info.worldbank.org/governance/wgi/>). Por otro lado, Bandin & Quiñones (2014) consideran al mal tiempo como otra de las posibles causas de la captura INDNR. Esto está fundamentado en que las vedas tienen un plazo antes de ser levantada, por tal motivo, los usuarios formales intentan cumplir con el 100 % de la captura total permitida (CTP) en el menor tiempo posible y, adicionalmente, su captura está limitada a los días con buen tiempo. Por el contrario, los usuarios informales al no tener la presión del levantamiento de veda, supone que responden ante los altos precios en el mercado negro. Mirrasooli et al. (2019) explica la pesca ilegal en el mar caspio con la relación entre el nivel de conciencia que tienen los pescadores y la disposición a la conservación de la biodiversidad, con factores etnográficos como escolaridad, edad y ocupación, características físicas del área de pesca (*e.g.* profundidad) además de la distancia entre el lugar de residencia del pescador a la zona de captura y el área de pesca.

Diversos estudios reconocen la dificultad de cuantificar las capturas INDNR, pero también la importancia de hacerlo. Por ejemplo, Daliri et al. (2016) menciona que encontrar información sobre la pesca ilegal de países en desarrollo puede llegar a ser muy difícil y desafiante. Sin embargo, Forrest et al. (2001) supone que el hecho de que obtener información sobre las capturas ilegales sea tan difícil no debería dar paso a ignorarlas en el diseño de estrategias y medidas de manejo (Pitcher & Watson, 2000; Watson et al., 2016).

## 4.2. Marco institucional y marco regulatorio de la pesca en México

Si bien la pesca se ha llevado a cabo en nuestro país desde tiempos precolombinos, las primeras leyes para regular y fomentar la pesca se dictaron en 1871 durante la administración del presidente Benito Juárez (Cifuentes-Lemus & Cupul-Magaña, 2002).

En 1925, durante la administración del presidente Plutarco Elías Calles, se promulgó la Primera Ley de Pesca (DOF, 1925) para fomentar, desarrollar la pesca en el país e incentivar la investigación pesquera que favoreciera a su conservación.

En 1930 se incluyó en las leyes el concepto de sociedades cooperativas con el fin de lograr que los pescadores organizados en cooperativas pesqueras tuvieran mayor participación en la industrialización de la actividad. Por lo anterior, la expedición de permisos fue preferente para este tipo de organizaciones (Martínez, 2016).

En 1934, durante la administración del presidente Lázaro Cárdenas se creó el Departamento Forestal de Caza y Pesca, perteneciente a la Secretaría de Agricultura y



Fomento, sustituyendo a la Dirección de Pesquerías que se encargaba de los asuntos pesqueros en las administraciones anteriores. A finales de ese sexenio, en 1939, las actividades que llevaba a cabo el Departamento Forestal de Caza y Pesca se delegaron a la Dirección General de Pesca e Industrias Conexas del Departamento de Marina Nacional, recién creado. Para el siguiente año, durante la administración del presidente Manuel Ávila Camacho, el Departamento de Marina Nacional se transformó en la Secretaría de Marina.

En 1958, la Dirección General de Pesca e Industrias Conexas pasa a formar parte de la Secretaría de Industria y Comercio. En 1971 la Dirección General de Pesca e Industrias Conexas ascendió su rango a Subsecretaría y en 1972 se promulgó la Ley Federal para el Fomento de la Pesca (DOF, 1975).

En 1982 se creó la Secretaría de Pesca y en 1992 que se promulgó la Ley de Pesca precedente a la actual (DOF, 1992); sin embargo, en 1994 vuelve al rango de Subsecretaría de Pesca de la entonces existente Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) (Ojeda-Paullada, 1993; Cifuentes-Lemus & Cupul-Magaña, 2002; Muñoz-Villanueva & Acosta-Jenkins, 2006; Celaya Tentori & Almaraz Alvarado, 2018).

En el año 2000 se crea la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) y se decretó como órgano desconcentrado de la entonces Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), además de publicarse la primera versión de la CNP (DOF, 2000).

En el año 2007 se promulgó la actual Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables (LGPAS) (DOF, 2007), durante la administración del presidente Felipe Calderón Hinojosa.

Para el sexenio actual (2018-2024), a cargo del presidente Andrés Manuel López Obrador, la SAGARPA desapareció para dar lugar a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Actualmente, la CONAPESCA es un órgano desconcentrado de la SADER que se encarga del proceso administrativo y formulación de regulaciones para la actividad pesquera. Por otro lado, el Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA) es un órgano desconcentrado de la SADER encargado de la investigación pesquera en el país y funge como apoyo técnico a la CONAPESCA.

### 4.3. Pesca legal en México

Actualmente, en México, la regulación pesquera es responsabilidad de la Federación y la pesca está regulada por la LGPAS y su respectivo reglamento; sin embargo, los aspectos más específicos están descritos en las Normas Oficiales Mexicanas (Muñoz-Villanueva & Acosta-Jenkins, 2006). Entre muchos aspectos, en la LGPAS se establecen las particularidades de la elaboración de la CNP, que es el instrumento referencia base para el manejo y toma de decisiones (Arreguín-Sánchez, 2006), así como las especificaciones y condiciones para formular y expedir los distintos instrumentos de política pesquera en aguas de jurisdicción nacional (*i.e.* programas de ordenamiento pesquero, planes de manejo pesquero, concesiones y permisos). Por otro lado, en la Ley Federal de Derechos se encuentran establecidas las distintas cuotas y modalidades en las que se expiden

las concesiones y permisos para el uso y aprovechamiento de los recursos pesqueros en México (DOF, 2021).

Asimismo, la legislación pesquera mexicana se basa en la implementación de normas en instrumentos de política y manejo pesquero. Estas reglamentaciones por lo general están basadas en puntos de referencia límite que definen los puntos a partir de los cuales la pesca deja de ser sostenible, y regulan siete acciones básicas de pesca (*cuadro 4.1*). Dado lo anterior, se podrían considerar 255 tipos de ilegalidad en las que podrían incurrir los pescadores al faltar en, al menos, una de las normatividades existentes en México (EDF, 2013).

Cuadro 4.1: Clases de pesca ilegal. Tomado de EDF (2013)

Permiso o concesión	Sistema de pesca	Tiempo de pesca	Condición de la embarcación	Cantidad	Zona de pesca	Reporte de actividad	Especie aprovechada
Con	Permitido	En temporada	Adecuada	Permitida	Permitida	Adecuado	Permitida
Sin	Prohibido	Veda	Prohibida	Excesiva	Prohibida	Inadecuado	Prohibida

#### 4.4. Pesca ilegal en México

Se ha estimado que, como resultado de una gran flota pesquera, una extensa línea de costa, corrupción en el manejo de permisos y verificación de desembarques, y una limitada capacidad de monitoreo en México, se captura ilegalmente entre el 45 y el 90 %, adicional a la captura reportada (Cisneros Montemayor et al., 2013; Hayashida Carrillo et al., 2019). Lo anterior quiere decir que de cada 100 *ton* de captura total, 20.25 provienen de pescadores sin permiso, 10.35 se capturan con artes de pesca no permitidas, 7.20 se encuentran en veda, 2.70 se capturan en zonas prohibidas, 2.70 no hay registro y 1.80 no respetan las tallas mínimas de captura (EDF, 2013).

En la literatura se han reportado diversas causas por las que los pescadores incurren en la captura ilegal en México. Vázquez-León (2006), entiende la captura ilegal como un fallo sistemático que, desde la formulación de la Ley General de Sociedades Cooperativas, ha generado ineficiencia en el sector. Lo anterior ha dado lugar a un sector cooperativista desorganizado y financieramente insolvente. Asimismo, este sector ha sido partícipe en actos de corrupción como la venta de facturas e inclusive como cooperativas fantasma para la obtención de un mayor número de permisos de captura. Además, menciona que, el pescador al no obtener el ingreso deseado busca la manera de alcanzarlo (*i.e.* capturas ilegales). Por otro lado, precisa que la formulación y ejecución de medidas de manejo no toman en cuenta las características demográficas de los pobladores en las comunidades pesqueras. Al aplicar estas regulaciones se limita la viabilidad económica de los pescadores y se conduce a la pesca ilegal. Así, Grande-Vidal (2006) atribuye la pesca ilegal al crecimiento descontrolado del esfuerzo pesquero en el país, lo que ha fomentado la desorganización y las actividades ilegales.

Sobre este último punto, en la ciencia pesquera existen dos ideas importantes. La primera de ellas es conocida como *trampa social* y establece que el comportamiento

egoísta y la necesidad de victoria han llevado al hombre a crisis y a situaciones de no retorno (Mlicki, 1991). En un escenario pesquero ideal, se podría esperar que el pescador explote la mayor cantidad de recursos posible con el fin de incrementar sus ganancias (micro-motivos), buscando siempre respetar el máximo rendimiento sostenible que asegure la perpetuidad del recurso a largo plazo (macro-resultados). Sin embargo, al existir tanta incertidumbre en los pescadores sobre la disponibilidad del recurso en el futuro, predomina el interés por satisfacer los micro-motivos sobre los macro-resultados, cayendo en una trampa social y en la sobreexplotación (Seijo et al., 1997).

La segunda idea es conocida como la *tragedia de los comunes* (Hardin, 1968). Esta idea, basada en los postulados de T. Malthus quien propone que los recursos del planeta son finitos, establece que las decisiones individuales llevarán al agotamiento de los recursos comunes. O, en otras palabras, los intereses de un grupo minoritario de actores llevará a la sobreexplotación de los recursos disponibles, ocasionando diversos problemas como concentración de riquezas, falta de equidad y pesca ilegal (Arreguín-Sánchez, 2006).

### 4.5. Pesca ilegal de pepino de mar

Para el 2013, se reportó que el 20 % de las pesquerías de pepino de mar en el mundo habían colapsado, 38 % se encontraban sobreexplotadas y cerca del 20 % se encontraban entre subexplotadas y moderadamente explotadas. Se estimó que el 66 % de las pesquerías de pepino de mar pertenecen al sector de pequeña escala, de las cuales el 27 % operan ilegalmente (Purcell et al., 2013).

En los últimos años, se ha reportado captura ilegal de pepino de mar en muchos países alrededor del mundo como en España, Argelia, Portugal, México, Chile, entre otros (Conand, 2018; Calderon-Aguilera et al., 2019; Dominguez-Godino & González-Wangüemert, 2019; Mezali & Slimane-Tamancha, 2020). En algunos estudios se ha intentado cuantificar la captura ilegal de pepino a través de diversas metodologías. Sin embargo, las principales dificultades han sido la falta de información oficial disponible y la falta de cooperación de los pescadores por temor a las represalias (Oyanedel et al., 2018; Calderon-Aguilera, 2019; Mezali & Slimane-Tamancha, 2020).

En Baja California, se abrió la primera pesquería de pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en México en 1988. Tan sólo cuatro años después, el stock de esta especie registró un importante declive en sus poblaciones por lo que se cerró completamente en 1994, volviendo a abrirse hasta el 2000 con limitados permisos de pesca. A pesar de estas medidas por parte de las autoridades, del 2007 al 2016 las poblaciones de este recurso decrecieron en densidad de 15 a 2.8 individuos por cada 100 metros cuadrados, dejando como única explicación la captura ilegal (Calderon-Aguilera, 2019).

En el estado de Yucatán, se ha reportado en diversos estudios que la captura ilegal ha ocasionado que la pesquería de pepino de mar llegue a niveles insostenibles de aprovechamiento (Poot Salazar et al., 2015; López-Rocha et al., 2019; Gamboa Álvarez et al., 2020; Gamboa-Álvarez et al., 2021). Asimismo, se han reportado los principales impactos económicos y sociales que la captura ilegal de pepino de mar ha generado (Pedroza-Gutiérrez & López-Rocha, 2021).

#### 4 Marco teórico

El marco regulatorio de la pesca de pepino de mar está integrado por cuatro principales componentes: los actores, las leyes, los instrumentos de manejo y los instrumentos de política. Como actores se entienden a aquellos órganos de gobierno a nivel federal, estatal o municipal encargados de formular y aplicar las normatividades existentes. Además, se incluyen a los institutos encargados de la investigación y a los actores encargados del aprovechamiento, distribución y comercialización de esta especie. De acuerdo con el diccionario universal de términos parlamentarios, una ley es una “regla de conducta establecida por la autoridad” (Berlín Valenzuela, 1998). Así, la pesca está regida principalmente por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) y la LGPAS, además de otras leyes involucradas.

Dentro de los instrumentos de manejo podemos encontrar principalmente a la CNP que describe la pesquería de pepino de mar, así como las principales medidas de manejo que se deben adoptar para esta pesquería. Asimismo, el plan de manejo pesquero de pepino de mar es un instrumento más detallado en donde se proporcionan los detalles técnicos y normativos relacionados a esta pesquería. Por otra parte, la NOM-009-SAG/PESC-1994 establece los procedimientos para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de flora y fauna acuáticas, las cuales se publican en el Diario Oficial de la Federación<sup>5</sup>, así como las cuotas de captura permitidas para cada temporada de pesca.

Como ya se ha explicado en apartados anteriores, el concepto de ilegalidad en el ámbito pesquero mexicano varía dependiendo del recurso y las zonas de captura, por lo que en este estudio se entenderá por ilegalidad aquello que se encuentre fuera del marco regulatorio recién presentado (*fig. 4.1*).

En síntesis, podríamos mencionar que, a pesar de que los marcos regulatorios de la pesca parecen ser sólidos, la gran extensión de las costas mexicanas, así como la gran diversidad cultural y biológica de cada una de las localidades costeras, hace muy difícil la aplicación y vigilancia de las normatividades establecidas por las autoridades. Tomar en cuenta la complejidad que representan los sistemas costeros (Charles, 2001) resulta fundamental para un eficiente diseño de estrategias de manejo que puedan ser respetadas por los pescadores sin que se vulneren sus medios de vida.

---

<sup>5</sup>Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos de carácter permanente e interés público, cuya función consiste en publicar en el territorio nacional las leyes, decretos, reglamentos, acuerdos, circulares, órdenes y demás actos expedidos por los Poderes de la Federación, en sus respectivos ámbitos de competencia, a fin de que éstos sean aplicados y observados conforme a derecho. Su administración es responsabilidad de la Secretaría de Gobernación (Sistema de Información Legislativa, 2021).

#### 4 Marco teórico

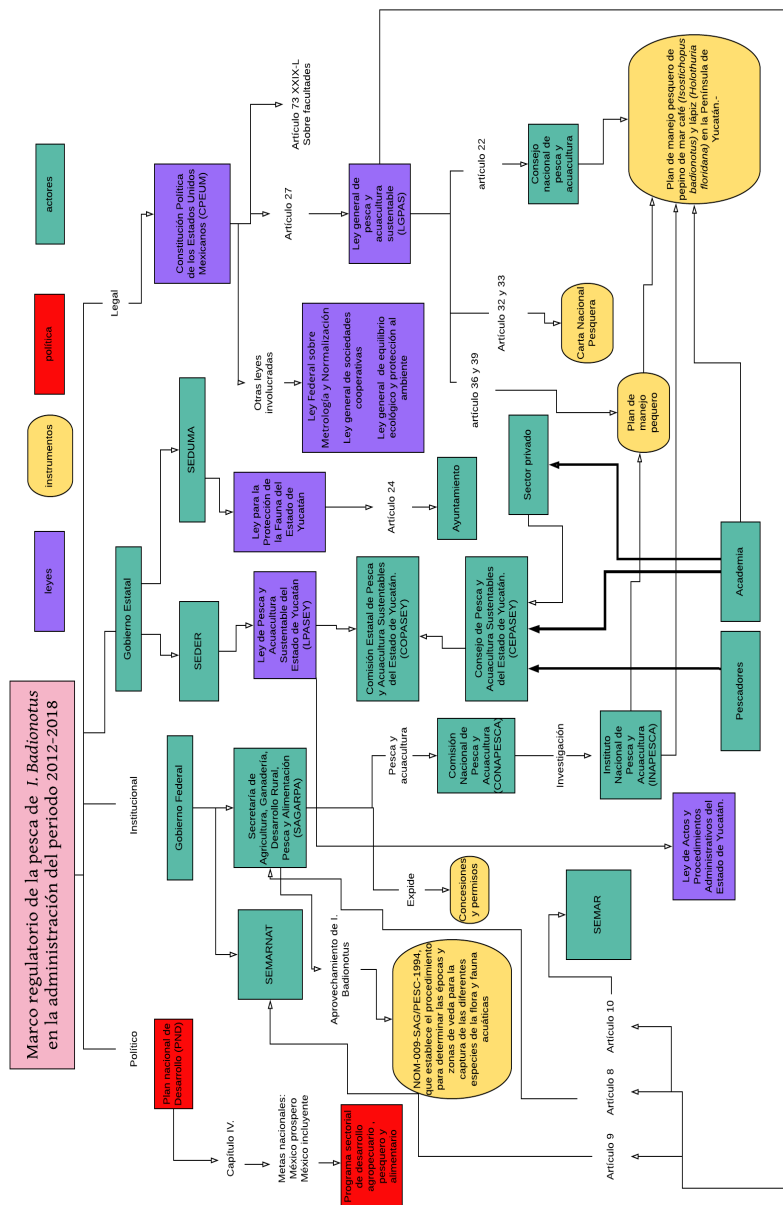


Figura 4.1: Marco legal del recurso pepino de mar (*I. badionotus*) siguiendo el esquema de Bravo-Calderón (2017) en donde se identifican a los actores, los instrumentos de política, de manejo y las leyes involucradas en la explotación del recurso. Este marco legal fue determinado a modo de fotografía para el periodo de estudio (2012-2017) ya que el recurso se incluyó en la CNP en el 2012 y se cerró la pesquería en el 2019, siendo el 2018 la última temporada de pesca. Elaboración propia.

## 5 Metodología

### 5.1. Zona de estudio

Se ha reportado que la península de Yucatán se diferencia de otros estados de la República Mexicana por carecer de elevaciones importantes así como de su suelo kárstico, considerándose como una región fisiográfica (Lugo Hubp & Córdova, 1992; Escobar Sánchez, 2018). La plataforma de Yucatán se extiende aproximadamente por aproximadamente 300 km hacia el norte de sus costas y presenta una pendiente suave y poco pronunciada (Carranza-Edwards et al., 1979; Enriquez et al., 2010; López González & Domínguez Sandoval, 2017) (*fig. 5.1*)

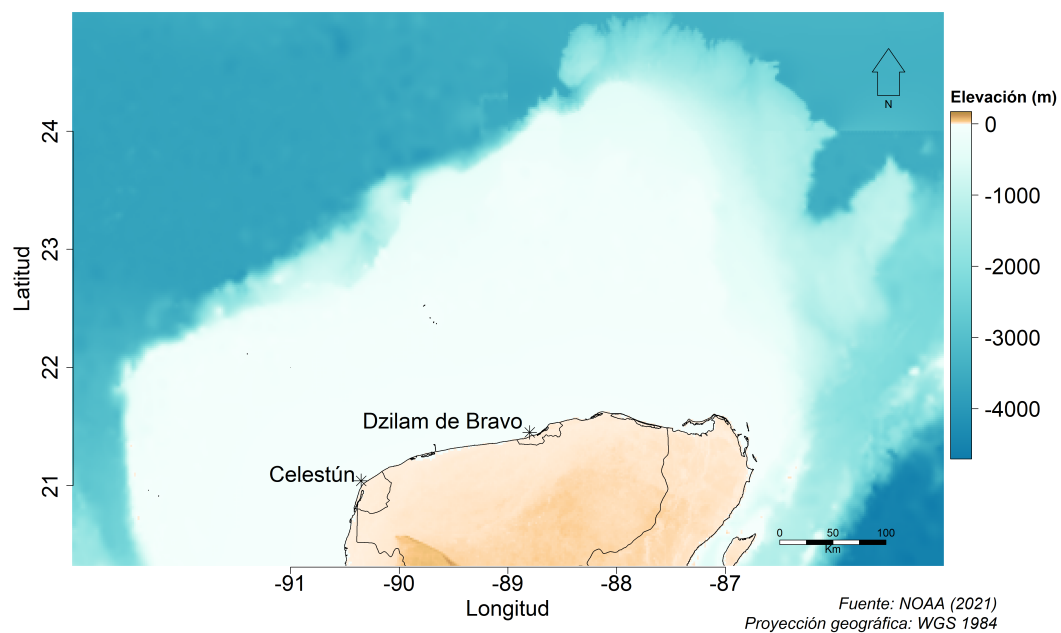


Figura 5.1: Mapa batimétrico del estado de Yucatán. En asterisco se encuentran señalados los puertos de estudio. Fuente: Elaboración propia con datos de la NOAA (2021).

Las variaciones climáticas están determinadas por tres temporadas que se dan a lo largo del año: “secas” (marzo, abril, mayo y junio), “lluvias” (julio, agosto y septiembre) y “nortes” (octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero) (Batllori-Sampedro et al.,

2012). Si bien el Atlántico es una zona en donde la actividad por huracanes es constante, el mar Caribe y el Golfo de México es la zona más afectada de la región (Magariño et al., 2010).

Asimismo, la costa de la península de Yucatán se encuentra cerca del canal de Yucatán, en donde distintas masas de agua fría y llena de nutrientes son transportadas por la corriente de Yucatán, provocando una surgencia estacional en verano y *blooms* algales. Esta surgencia juega un papel fundamental en las cadenas tróficas de muchas especies del océano. Sin embargo, bajo circunstancias específicas, estos *blooms* de algas pueden desarrollar características perjudiciales (*e.g.* mareas rojas y dinoflagelados) que afectan a los organismos marinos y, por lo tanto, a la industria pesquera (Enriquez et al., 2010).

Por otro lado, de acuerdo con la Secretaría de Pesca y Acuicultura Sustentables del estado de Yucatán (SEPASY) (2019), en la costa del estado se censaron a un total de 10,487 pescadores, de los cuales en Progreso se concentran el 26.97 %, en Celestún 14.32 % y en Dzilam de Bravo 12.04 %.

El trabajo de campo se llevó a cabo en los municipios de Celestún y Dzilam de Bravo, en el estado de Yucatán, México. De acuerdo con datos de la CONAPESCA (*base de datos 2007-2017*), en estos municipios se concentró el 49.14 % del peso total desembarcado histórico de pepino de mar durante el periodo 2007-2017, siendo Celestún el que tuvo mayor captura (2,955 *ton*) y Dzilam de Bravo el segundo mayor (2,812 *ton*).

### 5.1.1. Celestún

Celestún es un puerto que colinda al Oeste con el estado de Campeche y al Norte con el Golfo de México (*fig.* 5.1). Según el último censo de población y vivienda del INEGI (2020), se estimó una población de 8,389 habitantes con el 51 % hombres y el 49 % mujeres. Los pobladores con edades de entre 0 y 29 años acumulan el 49.76 % del total de la población (3.82 % menos que el censo pasado). Celestún ha tenido una tasa de crecimiento poblacional de 2.10 % desde 1990 (*fig.* 5.2). La actividad económica que genera más ingresos es la industria manufacturera con el 53.45 % (304.05 mdp) de su producción bruta total, seguido de la pesca con el 30.99 % (194.84 mdp). De acuerdo con el último censo pesquero realizado en el 2019 por el Gobierno del estado de Yucatán, en Celestún se registraron 1,502 pescadores, lo que representa el 17.90 % de su población total y el 50.76 de su población ocupada (INEGI, 2015; SEPASY, 2019; INEGI, 2020).

Podríamos considerar que, en Celestún, la pesca es de las actividades más importantes por su importancia cultural y económica. Si bien la industria salinera fue la actividad más importante de Celestún durante algunos siglos, el declive en esta industria orilló a sus habitantes a mirar hacia la pesca. Además, con la “*marcha al mar*”, implementada durante el gobierno de Ruíz Cortines (1952-1958), muchos pobladores de las comunidades cercanas emigraron a este puerto para pasar de la industria henequenera a la pesquera (Fraga, 2004; Uc-Espadas, 2007)

## 5 Metodología

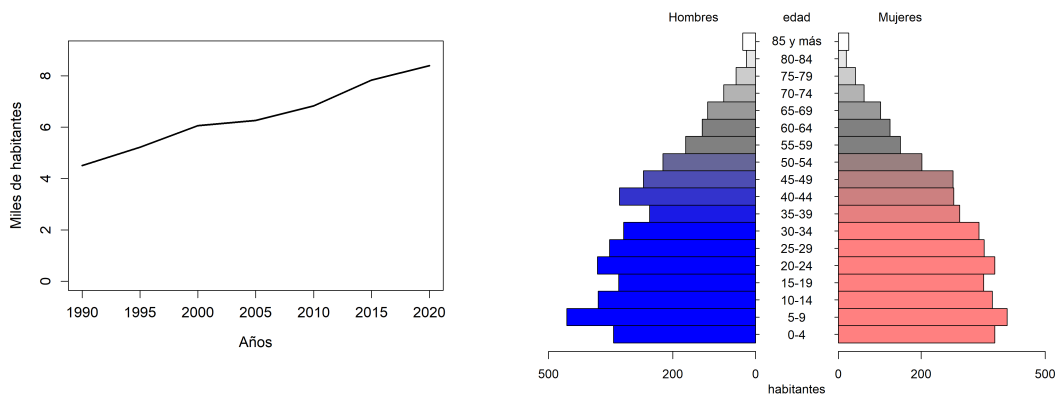


Figura 5.2: Crecimiento poblacional en el periodo 1990-2020 y estructura poblacional en Celestún, Yucatán en el año 2020. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2020.

### 5.1.2. Dzilam de Bravo

Dzilam de Bravo es un puerto pesquero cuyo territorio colinda al norte con el golfo de México, al este con el municipio de San Felipe y al oeste con el municipio de Dzindzantún (*fig. 5.1*). Para el 2020 se estimó una población de 2,936 habitantes con el 50.20 % hombres y el 49.80 % mujeres. Los pobladores con edades entre 0 y 29 años acumulan el 49.76 % del total de la población. Dzilam de Bravo ha tenido una tasa de crecimiento poblacional de 1.31 % desde el año 1900 (*fig. 5.3*).

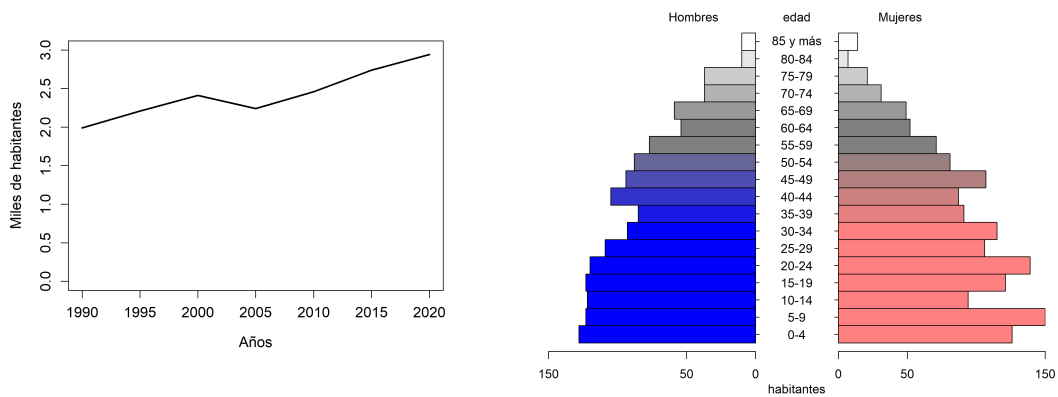


Figura 5.3: Crecimiento poblacional en el periodo 1990-2020 y estructura poblacional por edad en Dzilam de Bravo, Yucatán en el año 2020. Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2020.

En Dzilam de Bravo la actividad económica que genera más ingresos es la pesca con



el 48.91 % (131.61 mdp anual) de su producción bruta total. De acuerdo con el último censo pesquero realizado en el 2019 por el Gobierno del estado de Yucatán, en Dzilam de Bravo se registraron 1,263 pescadores, lo que representa el 43.02 % de su población total y el 119.15 % de su población ocupada (INEGI, 2015; SEPASY, 2019; INEGI, 2020). Las proporciones que aquí se muestran están sobreestimadas ya que en el censo de pescadores que se llevó a cabo en el municipio de Dzilam de Bravo, también se tomaron en cuenta a habitantes de otros municipios cercanos que capturan en el puerto; sin embargo, es una cifra representativa del esfuerzo pesquero que se lleva a cabo en el municipio.

## 5.2. Dinámica de las capturas de pepino de mar

Se llevó a cabo un análisis de la base de capturas proporcionada por la CONAPESCA. Esta base de datos contiene los registros de arribo de capturas de pepino de mar en los puertos de Yucatán entre el año 2007 y 2017. Cada registro de arribo contiene los sitios de desembarque, las unidades económicas que emitieron el aviso de arribo, la fecha de aviso, número de permiso, nombre de la especie, peso desembarcado, precio por kilogramo y valor total de la captura.

De esta base de datos se obtuvo el número de usuarios con derecho a la explotación del pepino de mar, denominados unidades económicas (UE). Una unidad económica es un grupo pesquero al que se le otorgó una licencia de captura para esta pesquería y a su vez, un grupo pesquero puede ser cooperativa pesquera o permisionario. Los pescadores libres generalmente no cuentan con embarcación propia ni con permisos de captura, por lo que suelen ser empleados por este tipo de organizaciones o actores.

En segundo lugar, se analizaron las variaciones espacio-temporales de la captura de pepino de mar, con el fin de detectar posibles patrones o tendencias que puedan revelar el desarrollo y estado de la pesca de pepino de mar en Yucatán. Asimismo, se analizó la tendencia general de los últimos años de captura, así como las variaciones en las proporciones de captura entre puertos.

Para establecer un estado general de la pesquería de pepino de mar, se llevó a cabo un análisis de las desviaciones de las capturas. Se utilizó el índice de capturas propuesto por Arreguín-Sánchez (2006), el cual expresa la tasa de cambio de las capturas como:

$$IC_a = \ln \left( \frac{C_a}{C_{\bar{a}}} \right) \quad (5.1)$$

Donde  $IC_a$  es el índice de capturas anual,  $C_a$  es la captura en el año  $a$  y  $C_{\bar{a}}$  es la captura promedio durante el periodo de estudio (2006-2014). Si el valor del índice ( $IC$ ) es cero, significa que no hay cambio de un año con respecto al promedio.

Bajo los supuestos de que el esfuerzo ha ido aumentando en el tiempo y que el recurso está explotado en un nivel cercano al de máxima producción biológica, la tendencia del índice de capturas ( $IC$ ), puede tomarse como un indicador global de las tendencias de la biomasa y de esta manera tener un indicador grueso del estado del recurso (Arreguín-Sánchez, 2006).

## 5 Metodología

Se analizó también con el  $IC$  las desviaciones de la captura por puerto de pesca mediante la modificación a la ecuación 5.1:

$$IC_z = \ln \left( \frac{C_z}{C_{\bar{z}}} \right) \quad (5.2)$$

Donde  $C_z$  son las capturas en el puerto  $z$  y  $C_{\bar{z}}$  son las capturas promedio de los puertos correspondientes. Los índices  $IC_a$  y  $IC_z$  podrán tomarse como un indicador de la variabilidad espaciotemporal de las capturas.

A los  $IC$  obtenidos, se les aplicó una regresión lineal para determinar la ecuación de la recta y así poder obtener tendencias de captura. La regresión se obtuvo con el software de programación estadística R v3.6.2 con la función  $lm()$  que ajusta un modelo lineal utilizando al  $IC$  como variable dependiente y al tiempo como variable independiente. Asimismo, al valor de la pendiente obtenido se le aplicó una prueba de  $T$  student ( $H_0$ : **pendiente = 0**) para aceptar o rechazar el que existiera una tendencia en los  $IC$ .

### 5.3. Trabajo en campo

El trabajo de campo de esta investigación se llevó a cabo entre junio de 2019 y enero de 2020. En este periodo se realizaron tres visitas a cada uno de los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo para entrevistar a dueños de bodegas, socios y directivos de cooperativas. Otras seis visitas más se realizaron a Celestún y Dzilam de Bravo para aplicar una encuesta a los pescadores de estos puertos. El 24 de octubre de 2019 se realizó la prueba piloto de la encuesta en el puerto de Dzilam de Bravo, Yucatán, para asegurarse de que las preguntas eran claras para los pescadores; así como para cerciorarse de que las herramientas que se iban a emplear (*i.e.* dados, grabadoras, vasos, tablas bitácoras, etc.) cumplían con la función y practicidad para las que se eligieron.

Previo a cada salida de campo, se revisó el pronóstico del clima ya que los meses de estudio correspondieron a la temporada de nortes de la Península de Yucatán. En términos portuarios, dentro de la dinámica pesquera en la costa yucateca, las temporadas climáticas cobran importancia ya que, cuando hay aviso o ‘*entrada de norte*’, las autoridades cierran el puerto declarando bandera roja. Esto significa que el mar estará lo suficientemente ‘*picado*’ como para no garantizar la seguridad de las embarcaciones que salgan al mar. En estos casos, la flota artesanal no sale a pescar, la presencia de los pescadores es escasa y los que no permanecen en sus hogares, generalmente se encuentran limpiando sus embarcaciones o realizando tareas en las UE para las que trabajan.

El equipo de trabajo llegaba al puerto correspondiente a las 8:00 hrs., aproximadamente. Este horario fue escogido ya que, al ser temporada de escama, pulpo y langosta, los pescadores salen al mar temprano. La idea fue encontrar a algunos pescadores antes de que salieran al mar para que fueran encuestados. Por otro lado, entre las 11:00 y las 14:00 hrs., cuando los pescadores se encontraban en el mar, era periodo de inactividad en los puertos, por lo que, en ese horario, sólo se aplicaron cinco encuestas en total de las seis salidas a campo. Después de las 14:00 hrs., las embarcaciones que salieron a

pescar comenzaban a llegar al puerto, por lo que se aprovechó ese horario para aplicar cuestionarios cuando los pescadores se desocupaban. En algunas ocasiones, llegaba una gran cantidad de embarcaciones al mismo tiempo y fue muy difícil encuestar a todos; sin embargo, en las próximas salidas de campo, se visitó la misma UE para preguntar por los pescadores que hacían falta de encuestar.

### 5.3.1. Entrevistas

Las entrevistas se realizaron durante los meses de junio y septiembre de 2019. Se efectuaron un total de seis salidas de campo para realizar entrevistas semiestructuradas a dueños de bodegas, socios y directivos de cooperativas pesqueras en los municipios de Celestún y Dzilam de Bravo (tres salidas a cada puerto). Los objetivos de estas entrevistas fueron 1) hacer un análisis exploratorio sobre la situación de la captura de pepino de mar en ese momento, 2) solicitar autorización para aplicar la encuesta de estimación de la pesca ilegal a sus trabajadores, 3) identificar a los diferentes actores de la pesca legal e ilegal del pepino de mar y obtener información sobre sus formas de participación en la captura de pepino de mar, 4) obtener información para el diseño y ajustes de la encuesta para la estimación de la pesca ilegal.

Antes de comenzar con cada entrevista, se le informó al entrevistado sobre el anonimato y se le explicaron los objetivos de la investigación. Además de esto, se le solicitó su consentimiento para realizar grabación de voz durante la entrevista para su posterior análisis.

Para identificar los grupos de actores que realizan actividades relacionadas con la pesca ilegal de pepino de mar, se utilizó la técnica “bola de nieve”, la cual es un método utilizado en la investigación en ciencias sociales porque además de obtener información sobre el individuo, se obtiene información de las redes sociales como parte de una estructura mucho más grande que la individual. Adicionalmente a esto, es posible obtener grupos muestrales numerosos que con otros métodos sería difícil lograr (Coleman, 1958).

El muestreo “bola de nieve” construye una muestra de estudio a través de informantes clave que proporcionan información sobre otros sujetos que tienen las mismas características de interés para los objetivos de investigación. Este método es utilizado cuando la información que se requiere es sensible, por lo que se requiere el conocimiento de los pobladores locales para identificar actores que puedan proporcionar información de interés (Biernacki & Waldorf, 1981).

Las entrevistas tuvieron una duración de 30 a 90 minutos, se transcribieron y se analizó su contenido para identificar los aspectos más relevantes para la construcción de un instrumento que nos permitiera recopilar información cuantitativa.

### 5.3.2. Análisis de datos cualitativos

Para analizar el contenido de las entrevistas a actores clave, se organizó la información en cinco grandes grupos: a) causas de la captura ilegal, b) información sobre la captura ilegal, c) consecuencias de la captura ilegal, d) rasgos de las comunidades y e) actores.

La información clasificada en el primer grupo de información respondió a la pregunta *¿por qué existe la captura ilegal?*, mientras que en el segundo grupo de información se clasificó la información sobre el *modus operandi* de los comerciantes y pescadores ilegales, es decir, se respondieron a las preguntas *¿cuántos pescadores ilegales se estiman?*, *¿quiénes son los principales compradores del producto ilegal?*, *¿en dónde se procesa la captura ilegal?* y, *¿de qué manera se transporta el producto ilegal?*

En el tercer grupo de información se canalizó toda la información concerniente a los impactos que ha tenido la captura ilegal en las dinámicas sociales, económicas y ambientales en los puertos de Dzilam de Bravo y Celestún, respondiendo a la pregunta, *¿qué efectos ha tenido el auge y declive de la pesquería de pepino de mar?*

En el cuarto grupo *Rasgos de las comunidades* se describen las formas de vida de los pescadores desde el punto de vista de los entrevistados, las formas y medios de vida en el puerto, así como algunos cambios que se han presentado desde que comenzó a explotarse el pepino de mar y, por último, en el quinto grupo de información se incluyó la información que respecta a *¿quiénes forman parte de la cadena de valor de la pesquería de pepino de mar?* Se identificaron distintos actores que participan directa o indirectamente en la pesquería, es decir, a los que capturan y comercializan el producto, así como los consumidores y los encargados de formular y aplicar las regulaciones hacia esta industria.

Para presentar los resultados de este primer momento, se utilizó estadística descriptiva con un enfoque frecuentista, ya que la mayoría de las variables fueron categóricas y cualitativas.

### 5.3.3. Encuesta

La encuesta aplicada a los pescadores (Anexo 1) contenía una sección denominada “preguntas de contexto”, la que comprendía de cinco preguntas abiertas (*cuadro 5.1*).

Cuadro 5.1: Preguntas de contexto en la encuesta aplicada a pescadores de Celestún y Dzilam de Bravo, Yucatán.

Número	Pregunta
1	¿Por qué hay pesca de pepino de mar ilegal?
2	¿Qué motiva a un pescador pescar ilegalmente pepino de mar?
3	¿Qué motiva a un pescador a pescar especies en veda?
4	¿Quiénes son los compradores de la pesca ilegal?
5	¿La situación de la pesca es: buena, regular o mala?

La información obtenida con cada una de las preguntas fue analizada en R v3.6.2 con la librería *tm v0.7* utilizado para la minería de textos. La minería de textos es un proceso que consiste en automatizar la identificación de patrones en textos gracias a diversas herramientas computacionales. Una vez identificadas las palabras clave para cada una de las preguntas, se elaboraron histogramas de frecuencia para obtener las palabras clave más frecuentes. Los resultados se ilustraron mediante nubes de palabras elaborados con

la paquetería *ggplot2 v3.3.0* y *ggwordcloud v0.5*. Para presentar los resultados de este segundo momento, se utilizó estadística descriptiva con un enfoque frecuentista, ya que la mayoría de las variables fueron categóricas y cualitativas.

### 5.4. Estimación de la captura ilegal

#### 5.4.1. Encuesta

Con la información obtenida en las entrevistas, se realizaron ajustes en el cuestionario de la encuesta que se utilizaría para estimar la proporción de pescadores ilegales y el volumen de captura ilegal de acuerdo con la técnica de respuesta aleatoria y respuesta aleatoria forzada aplicada en la pesca ilegal, la que es recomendada para reducir el sesgo de los respondientes ante preguntas sensibles (Boruch, 1971; Greenberg et al., 1971; Tracy & Fox, 1981; Oyanedel et al., 2018).

La encuesta estaba conformada por cinco secciones (Anexo 1): 1) correspondió a los datos de identificación de la encuesta (*lugar, fecha, hora y nombre del entrevistador que aplicó la encuesta*), 2) datos sobre el pescador (*edad, tiempo de ser pescador, tipo de pescador, años en los que ha participado en la pesca de pepino de mar, lugar de nacimiento, escolaridad, y si contaba o no con permiso de pesca de pepino de mar*), 3) proporción de pescadores ilegales (técnica de respuesta forzada) (ver sección *Proporción de pescadores ilegales*), 4) volumen de captura ilegal (técnica de respuesta aleatoria) (ver sección *Volumen de capturas ilegales*), 5) preguntas de contexto u opinión (*causas de la pesca ilegal, compradores del producto ilegal, situación actual de la pesca*).

### 5.5. Análisis cuantitativo

#### 5.5.1. Proporción de pescadores ilegales

El primer paso para aplicar los cuestionarios de la encuesta era hablar con el responsable de la UE, el cual daba autorización a sus trabajadores para responder la encuesta. Una vez que se obtenía autorización, los pescadores usualmente respondían de manera confiada a lo que se les preguntaba. Antes de comenzar con cada cuestionario, se le informaba al pescador el carácter anónimo de las encuestas, así como las instrucciones de cada una de las técnicas utilizadas en las preguntas.

Para calcular la proporción de pescadores ilegales se utilizó la técnica de respuesta aleatoria (Boruch, 1971) utilizada por Oyanedel et al. (2018). Esta técnica permite disminuir el sesgo de las respuestas de los encuestados cuando se les pregunta información sensible (*i.e.* participación en actividades ilegales), ya que en todo momento se mantiene el anonimato del encuestado y en ningún momento el encuestador conoce con certeza las respuestas.

La pregunta “¿Has pescado pepino de mar ilegalmente?” fue evaluada con este método. Para este método se emplea un dado regular de seis caras. En una de sus caras está escrita la palabra “sí”, en otra la palabra “no” y en las cuatro restantes la letra V. Para esta técnica, se le solicita al encuestado que haga girar el dado en cada una de las preguntas de

esta sección. El encuestado sólo podrá responder “sí” o “no”. Si al girar el dado obtiene la palabra “sí”, el encuestado tendrá que responder forzosamente “sí” (respuesta forzada) ( $p = 1/6$ ). Por el contrario, si el encuestado al girar el dato obtiene la palabra “no”, tendrá que responder forzosamente “no” (respuesta forzada) ( $p = 1/6$ ). Sin embargo, si al girar el dado obtiene la letra  $V$ , el encuestado tendrá que responder “sí” o “no” dependiendo si cometió o no pesca ilegal (respuesta verdadera) ( $p = 4/6$ ). El encuestador en ningún momento conoció cuál fue el resultado del encuestado al girar el dado para proteger la privacidad y anonimato de este. El procedimiento se explicó detalladamente al entrevistado para que comprendiera que sus respuestas eran anónimas dado que el encuestador no podía conocer si contestó una respuesta forzada o una verdadera.

Con los resultados se calculó la proporción de pescadores ilegales a través de la siguiente ecuación (Hox & Lensvelt-Mulders, 2004):

$$\pi = \frac{\lambda - \theta}{s} \quad (5.3)$$

En donde  $\pi$  es la proporción de los encuestados que han capturado ilegalmente pepino de mar,  $\lambda$  es la proporción de los encuestados de la muestra que respondieron “sí”,  $\theta$  es la probabilidad de que la respuesta “sí” haya sido forzada y  $s$  es la probabilidad de que la respuesta haya sido verdadera.

Además, se calculó la el error estándar como medida de dispersión a través de la siguiente ecuación (Hox & Lensvelt-Mulders, 2004; Tracy & Fox, 1981):

$$SD(\pi) = \sqrt{\frac{\lambda(1 - \lambda)}{ns^2}} \quad (5.4)$$

En donde  $SD(\pi)$  es la desviación estándar de la proporción de los encuestados que han capturado ilegalmente pepino de mar,  $\lambda$  es la proporción de los encuestados de la muestra que respondieron “sí”,  $s$  es la probabilidad de que la respuesta haya sido verdadera y  $n$  es el tamaño de muestra.

### 5.5.2. Volumen de capturas ilegales

Para estimar el volumen de las capturas ilegales de pepino de mar se utilizó la técnica de respuesta aleatoria propuesta por Greenberg et al. (1971). Cuando la información obtenida se considera sensible ya que podría representar un riesgo legal o social al encuestado, y se duda de la veracidad de sus respuestas, se utiliza esta técnica por su amplio soporte estadístico Boruch (1971). Esta técnica ya ha sido utilizada por Oyanedel et al. (2018) para estimar el volumen de capturas ilegales en Chile.

La técnica consiste en diseñar un instrumento en donde se incluyan pares de preguntas, en donde una de ellas es la que interesa para cumplir con los objetivos de la investigación (**pregunta sensitiva**) y otra de soporte (**pregunta inocua**), que el entrevistado puede contestar sin que represente un riesgo. La manera de responder a estas preguntas es con dos dados regulares, de seis caras numeradas del 1 al 6, cada uno. El entrevistado gira

## 5 Metodología

los datos y dependiendo del resultado de éstos, será la pregunta que responderá. Las preguntas sensitivas e inocuas incluidas en el instrumento se presentan en el *cuadro 5.2*. Las preguntas sensitivas e inocuas tienen una probabilidad asociada de ser respondida de acuerdo con la combinación de los datos como se muestra en el *cuadro 5.3*.

Cuadro 5.2: Preguntas sensitivas ( $\mu_A$ ) y preguntas inocuas ( $\mu_Y$ ) aplicadas en las encuestas.

Número de Pregunta	$\mu_A$	$\mu_Y$
1	¿Cuántos días al año máximo pesca o ha pescado pepino de mar ilegal?	¿Cuántos días al año máximo no se puede pescar por mal tiempo?
2	¿Cuántos días al año mínimo pesca o ha pescado pepino de mar ilegal?	¿Cuántos días al año mínimo no se puede pescar por mal tiempo?
3	¿Cuántos kilos máximo de pepino de mar capturas en un día?	¿Cuántos kilos máximo de pepino de mar se requiere para que la pesca sea redituable?
4	¿Cuántos kilos mínimo de pepino de mar capturas en un día?	¿Cuántos kilos mínimo de pepino de mar se requiere para que la pesca sea redituable?
7	¿Cuál es el precio máximo por kilo de pepino de mar ilegal?	¿Cuál es el precio máximo justo por kilo de pepino de mar?
8	¿Cuál es el precio mínimo por kilo de pepino de mar ilegal?	¿Cuál es el precio mínimo justo por kilo de pepino de mar?

Siguiendo la metodología anterior, al entrevistado se le entregó un kit con 2 dados, un vaso (a modo de “*cubilette*”), y una tabla que incluía las preguntas sensitivas e inocuas, con las combinaciones de dados asociadas a cada una. Además, el encuestador explicó al encuestado el procedimiento a seguir cada vez que se aplicó la encuesta. El encuestador en ningún momento pudo ver el resultado de los dados ni la pregunta que el encuestado estaba respondiendo para asegurar la confidencialidad del encuestado.

En este método se tiene que llevar a cabo en una muestra y una submuestra, es decir, se deben realizar un cuestionario con una probabilidad asociada a la pregunta sensitiva de 0.7 (submuestra 1) y otro con una probabilidad asociada a la pregunta sensitiva de 0.3 (submuestra 2); como resultado, en el cuestionario *submuestra 1*, las preguntas inocuas tendrán una probabilidad de ser respondidas de 0.3 y en el cuestionario *submuestra 2* tendrán una probabilidad de ser respondidas de 0.7 (*cuadro 5.3*).

Dada la contingencia sanitaria por COVID-19 y el cierre de emergencia de todas las

Cuadro 5.3: Distribución de probabilidades para cada una de las preguntas en la Muestra 1 y en la submuestra.

Pregunta	Muestra	Suma de datos	$p^a$
Sensitiva	Submuestra 1	4,5,6,7,8 ó 9	0.7
	Submuestra 2	2,3,10,11 ó 12	0.3
Inocua	Submuestra 1	2,3,10,11 ó 12	0.3
	Submuestra 2	4,5,6,7,8 ó 9	0.7

actividades presenciales en la Universidad, únicamente se llevó a cabo la submuestra 1. Sin embargo, los datos recolectados para cada una de las preguntas se organizaron aleatoriamente. Para lograr lo anterior, se utilizó el software R. Se creó un vector de valores continuos del mismo tamaño que el número  $n$  de respuestas registradas a cada pregunta. Posteriormente, se tomó una muestra aleatoria de las respuestas y se alinearon con el vector anterior. Posteriormente se dividió el total de respuestas por la mitad, es decir  $n/2$  y se eligió la primera mitad para la submuestra 1 y la segunda mitad para la submuestra 2. Así, se analizaron los datos con las probabilidades provistas para cada una de las submuestras (*listing 5.1*).

```

1
2 p1 <- data.frame(base[base$preg == c(1),])
3 p1$sec <- seq(1, length(p1$preg), 1)
4 p1$ale <- sample(respuestas)
5 p1$subval <- ifelse(p1$sec < (length(p1$preg)/2), "Sub1", "Sub2")

```

Código 5.1: Ejemplo de procedimiento seguido para aleatorizar la obtención de las submuestras 1 y 2.

Lo anterior fue necesario para construir un sistema de ecuaciones en el que se pudieran hacer las estimaciones cuantitativas de acuerdo con Greenberg et al. (1971):

$$\mu_A = \frac{(1 - p_2)\bar{Z}_1 - (1 - p_1)\bar{Z}_2}{p_1 - p_2} \quad (5.5)$$

y

$$\mu_Y = \frac{p_1 * \bar{Z}_1 - p_2 * \bar{Z}_2}{p_1 - p_2} \quad (5.6)$$

En donde  $\mu_A$  y  $\mu_Y$  son los promedios estimados para las preguntas sensitivas e inocuas, respectivamente,  $p_1$  y  $p_2$  son las probabilidades asociadas a cada una de las submuestras 1 y 2 (0.7 y 0.3 para  $\mu_A$  y 0.3 y 0.7 para  $\mu_Y$ , respectivamente),  $\bar{Z}_1$  y  $\bar{Z}_2$  es el promedio de los valores obtenidos para las preguntas sensitivas e inocuas, respectivamente.



## 5 Metodología

Se calculó la desviación estándar para las estimaciones  $\mu_A$  y  $\mu_Y$ , utilizando la varianza  $V$  de los datos colectados, con las siguientes ecuaciones (Greenberg et al., 1971; Oyanedel et al., 2018):

$$SD(\mu_A) = \sqrt{\frac{(1 - p_2)^2 V(\bar{Z}_1) + (1 - p_1)^2 V(\bar{Z}_2)}{(p_1 - p_2)^2}} \quad (5.7)$$

y

$$SD(\mu_Y) = \sqrt{\frac{p_1^2 * V(\bar{Z}_1) + p_2^2 * V(\bar{Z}_2)}{(p_1 - p_2)^2}} \quad (5.8)$$

Con estas estimaciones, fue posible estimar la captura ilegal per cápita de pepino de mar anual (Cpc), la captura ilegal total anual (CTa), así como su valor (VC) con las siguientes ecuaciones:

$$Cpc = \frac{t * C_t}{3} \quad (5.9)$$

Donde  $t$  es el promedio del número de días al año de pesca ilegal y  $C_t$  es el promedio de la captura ilegal en kilogramos por día. Ya que la  $C_t$  fue estimada a partir de los cuestionarios aplicados a pescadores y está en términos de captura por embarcación, la Cpc fue dividida entre tres porque la captura de pepino de mar se lleva a cabo entre al menos tres pescadores

$$CTa = Cpc * \pi * p \quad (5.10)$$

Donde  $p$  es el número de pescadores

y

$$VC = CTa * P_{kg} \quad (5.11)$$

En donde  $VC$  es el valor de la captura y  $P_{kg}$  es el precio por kilogramo de producto.

El número total de pescadores por puerto se obtuvo del padrón de pescadores 2019 que elaboró la Secretaría de Pesca y Acuicultura Sustentables de Yucatán (SEPASY). En términos generales se estima que el 60% de los pescadores practican el buceo, por lo tanto, se tomó el 60% del total de pescadores como potenciales participantes de la pesca de pepino de mar.

## 6 Resultados

### 6.1. Dinámica de las capturas de pepino de mar

#### 6.1.1. Usuarios del recurso

Las bases de capturas reportadas por la CONAPESCA están organizadas de acuerdo con las capturas que reporta cada UE a las autoridades. En Yucatán, durante el periodo de 2007-2017 se registraron 253 UE distribuidas en ocho puertos, siendo los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo los que más UE registraron (entre ambas concentraron el 55 % del total), mientras que en el Cuyo, San Felipe y Ría Lagartos son los puertos con menos UE registradas ( $\approx 5\%$  cada puerto) (*fig. 6.1*)

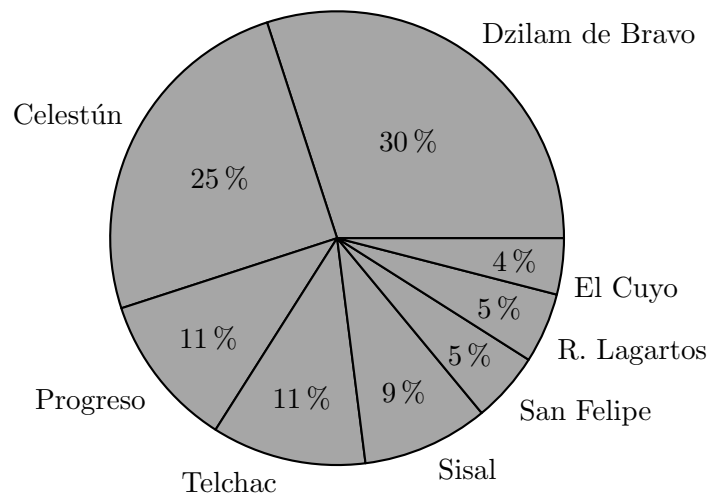


Figura 6.1: Distribución de las unidades económicas (UE) por puerto en el Estado de Yucatán durante el periodo 2007-2017. Fuente: CONAPESCA 2007-2017

De acuerdo con datos de la CONAPESCA (*base de datos 2007-2017*), a pesar de haber existido registro 253 UE a lo largo de la costa yucateca con permiso para a la explotación de pepino de mar, en tan sólo 17 de ellas se concentró el 50 % del total de las capturas registradas para el periodo 2007-2017 (*fig. 6.2*).

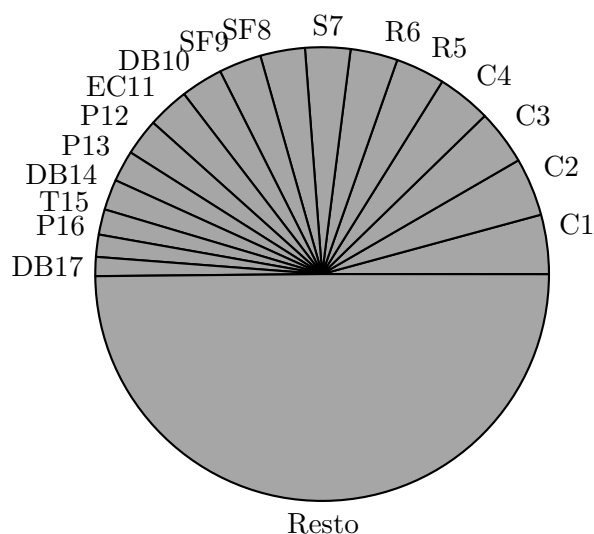


Figura 6.2: Distribución de las capturas de las unidades económicas por puerto en la costa de Yucatán en donde el 50 % de las capturas en el periodo 2007-2017 está concentrado en 17 UE. La primer letra de la nomenclatura utilizada corresponde a Celestún (C), Río Lagartos (R), San Felipe (SF), Dzilam de Bravo (DB), Progreso (P), Sisal (S), El Cuyo (EC) y Telchac (T). El número fue elegido arbitrariamente para distinguir a una UE de otra. Los nombres de las UE no se incluyeron en el gráfico para mantener el anonimato. Fuente: CONAPESCA 2007-2017.

### 6.1.2. Volumen de captura

El primer año de capturas reportadas de pepino de mar fue en el año 2007, en el que se desarrolló una pesca exploratoria con la expedición de pocos permisos de pesca de fomento. Aunque la captura hecha durante este año fue comercializada, el objetivo de emitir los permisos de pesca de fomento fue de investigación y sentar las primeras bases científicas de la pesquería. Debido a que se excedieron las cuotas establecidas por la CONAPESCA, en los dos años posteriores (2008 y 2009) la pesquería permaneció cerrada y no se registraron capturas de manera oficial (*fig. 6.3*).

Las tendencias históricas de captura de pepino de mar en el estado de Yucatán reflejan tres picos seguidos cada uno de una disminución importante en las capturas. El primero de estos picos ocurrió en el año 2010, seguido de dos años de capturas inferiores. El segundo de estos picos ocurrió en el año 2013 seguido de dos años de capturas evidentemente inferiores. En el año 2015 se observa el valle que reporta las capturas más bajas de todo el periodo analizado. Para lo anterior es importante recordar que fue precisamente en este año cuando la pesquería permaneció cerrada en los puertos de Celestún y Sisal, por considerarse insostenible. Para el año 2016, la pesquería tuvo un último repunte después de las bajas capturas del año anterior. Las capturas del 2016 se superaron en el 2017 y finalmente disminuyeron en el 2018 (*fig. 6.3*).

## 6 Resultados

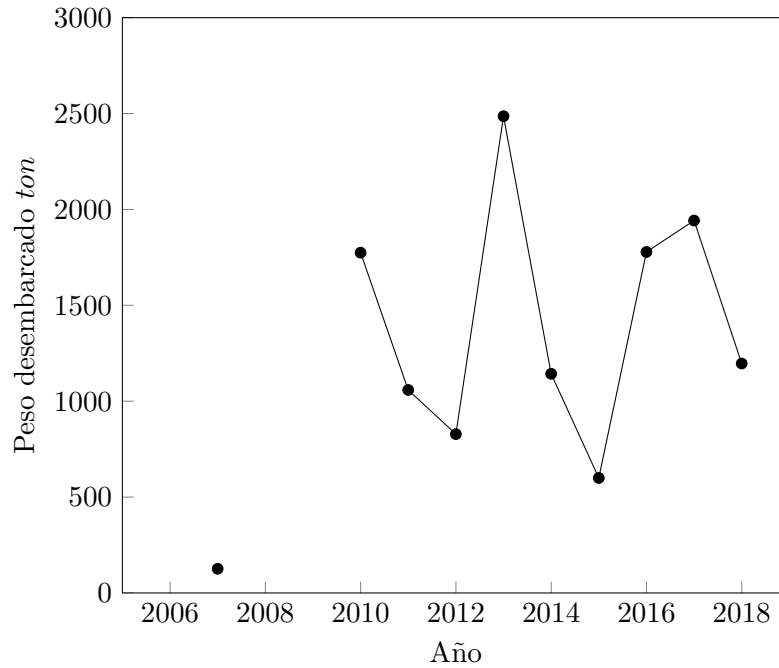


Figura 6.3: Histórico de capturas anuales de pepino de mar en el Estado de Yucatán durante el periodo 2007-2018. Las capturas están dadas en *ton* de peso desembarcado. Fuente: CONAPESCA 2007-2018.

En el 2007, las capturas se dieron únicamente en los puertos de Sisal, Progreso y Dzilam de Bravo, sumando una captura total de 126 *ton*. Durante los años 2010 al 2012 la captura de pepino de mar se practicó únicamente en Celestún, Sisal y Progreso. Sin embargo, se reportaron unas capturas casi insignificantes en el 2011 en Dzilam de Bravo (6 % del total anual). Para el año 2013, que corresponde al segundo pico en las tendencias de capturas, se observan capturas en todos los puertos del estado, siendo Dzilam de Bravo en donde se registró el mayor volumen de capturas (39 % del total anual). Durante el 2014 y 2015 se observan fuertes decrementos en las capturas del recurso en todos los puertos y se puede observar que en el 2015 las capturas fueron nulas en Celestún y Sisal (*fig. 6.4*). Para el 2016, se observa un nuevo pico en las capturas de Dzilam de Bravo, el cual corresponde al último repunte que tuvo la pesquería durante el periodo de estudio.

Se puede observar que de 2010 a 2013, las capturas fueron hechas, en su mayoría, en el puerto de Celestún con una permanente tendencia negativa. Por otro lado, a partir del 2014, en Dzilam de Bravo se registró la mayor proporción de las capturas a nivel estatal con una tendencia general negativa, pero con un repunte en el 2016.

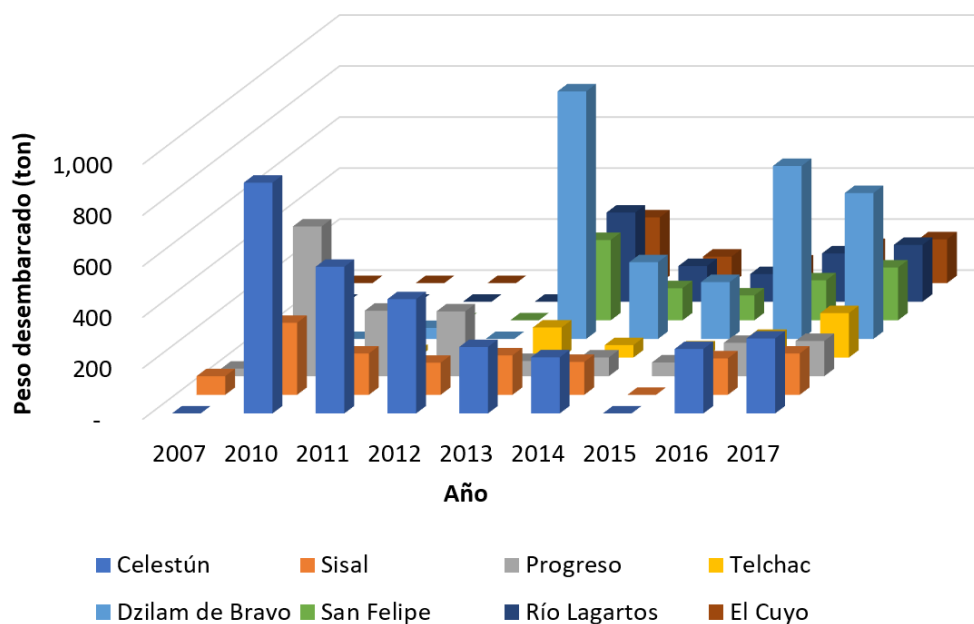


Figura 6.4: Histórico de capturas de pepino de mar en el Estado de Yucatán durante el periodo 2007-2017. En el eje  $x$  se encuentran los años, en el eje  $y$  el volumen de las capturas y en el eje  $z$  se encuentran los puertos en donde se llevó a cabo la captura, ordenados de poniente a oriente (de abajo hacia arriba). Fuente: CONAPESCA 2007-2017.

### 6.1.3. Índices de captura

De acuerdo con los resultados obtenidos con los IC, se puede observar que la pesquería se desarrolló en cuatro etapas principales. La primera etapa fue la que ocurrió durante el 2007, en donde se emitieron unos pocos permisos de pesca de fomento, con intenciones exploratorias y de investigación, por lo que esta etapa no es comparable con el resto. Las siguientes tres etapas se presentaron como constantes auges y declives, los cuales quieren decir que tuvieron importantes capturas al inicio de la etapa correspondiente (auge) pero tuvieron tendencias negativas hasta encontrar un valle (declive).

La segunda etapa fue el primer auge y declive de esta pesquería y ocurrió entre los años 2010 y 2012. En esta etapa se expidió número más alto de permisos de pesca de fomento y, a pesar de que la finalidad de los permisos fue la misma, la presión del mercado fue la que orilló a que se abrieran estas temporadas de pesca. Aunque estas pesquerías fueron permitidas en toda la costa yucateca, la captura fue hecha principalmente en la costa de Celestún y Sisal (*fig. 6.4*).

En esta segunda etapa se reportó una captura total de 3,661.33 ton durante los tres años, y se caracterizó por una rápida tasa de decremento (38 % anual,  $R^2 = 0.957$ ) (*fig 6.5*). A pesar de esto, la cantidad de permisos que se emitieron año con año incrementa-

ron.

A partir del año 2013 y hasta el 2015 ocurrió la tercera etapa de esta pesquería y el segundo auge y declive, en donde se emitieron los primeros permisos de pesca comercial, después de ser incluido el pepino de mar en la CNP. Durante esta etapa se abrieron cinco temporadas de pesca con un total de 95 días de pesca distribuidos en dichas temporadas. Se emitieron hasta 179 permisos de pesca por temporada, amparando hasta 569 embarcaciones. La captura total durante estos tres años fue de 4,228.47 ton (*fig. 6.3*) y aunque fue mayor que en el primer auge y declive, la tasa de decremento fue casi del doble (71% anual,  $R^2=0.997$ ).

La explotación del recurso en esta etapa ocurrió principalmente en la zona centro – oriente de la costa yucateca gracias al descubrimiento de nuevos parches de abundancia de pepino de mar frente a la costa de Dzilam de Bravo y Telchac. Sin embargo, las capturas registradas durante el 2013 y el 2014 en el poniente de la costa yucateca (*fig. 6.4*) sugieren que los pescadores de dichos puertos se trasladaban a la zona centro – oriente para explotar el recurso. Además, durante el 2015 la pesquería permaneció cerrada en Celestún y Sisal por considerarse insostenible.

La cuarta etapa de la pesquería abarca el tercer auge y declive que ocurrió entre los años 2016 y 2018. A pesar de la sobreexplotación durante el segundo auge y declive y las bajas capturas durante el 2015, la pesquería pareció tener un repunte en esta etapa. La captura durante este periodo supera a cualquiera de las dos etapas anteriores (4,916.84 ton) y la tasa de decremento fue la más baja (20% anual,  $R^2=0.957$ ).

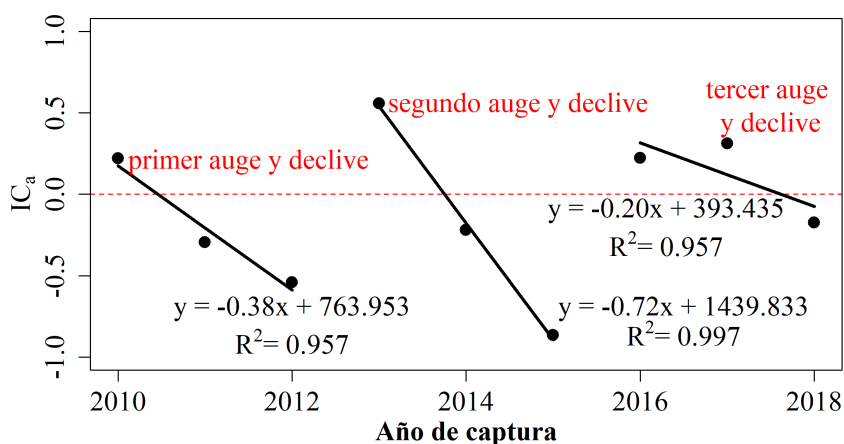


Figura 6.5: Tendencia anual de los IC para el pepino de mar en la costa del estado de Yucatán para el periodo 2010-2017, en donde la línea roja punteada representa al IC cuando tiene valor de 0. La línea sólida de color negro representa la línea de tendencia. Fuente: CONAPESCA 2010-2018.

## 6 Resultados

A pesar de haber reportado buenas capturas en esta cuarta etapa, la última temporada de captura de pepino de mar fue en el 2018. Desde el 2019 el recurso ha permanecido en veda permanente por la baja abundancia que presenta el recurso.

Las tendencias de captura en los puertos del estado de Yucatán nos muestran que, en los puertos de Celestún, Dzilam de Bravo y Progreso, las capturas reportadas estuvieron por encima del promedio de capturas por puerto. Por otro lado, Telchac y El Cuyo son los puertos con las menores capturas reportadas (*fig. 6.6*).

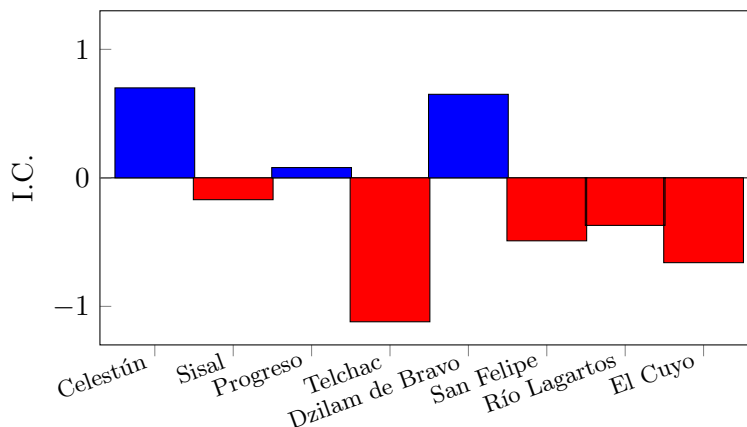


Figura 6.6: IC para los distintos puertos en el estado de Yucatán para el periodo 2010-2017. Fuente: CONAPESCA 2010-2017.

### 6.1.4. Valor de captura

El valor que ha adquirido el pepino de mar en las costas de Yucatán ha variado desde que comenzó a explorarse el recurso. Existen registros de desembarque de pepino de mar con precios a pie de playa que van desde los 4.00 hasta los 161.00 pesos mexicanos por kilogramo de producto (pesos/kg).

Durante la primera etapa exploratoria de la pesquería, los precios a pie de playa fueron menores en comparación al resto de las temporadas con precios desde los 8.02 hasta los 12.02 pesos/kg. Por otro lado, cuando inició el primer auge y declive de la pesquería en el 2010, se registraron precios máximos de 150 pesos/kg y mínimos de 4 pesos/kg. Sin embargo, el precio promedio durante esa etapa no superó los 13.78 ( $SD\pm 5.54$ ) pesos/kg.

Durante la tercera etapa se registraron los precios máximos de pepino de mar, alcanzando los 161 pesos/kg de pepino de mar a pie de playa en el 2015. Sin embargo, el precio promedio máximo fue de 41.37 ( $SD\pm 15.08$ ) pesos/kg también en el 2015. En la cuarta etapa, se registró el precio promedio más alto de todo el periodo de estudio (*fig. 6.7*) con 48.76 ( $SD\pm 35.72$ ) pesos/kg.

A pesar de existir registros con precios a pie de playa de hasta 161 pesos/kg, estos fueron los menos frecuentes. En todos los años, más del 50% de la captura se compró en 40 pesos/kg o menos, mientras que el precio promedio entre el 2007 y el 2017 fue de 28.77 ( $SD\pm 23.76$ ) pesos/kg. Asimismo, existió una gran variabilidad en los precios.

## 6 Resultados

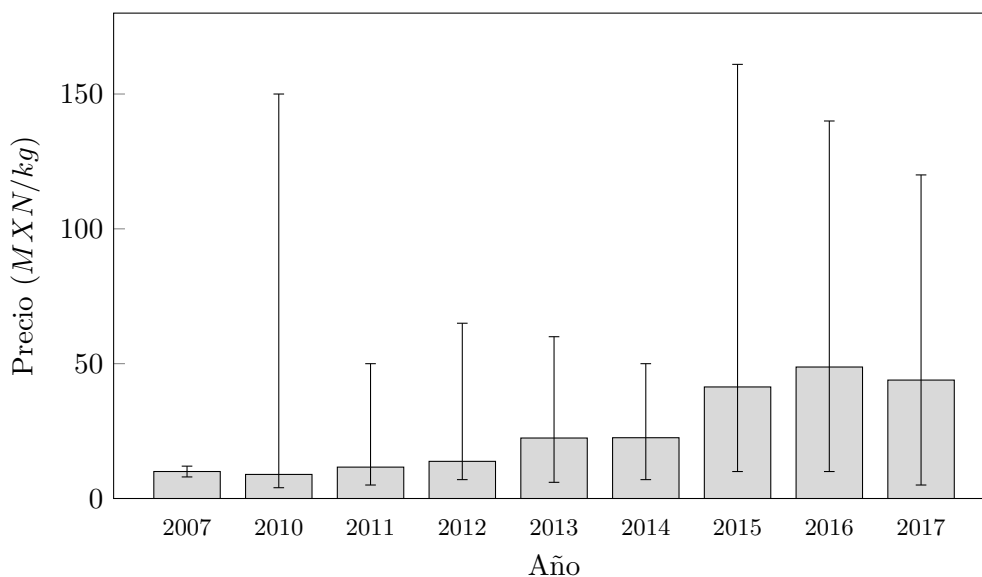


Figura 6.7: Variación en los precios del pepino de mar a pie de playa en pesos mexicanos por kilogramo de producto, en el Estado de Yucatán, México, durante el periodo 2007-2017. Las barras representan los intervalos de precio mínimo-máximo registrados para cada año. Fuente: CONAPESCA 2007-2017.

### 6.2. Actores

Los grupos de actores identificados se agruparon en dos clases principales: actores directos e indirectos. Como actores directos se consideran a aquellos que en algún momento fueron propietarios de la mercancía, mientras que como actores indirectos se entienden a aquellos que, si bien participan en actividades como la regulación, vigilancia y transporte, no son estos los encargados de capturar ni comercializar el producto. Se identificaron ocho grupos de actores, de los cuales los grupos del uno al cinco se consideraron como actores directos, mientras que los grupos del seis al ocho fueron considerados como actores indirectos.

En el primer grupo, se encuentran los pescadores que, además de ser el grupo más numeroso, es el grupo que menores ganancias percibe de la captura de pepino de mar. Si bien no se tiene un número exacto en el número de embarcaciones que hay en los puertos, los entrevistados en Celestún reportaron un mínimo de 800 y un máximo de 3000 embarcaciones, mientras que para el puerto de Dzilam de Bravo entre 1000 y 1200 embarcaciones.

El segundo grupo de actores son los dueños de bodegas y encargados de cooperativas pesqueras. En este grupo, de acuerdo con la CONAPESCA, se encuentran registrados un total de 62 unidades económicas en Celestún y 75 en Dzilam de Bravo. Sin embargo, de acuerdo con las entrevistas, muchos de los actores pertenecientes a este grupo no tienen permisos de pesca. En las entrevistas se mencionaron a seis actores de este grupo, de los cuales uno fue mencionado en el 27 % de las entrevistas, un segundo actor fue mencionado



## 6 Resultados

en el 18 % de las entrevistas y el resto fue mencionado en 9 % de las entrevistas. De los seis actores mencionados, sólo uno figura en la base de datos registrada por la CONAPESCA.

Es importante recalcar que este segundo grupo de actores tiene el papel de intermediarios entre los pescadores y los empresarios más grandes a quienes venden el producto para después exportarlo. Ante esto, el hecho de que en tan sólo tres actores se concentran más de la mitad de las menciones sugiere que la capacidad de adquisición de pepino de mar se encuentra concentrado en unos pocos intermediarios.

El tercer grupo de actores corresponde a los empresarios más grandes y/o exportadores. En este grupo, de acuerdo con las entrevistas, se encuentran los empresarios que cuentan con el mayor número de permisos, así como el poder adquisitivo y las influencias para poder comercializar y transportar el pepino de mar. Se mencionó que los empresarios generalmente son del puerto de Progreso, Yucatán; sin embargo, también se mencionaron a actores que incluso provenían de otros estados de la República Mexicana. A pesar de que no se conoce el número exacto de los actores que participan en este grupo, en las entrevistas se mencionaron un total de ocho actores, de los cuales uno se mencionó en 64 % de las entrevistas. Un segundo actor se mencionó en 45 % de las entrevistas, dos actores se mencionaron en 27 % de las entrevistas, otros dos en el 18 % de las entrevistas y el resto en el 9 % de las entrevistas.

Respecto al cuarto y quinto grupo de actores, los cuales son los encargados de procesar el pepino de mar fresco y los compradores internacionales, respectivamente, existe poca información al respecto. Asimismo, la información provista por los entrevistados es escasa. Sobre el cuarto grupo de actores se comentó que se encuentran en las afueras del puerto con instalaciones clandestinas en donde procesan el pepino de mar. Son sitios de difícil y riesgoso acceso; además, se comentó que es un grupo que cuenta con armas para defenderse. No se conoce el número exacto de quiénes participan en esta actividad. Por otro lado, tampoco se conoce quiénes son los compradores internacionales del pepino de mar, pero se ha reportado que la mayor parte del producto se exporta al mercado asiático, en particular a los mercados de Hong Kong, China (*fig. 6.8; cuadro 6.1*).

Dentro del sexto grupo se mencionaron a las Comisiones encargadas de la toma de decisiones en el sector pesquero. Estas instituciones se encuentran a nivel Federal: la CONAPESCA, la Confederación Mexicana de Cooperativas Pesqueras y Acuícolas (CONMECOOP) y a nivel estatal la SEPASY. También se mencionó a un actor que forma parte de este grupo, pero que a su vez es directivo de cooperativa que compraba pepino de mar a los pescadores para comercializarlo. Asimismo, se mencionó un presidente municipal como actor perteneciente a este grupo.

En el séptimo grupo se encuentran aquellos actores que ayudan al transporte del producto. De acuerdo con las entrevistas, en este grupo se encuentran las autoridades, agentes aduanales y el personal contratado por los mismos propietarios de bodegas para transportar la mercancía. Se mencionó que algunas autoridades y agentes aduanales intervienen para evitar los filtros de seguridad existentes en los retenes terrestres y oficinas aduanales. Si bien no se sabe mucho sobre estos actores, en algunas notas periodísticas se han hecho algunas menciones sobre este eslabón de la cadena de valor (Meraz, 2015).

En el octavo grupo de actores se encuentran aquellos encargados de vigilar y hacer cumplir la ley. Este grupo se encuentran organizado a nivel federal o estatal. A nivel

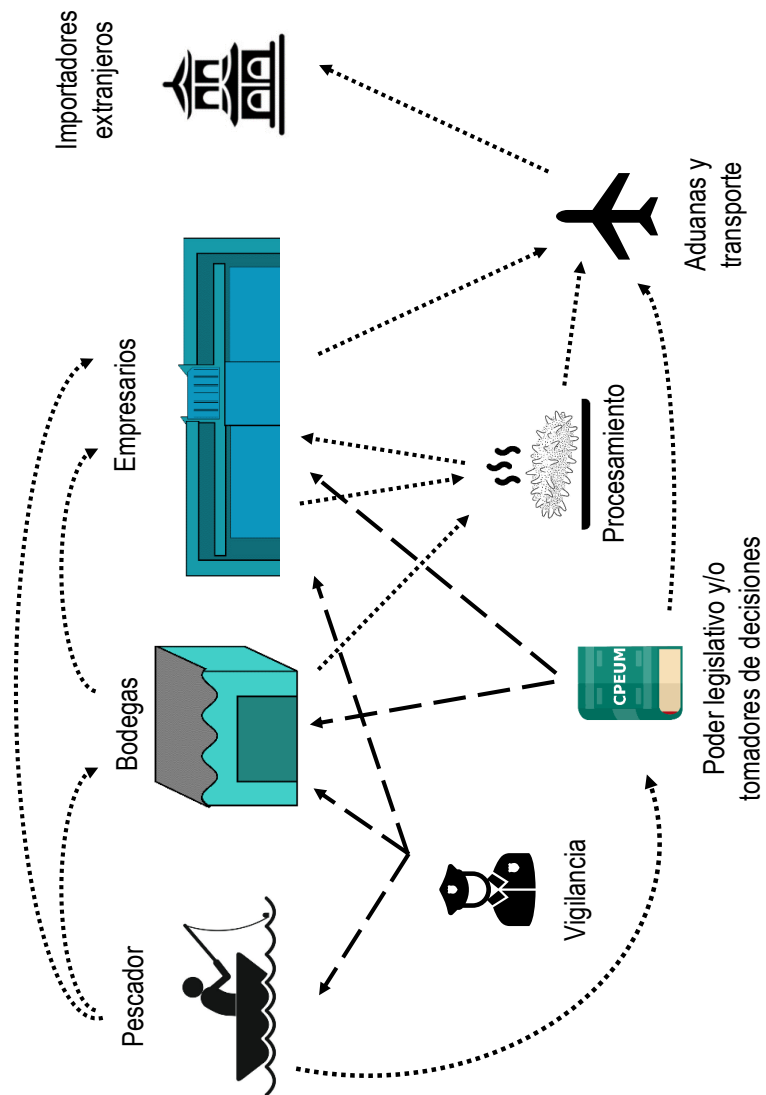


Figura 6.8: Cadena de valor del pepino de mar en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo, Yucatán. Las flechas con líneas punteadas se refieren al flujo del producto, desde su captura hasta su comercialización. Por otro lado, las flechas con guiones representan la incidencia que tienen unos actores sobre otros.

## 6 Resultados

federal se encuentra la Fiscalía (antes Procuraduría) General de la República (FGR), la Secretaría de Marina con los marinos encargados de patrullar las costas y perseguir a los pescadores furtivos en el mar. Otro actor perteneciente al nivel federal es la CONAPESCA con los inspectores y los Oficiales Federales de la Pesca. A nivel estatal se encuentra la policía Estatal de Yucatán, los cuales montan retenes a las salidas de los puertos y hacen patrullajes; sin embargo, también se mencionaron acciones ilícitas cometidas por estos actores como extorsión y corrupción. Uno de los actores pertenecientes a la policía Estatal fue mencionado en el 27% de las entrevistas por actos de corrupción, así como de tener a familiares implicados en el negocio de la captura ilegal de pepino de mar.

Cuadro 6.1: Actores que participan en la captura de pepino de mar. Estos actores fueron mencionados durante las entrevistas.

Tipo de actor	Número de grupo	Nombre de grupo	Actores identificados
Directos	1	Pescadores	Nativos Foráneos permanentes Foráneos temporales
	2	Dueños de bodegas	Actores 1,2,3,4,5 y 6
	3	Empresarios	Actores 7,8,9,10,11, 12,13 y 14
	4	Procesadores	Anónimos
	5	Exportadores internacionales	Anónimos
Indirectos	6	Tomadores de decisiones	CONAPESCA CONMECOOP SEPASY Presidente municipal SEMAR
	7	Vigilancia	FGR Policia Estatal Oficial Federal de Pesca (CONAPESCA)

### 6.3. Rasgos de las comunidades

#### *Dzilam de Bravo*

De acuerdo con las entrevistas, en Dzilam de Bravo había muy pocas embarcaciones en el año 1995. Se comentó que, para ese entonces, existían embarcaciones muy pequeñas y sin motor llamadas “*cacahuatito*”, con las cuales los pescadores ribereños llevaban a cabo esta actividad. Por otro lado, también se comentó que, con el paso del tiempo, cada vez hay menos embarcaciones grandes porque la pesca ha dejado de ser sostenible. Ahora se captura mucho menos y la inversión que se requiere es mucho mayor. Se estima que, para ese entonces, la población pesquera era de aproximadamente 300 pescadores, en comparación con los últimos años en donde un entrevistado estima que hay cerca de 5000.

## 6 Resultados

Se mencionaron tres migraciones importantes a la costa. La primera migración ocurrió cuando la industria henequenera colapsó. Para ese entonces, se comentó, a los desempleados por esta industria se le otorgaron apoyos para que se dedicaran a la pesca; sin embargo, al no tener el conocimiento de la actividad, muchos de ellos fracasaron en el negocio e incluso perdieron la vida en el mar. La segunda migración importante comenzó cuando se introdujo al buceo como un arte de pesca común. En ese entonces se capturaban chernas (*i.e. Epinephelus itajara*) de hasta 350 kg. La última migración, y la más significativa, fue con el auge de la pesca de pepino de mar en la década pasada. En esta última migración llegaron permanentemente personas de otros estados al puerto, incrementando la población hasta tres veces de lo que era antes de la temporada de pepino de mar.

Se ha comentado en las entrevistas la preocupación por la disponibilidad de los recursos, ya que consideran que mientras más pescadores haya, la cantidad de recursos disponibles para cada quién disminuye “*por cada embarcación que entra, se reduce el charco*” (dueño de bodega). Asimismo, se comentó que los foráneos tienen la opción de irse si la pesca no es buena; sin embargo, los nativos no tienen a dónde ir y son los que pagan la mayor parte de las consecuencias de la captura indiscriminada de las especies. En números, se comentó que la captura anteriormente era de ton y que actualmente no pasa de los 600 kg. Ante esta problemática, los entrevistados consideran que una de las soluciones es que los foráneos se vayan del puerto.

### *Celestún*

De acuerdo con los resultados, en 1984 los impactos ambientales (*i.e.* disminución de los recursos pesqueros) en Celestún por la pesca eran casi nulas y las capturas eran abundantes. Se relató que antes era posible capturar lo mismo, pero con menor esfuerzo pesquero; sin embargo, también se dijo que siempre se ha hablado sobre escasez pero que la realidad es que existen temporadas buenas y temporadas malas.

Los entrevistados mencionaron que la deserción escolar en Celestún es alta, ya que muchas veces la necesidad los obliga a trabajar desde muy pequeños y sobre todo en la actividad pesquera. En Celestún la población ha incrementado de manera importante con las temporadas de pepino de mar, siendo una gran proporción de esta población provenientes de otros estados. Se comentó que los foráneos deciden quedarse a vivir en Celestún por la tranquilidad y la abundancia de los recursos pesqueros que ya no encuentran en su ciudad natal. Sin embargo, con la llegada de pescadores foráneos, también llegaron la pesca ilegal, violencia, delincuencia y los vicios al puerto.

Se comenta que en Celestún el 25 % de la población pesquera tiene prácticas ilegales y sumamente depredadoras hacia los recursos pesqueros mientras que otro 25 % comienzan a llevar a cabo estas prácticas al ver que la ley no aplica los castigos suficientes. Un entrevistado aseveró que estas prácticas se llevan a cabo por necesidad ya que, al ser tan costosa la vida en el puerto, tienen que salir y arriesgar su equipo de trabajo para capturar ilegal “*nadie roba por gusto*” (dueño de bodega). Así mismo, dijo que, si él como patrón no compra el producto ilegal que sus pescadores capturan, de cualquier modo, ellos ven la manera de comercializarlo en otras bodegas. Esto es perjudicial

para él como patrón porque tendría consecuencias dobles: arriesga sus embarcaciones a ser decomisadas por prácticas ilegales y no adquiere ganancias al no comercializar ese producto.

Se narró que, con las temporadas de pepino de mar, la dinámica social cambió y nuevos papeles comenzaron a desempeñarse en el puerto. Ejemplo de lo anterior fueron las mujeres que buceaban para la captura de pepino de mar siendo poco común encontrar mujeres pescadoras en los puertos de Yucatán, salvo algunos casos.

### 6.4. Causas y consecuencias de la pesca ilegal

En las salidas del mes de septiembre de 2019, se realizaron un total de 11 entrevistas a dueños de bodegas, socios y jefes de cooperativas pesqueras, de las cuales cinco fueron en Dzilam de Bravo y seis en Celestún.

De los actores entrevistados, todos son originarios del estado de Yucatán, con excepción de uno proveniente del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. Por otro lado, cinco son nativos del puerto en el que desempeñan sus actividades laborales, uno es de otro estado, dos no respondieron y tres son nacidos en otras localidades del interior del estado de Yucatán. Los entrevistados afirmaron pertenecer al sector pesquero con antigüedades desde los 10 hasta los 35 años. Asimismo, ocho de los entrevistados son dueños de la bodega en donde trabaja, dos son directivos de cooperativa y uno es socio de cooperativa.

Asimismo, la bodega más pequeña de las que se visitaron cuenta con cinco embarcaciones, mientras la más grande cuenta con 35. Asimismo, una de las cooperativas pesqueras cuenta con un total de 120 permisos de captura, de los cuales 24 son de pepino de mar.

#### 6.4.1. Causas de la captura ilegal

De acuerdo con las respuestas de los entrevistados, se llevó a cabo una clasificación *post hoc* de las principales causas de la captura ilegal. Estas se agruparon en seis categorías principales (*cuadro 6.2*):

- Problemas administrativos
- Migración
- Impunidad
- Aspectos económicos
- Aspectos naturales o ambientales
- Problemas comunitarios y tecnológicos

En cuanto a los problemas administrativos, el 91 % de los entrevistados aseguró que una de las principales causas de que la pesca no se encuentre formalizada tiene que ver con la insuficiencia de apoyos y permisos emitidos, la dificultad de los trámites y la falta

## 6 Resultados

de información sobre estos procesos, así como la repartición inequitativa de los permisos ya que éstos son dados a los empresarios con mayor poder adquisitivo, generando una concentración de poder y haciendo a un lado a los empresarios más pequeños. Asimismo, en este grupo también se incluyeron los aspectos legales, ya que se externó que las leyes que se aplican en el ámbito pesquero son inadecuadas. Los entrevistados también respondieron que la organización por parte de las autoridades que se encargan de emitir permisos es deficiente.

El segundo grupo de causas de la captura ilegal tiene que ver con la llegada de inversionistas y pescadores externos a la comunidad. El 55 % de los entrevistados mencionaron que los inversionistas foráneos no son pescadores, por lo que, al no conocer el negocio ni depender directamente de la actividad, se dedican a capturar indiscriminadamente cualquier recurso para generar ganancias, sin importarles la sobreexplotación y causando que las capturas sean cada vez menores, afectando los medios de vida de los que sí dependen completamente de esta actividad.

El 64 % de los entrevistados afirmaron, a su vez, que otra de las principales causas de la captura ilegal es la impunidad y la falta de aplicación de la ley. En este grupo se hicieron comentarios relacionados a la falta de programas de vigilancia, ya que no existen suficientes inspectores a nivel regional para poder revisar las embarcaciones o bodegas. Por otro lado, se comentó que incluso los mismos pobladores de Celestún y Dzilam de Bravo han superado a las fuerzas policiacas, agrediéndolas y expulsándolas del puerto. Además, se mencionó la corrupción, expresando que los pescadores ilegales que son sorprendidos y detenidos pueden sobornar tanto a los inspectores, como a los mismos policías, llegando a acuerdos económicos incluso antes de llegar a la Fiscalía y ser presentados ante los jueces. Lo anterior genera una problemática en cadena, ya que, el resto de los pescadores ilegales, al ver que los delitos han quedado impunes en ocasiones anteriores o que los castigos no son lo suficientemente severos, se motivan para continuar con prácticas ilegales. Por otro lado, también se mencionó que los empresarios con mayor poder económico suelen sobornar a las autoridades facilitando el tráfico de productos ilegales.

El 73 % de los entrevistados, expresaron además que otra de las causas por la que existe la captura ilegal está relacionada con el aspecto económico. En este grupo se encuentran aspectos como la necesidad del pescador (*i.e.* completar sus gastos), ya que varios entrevistados afirman que los pescadores lo hacen porque las capturas han sido bajas últimamente y tienen que recurrir a capturar productos fuera de temporada ya que tienen que completar los gastos como combustible, carnada, alimentos, entre otros, y, además, aportar dinero en sus familias. Asimismo, se expresó que en los puertos la vida suele ser más costosa de lo normal por distintos factores (*e.g.* turismo), por lo que los pescadores tienen una presión adicional para llevar el sustento a sus hogares. También se expresó que, con el producto ilegal, las ganancias suelen ser mayores y que los compradores del producto ilegal suelen ofrecer mejores remuneraciones que los compradores legales, incitándolos a incurrir en este tipo de acciones.

De los entrevistados, el 18 % considera que las causas de la captura ilegal están relacionadas con factores ambientales, como, por ejemplo, la ausencia de lluvias y tormentas propicia que las aguas permanezcan cristalinas y sea mucho más sencilla la captura de

Cuadro 6.2: Tabla comparativa en donde se incluye la síntesis de las causas de la captura ilegal identificadas por los entrevistados.

Celstún	Dzilam de Bravo
Falta e insuficiencia de vigilancia	Falta e insuficiencia de vigilancia
Corrupción e impunidad	Desarrollo tecnológico
Problemas administrativos y de manejo	Corrupción e impunidad
Causas económicas (mayor remuneración económica con la pesca ilegal y necesidad del pescador, inflación de productos básicos en el puerto)	Causas económicas (mayor remuneración económica con la pesca ilegal y necesidad del pescador)
Incremento poblacional	Actitud de foráneos (pesca indiscriminada, falta de sentido de pertenencia)
Actitud de foráneos (pesca indiscriminada, falta de sentido de pertenencia)	
Necesidad de satisfacer vicios (drogadicción y alcoholismo)	
Causas ambientales (oscilaciones climáticas y variación en la abundancia de las especies de interés comercial)	

productos como el pepino de mar. Por otro lado, también consideran que, debido a las variaciones de abundancia de ciertos recursos, los pescadores ilegales aprovechan lo que hay en abundancia. Asimismo, un mismo porcentaje considera también que los avances tecnológicos han propiciado la explotación indiscriminada de los recursos pesqueros. De igual manera, el 18 % de los entrevistados afirman que los problemas como la captura ilegal se deben a la falta de organización en las comunidades, mismas que no han podido unificarse para poder encontrar soluciones a estas problemáticas (*fig. 6.9*).

#### 6.4.2. Características de la captura ilegal

Los entrevistados estiman que en Celestún operan entre 800 y 3000 embarcaciones, mientras que en Dzilam de Bravo entre 1000 y 1200. Asimismo, los entrevistados estiman que, en Celestún, del total de las embarcaciones que existen operando, entre el 50 y el 75 % no cuentan con permisos de captura, mientras que, en Dzilam de Bravo, entre el 33 y el 80 % de las embarcaciones no cuentan con permisos de captura. Sin embargo, los entrevistados externaron que el no tener permisos no les impide seguir capturando. El único desafío que enfrentan al no tener permisos de captura, de acuerdo con los entrevistados, radica en tener que comprar facturas a actores que sí tienen permisos, lo

## 6 Resultados

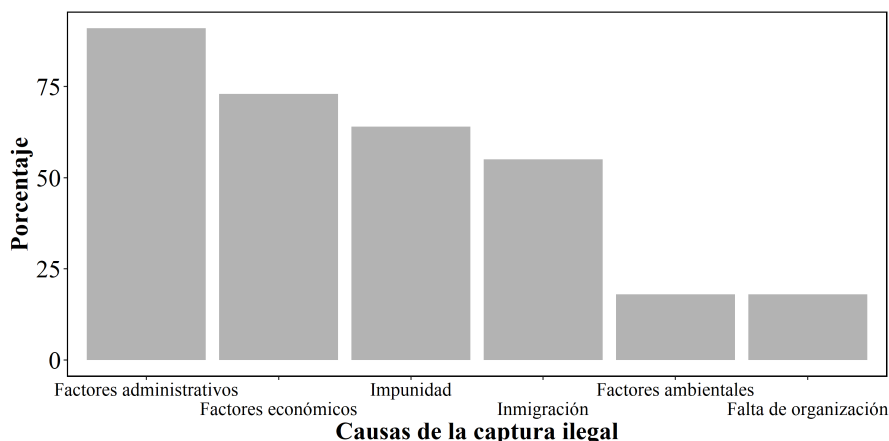


Figura 6.9: Grupos de respuestas asociadas a las causas de la captura ilegal. Las respuestas no son mutuamente excluyentes.

cual representa un gasto extra.

Se mencionó que, a pesar de no tener facturas, pueden comercializar el pepino de mar ilegal a empresarios más grandes; sin embargo, tienen que venderlo a un precio más bajo en comparación al producto con la documentación en regla. Asimismo, afirmaron que la mayoría de los empresarios que compran y legalizan el producto ilegal provienen principalmente del puerto de Progreso, Yucatán. A estos empresarios se les repartían la mayor parte de los permisos disponibles e incluso se habló de que les quitaban los permisos a los pequeños empresarios para entregarlos a los empresarios más grandes. Lo anterior les daba la oportunidad de facturar cualquier producto que ellos compraran y pagarlo al precio que ellos eligieran. También se mencionó que había un actor que adquiría el 50% del producto ilegal y que contaba con las facilidades necesarias por ser familiar de un alto mando policiaco.

Se mencionó que los que practican la pesca ilegal capturan los recursos que haya disponibles, pasando de un recurso a otro. A pesar de esto, los productos más mencionados durante las entrevistas fueron el pulpo y el pepino de mar. Respecto al pulpo, se ha mencionado que se captura todo el año sin respetar las vedas. Que a pesar de que el mercado de exportación tiene un alto nivel de exigencias para el producto que recibe, el producto que no puede ser exportado se vende a nivel local o nacional. Por otro lado, mencionaron que, si bien el pepino de mar *I. badionotus* está sobre explotado, se está capturando el pepino de mar *H. floridana*, cerca de las costas de Campeche, el cual es procesado en las afueras del pueblo; sin embargo, son sitios de acceso muy riesgoso ya que se encuentran vigilados por comandos armados.

A pesar de que la captura pesquera está reglamentada y las conductas ilegales están sancionadas en la legislación mexicana, se mencionó que la vigilancia en los puertos es escasa y que hay temporadas en que el 100% del producto pesquero que sale del puerto es ilegal. Los entrevistados también comentaron que, aunque exista temporada para capturar algún recurso, se hace con artes de pesca prohibidas. También expresaron



que los pescadores que capturan producto ilegal, en particular el pepino de mar, tienen ganancias desde 5 mil pesos hasta 15 mil pesos al día; sin embargo, estas capturas son muy arriesgadas poniendo en peligro su salud y, en ocasiones, su vida.

En lo que respecta al transporte del producto ilegal, los entrevistados mencionaron que en las aduanas de Mérida y de Progreso no se revisa el producto que se va a exportar. Además, se mencionó que existen acuerdos por los cuales las oficinas aduanales se involucran en el transporte de la captura ilegal.

### 6.4.3. Consecuencias de la captura ilegal

De la misma manera en que se llevó a cabo la clasificación de las causas de la captura ilegal (*i.e. post hoc*) se clasificaron las principales consecuencias que ha ocasionado, desde el punto de vista de los entrevistados: *a) las consecuencias que tienen que ver con la migración, b) las concernientes al aspecto económico, c) las relacionadas con la salud, d) las referentes a la seguridad y, por último, e) las que tienen que ver con los cambios o impactos en las familias (cuadro 6.3).*

El 73 % de los entrevistados coinciden en que la migración a los puertos de Dzilam de Bravo y Celestún ha sido una de las principales consecuencias de la captura ilegal de pepino de mar. Las inmigraciones, según comentan, no sólo incrementaron el número de habitantes en los puertos, sino que además incrementó el esfuerzo pesquero de una manera importante. En Celestún se habla de un incremento del doble en el esfuerzo pesquero desde que comenzó la temporada de pepino de mar, mientras que en Dzilam de Bravo se triplicó el número de embarcaciones.

Por otro lado, se mencionó que aproximadamente el 50 % son externos a los puertos y, de ese 50 %, el 20 % son provenientes de Veracruz y Tabasco. Los problemas con la migración de personas externas, de acuerdo con los entrevistados, están relacionados al consumo de drogas, alcoholismo, violencia y sobreexplotación de los recursos pesqueros. Los entrevistados afirman que, con la inmigración, el consumo de drogas incrementó notablemente; asimismo, en las riñas callejeras era más común ver armas blancas y armas de fuego.

Si bien, la migración temporal a los puertos pesqueros de Yucatán ha sido una práctica común, los pescadores que llegaron con las temporadas de pepino de mar se quedaron permanentemente, lo cual afecta directamente en la disponibilidad de los recursos pesqueros *per cápita*. También se mencionó que inmigraron habitantes de la zona norte del país que están inmersos en el crimen organizado y prácticas de *lavado de dinero*.

Por otro lado, el 45 % de los entrevistados consideran que otra de las consecuencias de la captura ilegal de pepino de mar está relacionada con el aspecto económico. El pepino de mar dejó una derrama económica importante para los pescadores y empresarios; incluso se mencionó que a este recurso se le conocía como el "*oro negro del mar*". Muchos pescadores, a partir de esta pesquería pudieron adquirir bienes como automóviles, motocicletas, emprender sus propias bodegas e incluso construir sus casas; sin embargo, también se mencionó que el incremento en el poder adquisitivo de los pescadores causó inflación en los puertos, encareciendo los productos básicos.

Uno de los entrevistados, después de declarar que él no se dedicaba a la comerciali-

## 6 Resultados

Cuadro 6.3: Tabla comparativa en donde se incluye la síntesis de las consecuencias de la captura ilegal identificadas por los entrevistados.

<b>Celstún</b>	<b>Dzilam de Bravo</b>
Agotamiento de los recursos pesqueros	Agotamiento de los recursos pesqueros
Incremento de drogadicción, alcoholismo y violencia	Incremento de drogadicción, alcoholismo y violencia
Eventos migratorios	Eventos migratorios
Muertes por descompresión	Asesinatos
Problemas de salud (enfermedad descompresiva)	Problemas de salud (enfermedad descompresiva)
Incremento en la flota pesquera	Incremento en la flota pesquera
Gran derrama económica	Gran derrama económica
Prostitución	Prostitución
Muy pocos pescadores capturaban especies diferentes al pepino de mar	Descontento social
Pérdidas económicas cuando se terminó el recurso	Delincuencia
Riñas con las autoridades	Inflación de productos básicos en el puerto Desintegración familiar

zación del pepino de mar, mencionó que esta temporada le afectó ya que los pescadores no querían capturar las especies de escama porque las ganancias eran bajas en comparación con la captura de pepino de mar. Otro entrevistado afirmó que, si bien, con esta pesquería hubo ganancias importantes, al agotarse el recurso, los empresarios más grandes perdieron un gran número de embarcaciones en las que habían invertido montos importantes de dinero.

El 91 % de los entrevistados reconocieron las afectaciones a la salud como otra de las consecuencias más importantes de la captura ilegal de pepino de mar. En este grupo se encuentra el síndrome por descompresión que han sufrido diversos pescadores debido a las extensas jornadas y grandes profundidades en las que tienen que bucear en búsqueda del producto. Por esta causa, muchos pescadores tienen discapacidades permanentes e incluso han perdido la vida. También se agruparon la drogadicción y el alcoholismo como afectaciones a la salud pública, ya que, los pescadores al tener buenas ganancias, su poder adquisitivo también incrementa, lo cual les facilita la compra y consumo de bebidas embriagantes y estupefacientes. Además, se reportó que, al terminarse las temporadas de pesca de pepino de mar, la venta de drogas disminuyó, así como la concurrencia en sitios

## 6 Resultados

de dispersión como cantinas; sin embargo, también se comentó que mucha gente adquirió vicios que, para poder satisfacerlos se dedicaban a cometer actos delictivos como asaltos y robos.

Por otro lado, el 82% de los entrevistados (*fig. 6.10*) afirmaron que, con la captura ilegal de pepino de mar, la seguridad de los puertos se vio amenazada; es decir, con la llegada de este recurso, hubo más casos de asesinatos y violencia. Asimismo, eran comunes las riñas con pescadores de puertos vecinos, así como con las autoridades. Además, se reportó que los cuerpos de buzos que descompresionaban y perdían la vida en el mar, eran abandonados por sus compañeros para no rendir cuentas al Servicio Médico Forense (SEMEFO). Los entrevistados comentaron que también se presentaron algunos casos de extorsión por parte de las autoridades, despojando a los pescadores de sus bienes y sus ganancias de día de pesca; sin embargo, los entrevistados comentaron que también se han dado algunos casos de agresión por parte de la comunidad pesquera hacia las autoridades cuando ha habido intentos de decomisos en el puerto.

Por último, en las entrevistas también se mencionaron casos de desintegración familiar a causa de la captura ilegal del pepino de mar, ya que al tener mayor poder adquisitivo estos pescadores, algunas mujeres abandonaban a sus hijos para irse con otra pareja de este grupo de pescadores. También se mencionó que cada vez eran más frecuentes los casos de violencia familiar por parte de los pescadores a sus esposas lo que también ha generado desintegración familiar.

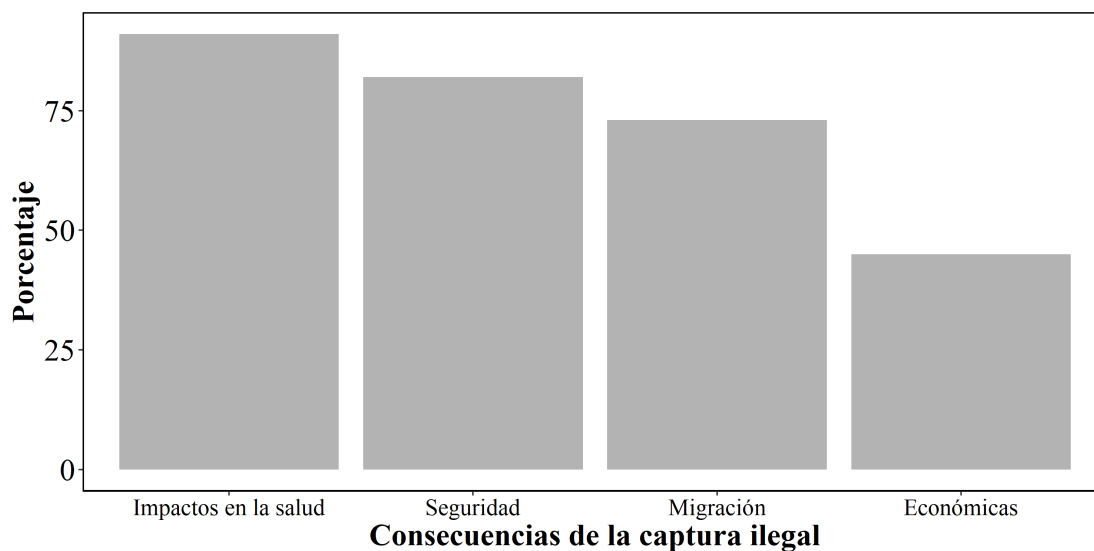


Figura 6.10: Gráfico de barras en donde se muestran los grupos de respuestas asociados a las consecuencias de la captura ilegal. Las respuestas no son mutuamente excluyentes.

### 6.4.4. Contexto de la pesca ilegal

Si bien en secciones anteriores se obtuvo la información cualitativa procedente de los actores clave como los dueños de bodegas y líderes de cooperativas pesqueras, con las *preguntas de contexto* contenidas en los cuestionarios se obtuvo el punto de vista de los pescadores sobre las principales causas de la captura ilegal, los principales actores que comercializan el producto ilícito y la situación actual de las pesquerías en Yucatán. En total se aplicaron un total de 93 cuestionarios de contexto, en donde el 52.75 % se aplicaron en Celestún y el 47.25 % en Dzilam de Bravo.

La primera pregunta de contexto contenida en el cuestionario fue: *en su opinión, ¿por qué hay pesca ilegal de pepino de mar*. De acuerdo con las respuestas de los encuestados, se encontró que la mayor proporción de los pescadores lleva a cabo la captura ilegal por las necesidades personales y familiares que tienen (*i.e.* alimentación, gastos familiares, gastos en el hogar, etc.), así como porque existen compradores (17.50 y 15 % respectivamente) (fig. 22). Por otro lado, la siguiente causa más frecuente en los cuestionarios fue la insuficiencia de los recursos pesqueros y los precios en los que venden sus capturas (11.67 %). De acuerdo con los entrevistados, otra de las principales causas de la captura ilegal está ligada con la insuficiencia y, en algunos casos, ausencia de vigilancia, así como de la corrupción que hay con las autoridades, las cuales están involucradas y, con sobornos, permiten que la captura ilegal se lleve a cabo (18.33 %). También se hizo mención sobre los aspectos climáticos (7.5 %) ya que con la entrada de nortes, los días de pesca son escasos y los organismos suelen alejarse de la costa hacia aguas más tranquilas. En el 6.67 % de las respuestas se mencionó que la pesca ilegal se debe a que las entidades gubernamentales no prestan la suficiente atención al sector pesquero, dejando a muchos de los pescadores sin apoyos económicos cuando es temporada de veda. Asimismo, dentro de este grupo de causas, se mencionó que estas entidades no brindan el apoyo suficiente para que los pescadores se puedan regularizar, o, dicho de otra forma, adquirir los permisos de captura necesarios.

Dentro de los grupos de respuestas menos frecuentes se encuentra que la captura ilegal es debido a la presencia de pescadores externos a la comunidad, a los cuales no les interesa cuidar los recursos de la región (4.17 %). También se mencionó que, con la captura ilegal, las ganancias suelen ser mayores (4.17 %) y que, además, tienen que recurrir a la captura ilegal porque en los puertos no existen muchas actividades económicas alternativas a la pesca que les permitan tener ingresos cuando la pesca no es suficiente para sus gastos (4.17 %). Algunos pescadores encuestados (4.17 %) mencionaron que el principal interés de los encargados de las cooperativas pesqueras y dueños de bodegas es generar ganancias, por lo que no están interesados en aplicar medidas para que la pesca furtiva disminuya (*e.g.* restringir salidas a sus pescadores, dejar de comprar el producto, etc.) (fig. 6.11).

## 6 Resultados

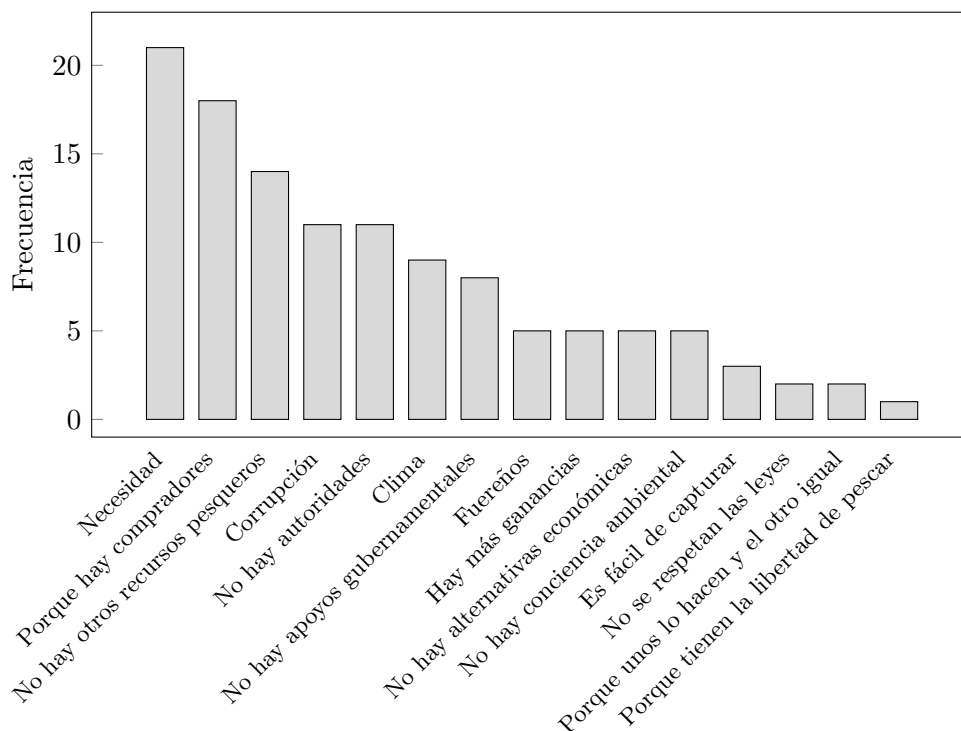


Figura 6.11: Frecuencia de respuestas identificadas como causas asociadas a la captura ilegal de pepino de mar.

Por otro lado, se hizo un análisis con nube de palabras para identificar las palabras clave más frecuentes en las respuestas de esta pregunta. Como resultado, las palabras clave más frecuentes fueron *compradores* y *autoridades* con un total de 15 menciones en los cuestionarios, mientras que la palabra *necesidad* tuvo diez menciones y *clima* nueve (*fig. 6.12*).

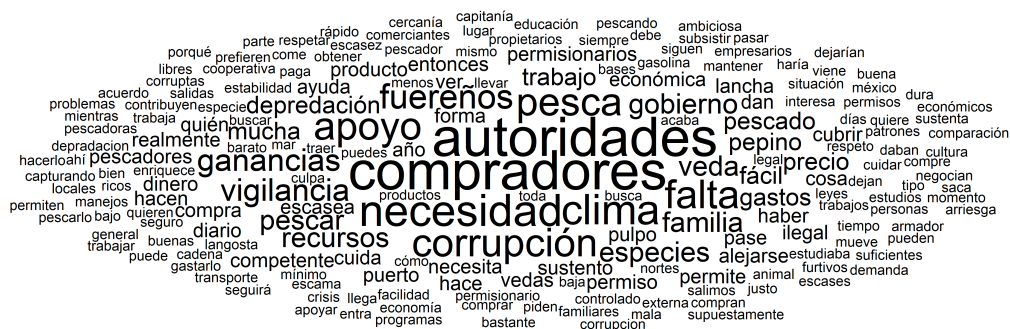


Figura 6.12: Análisis de las respuestas a la pregunta “¿cuáles son las causas de la captura ilegal de pepino de mar?”, mediante nube de palabras.

## 6 Resultados

La siguiente pregunta contenida en los cuestionarios fue: *en su opinión, ¿qué motiva a un pescador capturar ilegalmente pepino de mar?* De acuerdo con los resultados, el 33.93% de los respondientes piensa que la motivación principal por la cual capturan pepino de mar ilegalmente son las remuneraciones económicas, afirmando que *“es en donde puede ganar uno más”* (pescador), además de que *“es [un recurso] fácil y mejor pagado”* (pescador). Por otro lado, el 16.96% de los pescadores encuestados mencionaron que la principal motivación por la que se captura el pepino de mar es por la necesidad económica, ya que incluso en una de las respuestas se mencionó que lo hacía por *“necesidad económica [ya que], se estaba muriendo de hambre”* (pescador). El siguiente grupo de respuestas más frecuentes fue que la motivación principal para capturar pepino de mar ilegal era *“obtener ganancias para el sustento de la familia”* (pescador), ya que no siempre hay pesca suficiente para cubrir los gastos familiares (15.18%). En esta pregunta, como en la anterior también se mencionó que un incentivo para que los pescadores capturen ilegalmente pepino de mar es que no existen alternativas económicas en el puerto (7.14%) para las temporadas de veda, lo que los obliga a llevar a cabo estas prácticas (*fig. 6.13*)

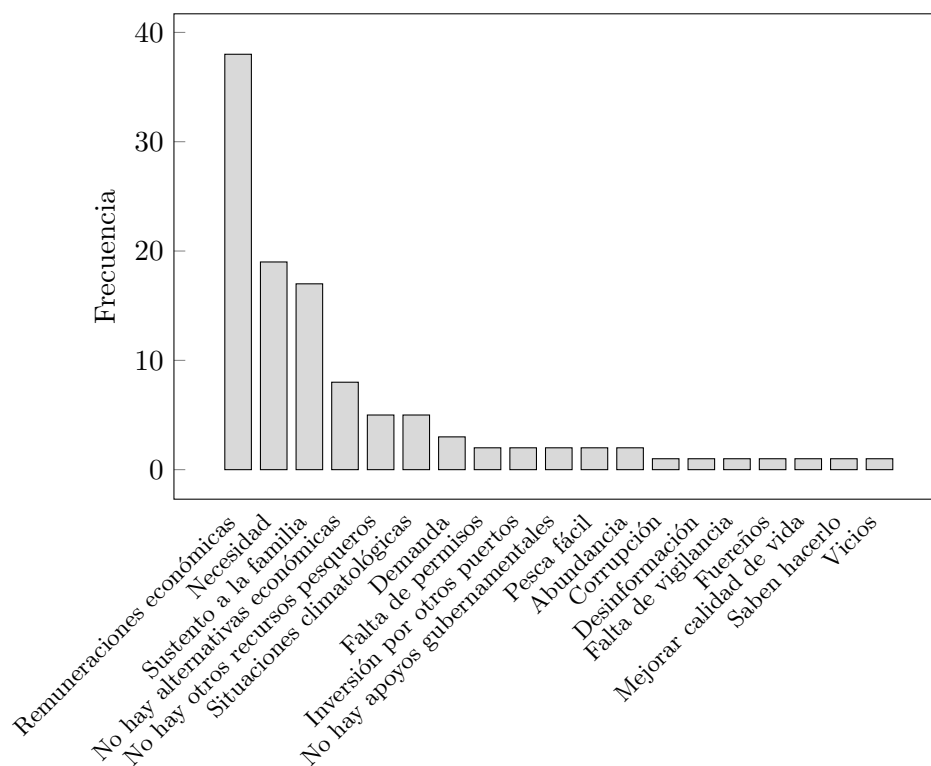


Figura 6.13: Frecuencia de respuestas identificadas como incentivos para que los pescadores capturen pepino de mar ilegal.

## 6 Resultados

De acuerdo con el análisis por nube de palabras, la palabra clave más frecuente fue *necesidad* y *ganancias* con 20 y 19 menciones, respectivamente. Por otro lado, la palabra *familia* tuvo 14 menciones por los respondientes, mientras que *dinero* tuvo 14 (*fig. 6.14*).



Figura 6.14: Análisis de las respuestas a la pregunta “¿qué motiva a un pescador a pescar pepino de mar ilegal?”, mediante nube de palabras.

De acuerdo con la cuarta pregunta del cuestionario “¿quiénes son los compradores de la captura ilegal”, se identificaron los grupos de actores que adquieren la captura ilegal a los pescadores. El grupo más frecuente que se identificó fueron los *empresarios pequeños* (39.62%) (*fig. 26*). En este grupo se encuentran los dueños de bodegas y jefes de cooperativas pesqueras que son los identificados como el grupo de actores número 2 en la tabla 5. Asimismo, los pescadores nombraron a los Actores 1 y 6 (*cuadro 6.1*) en cuatro ocasiones a cada uno. Por otro lado, también se mencionaron a los Actores 3 y 4 en una ocasión a cada uno. A su vez, se identificaron a 11 nuevos actores pertenecientes al grupo de actores número 2 (*cuadro 6.1*).

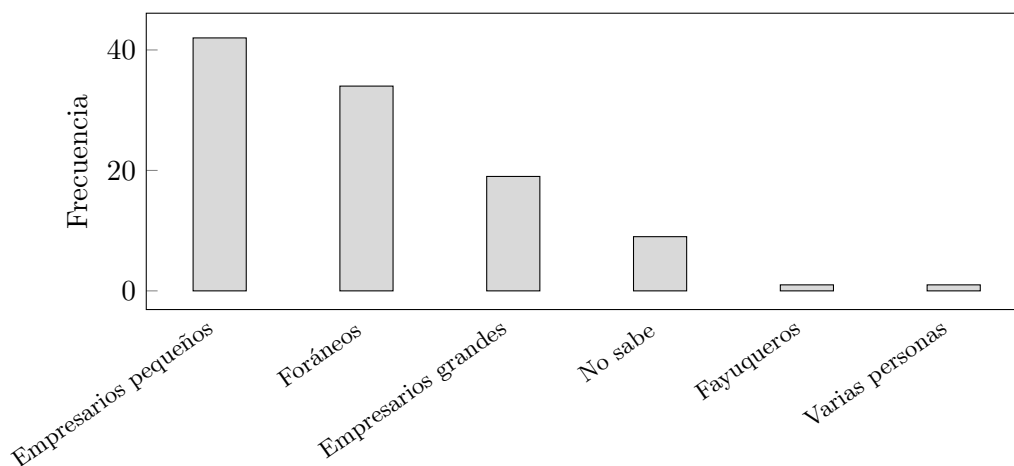


Figura 6.15: Frecuencia de respuestas a la pregunta “¿quiénes son los compradores de la pesca ilegal?”

## 6 Resultados

El siguiente grupo más frecuente fue el de los foráneos (32.08 %). En este grupo, según se mencionó, se encuentran aquellos comerciantes externos al puerto los cuales pueden ser provenientes de otros estados de la República Mexicana e incluso de otros países (e.g. China y Estados Unidos). Si bien en este grupo también se encuentran empresarios con poder adquisitivo alto, se diferenció del grupo *Empresarios grandes* ya que, la mayoría de los empresarios identificados son provenientes de Progreso, Yucatán, y fueron identificados con anterioridad en este documento (**Resultados: datos cualitativos**).

De acuerdo con los encuestados, el tercer grupo que más compra el producto ilegal son los *empresarios grandes* (17.92 %). En este grupo, como se mencionó anteriormente, se encuentran empresarios provenientes en su mayoría de Progreso, Yucatán. Los *Actores 8 y 10* identificados con anterioridad en el grupo de actores número 3 (también fueron mencionados por los pescadores). El *Actor 8* fue mencionado un total de 3 veces, mientras que el *Actor 10* una vez.

Por último, el 8.49 % de los respondientes no sabían a quién se le vendía el producto, simplemente lo entregaban a los patrones. Asimismo, el 1.89 % de las respuestas no fueron lo suficientemente claras como para agruparlos en alguna de las clases anteriormente descritas, por lo que se incluyeron las respuestas literales como *Fayuqueros* (compradores de lo ilegal) y *Varias personas* (0.94 % cada una).

La última pregunta de contexto incluida en los cuestionarios fue “¿la situación actual de la pesca es buena, regular o mala?” (fig. 6.16). De los encuestados que respondieron que la pesca es buena (8.70 %), una de las razones fue que “hay poco recurso [pero] que está bien pagado” (pescador). Por otra parte, la mayoría de los encuestados considera que el estado actual de la pesca es regular (34.06 %) ya que actualmente hay muchos problemas como la pesca ilegal, la llegada de pescadores foráneos y la disminución de los recursos. Asimismo, el 23.91 % de los pescadores encuestados considera que la situación actual de la pesca es mala. Entre las razones por las que consideran esto, se mencionó que ya existen muchos recursos pesqueros que se encuentran sobreexplotados. También se mencionó que las capturas cada vez son menores y se dijo que en el 2019 “el pulpo no tuvo precio” (pescador).

Por otro lado, el 33.33 % restante de los encuestados no respondió con alguna de las tres respuestas anteriores; sin embargo, sus respuestas se pudieron categorizar en otros cinco grupos (fig. 27). El primero de esos grupos fue *En decremento* (10.14 %), ya que los encuestados aseguran que cada vez los recursos pesqueros son menos abundantes debido a la sobreexplotación y la captura ilegal.

Además, el 10.87 % considera que el estado actual de la pesca es bueno o malo por temporadas; es decir, que algunos meses del año hay captura abundante y en otros meses, la captura es escasa. Asimismo, hay quienes consideran que la captura será buena o mala dependiendo la especie que se capture (0.72 %) y las zonas en donde se capture (0.72 %). El 10.87 % de los pescadores encuestados no mencionaron el estado actual de la pesca, pero informaron algunas de las problemáticas que afectan a esta actividad económica, tales como los fenómenos climáticos, la sobreexplotación, la captura ilegal, incremento en los precios del combustible y la falta de alternativas económicas para los pescadores en tiempos de veda.



## 6 Resultados

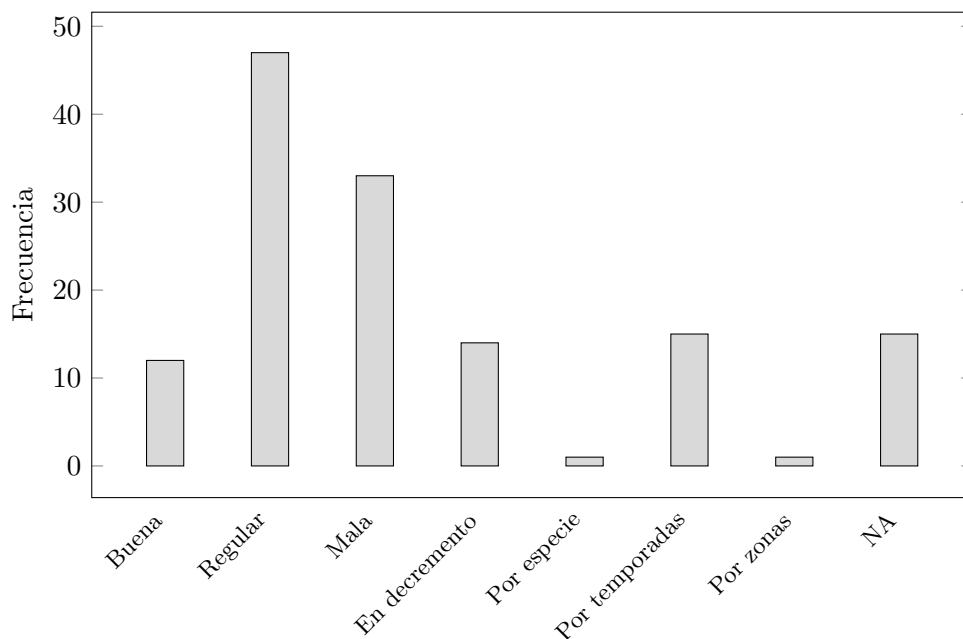


Figura 6.16: Frecuencia de respuestas a la pregunta “¿la situación actual de la pesca es buena, regular o mala?”

De acuerdo con el análisis por nube de palabras, la palabra clave más frecuente fue *regular* con 49 menciones, mientras que la palabra *mala* tuvo 34 menciones. Por otro lado, la palabra *buena* tuvo 17 menciones y la palabra *veces*, refiriéndose a por temporadas o, textualmente, “*algunas veces*”, tuvo 14 menciones. Asimismo, la palabra *especies*, refiriéndose a aspectos relacionados con la abundancia de las especies, tuvo un total de 11 menciones (*fig. 6.17*).



Figura 6.17: Análisis de las respuestas a la pregunta “¿la situación de la pesca es buena, regular o mala?”, mediante nube de palabras.

## 6.5. Estimación de la captura ilegal

En las salidas que se hicieron de octubre de 2019 a enero de 2020, se aplicaron un total de 93 encuestas para estimar la captura ilegal de pepino de mar. El 52.75 % fueron aplicados en el puerto de Celestún y el 47.25 % en Dzilam de Bravo.

### 6.5.1. Perfil de los pescadores encuestados

#### *Celestún*

En el puerto de Celestún se encuestó a un total de 48 pescadores. Los resultados muestran que el 93.62 % de los pescadores son libres; es decir, que no cuentan con permisos de pesca propios y que trabajan para algún patrón. Se encontró que el 4.26 % de los pescadores eran cooperativados y el 2.12 % eran permisionarios (*fig. 6.18a*). Por otro lado, se encontró que los pescadores tienen entre 3 y 45 años de experiencia siendo que, entre los 3 y 30 años se distribuye la experiencia del 85.42 % de los pescadores encuestados (*fig. 6.18b*).

Además, se encontró que los pescadores tenían entre 17 y 55 años de edad. El grupo de edad más numeroso fue entre los 30 y 40 años, con el 35.42 % del total; sin embargo, cinco pescadores (10.42 %) tenían entre 50 y 55 años (*fig. 6.18c*). La mayoría de los pescadores encuestados (70.83 %) afirmaron haber nacido en algún municipio del estado de Yucatán mientras que el resto declararon ser originarios de estados como Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo y Tabasco (*fig. 6.18d*). Los pescadores del puerto de Celestún, el 94.44 % cuentan con la educación básica (*i.e.* primaria y secundaria), el 2.78 % no tiene ningún grado de estudios y el 2.78 % restante cuenta con el bachillerato (*fig. 6.18e*).

#### *Dzilam de Bravo*

En el puerto de Dzilam de Bravo se encuestó a un total de 43 pescadores. Los resultados muestran que el 53.49 % de los pescadores son libres, el 37.21 % son pescadores cooperativados, 6.98 % son permisionarios y el 2.33 % socio de cooperativa (*fig. 6.19a*). Por otro lado, se encontró que los pescadores tienen entre 4 y 55 años de experiencia siendo que, entre los 4 y los 20 años se distribuye el 52.38 % de los pescadores encuestados (*fig. 6.19b*).

Además, se encontró que los pescadores tenían entre 20 y 69 años. El grupo de edad más numeroso fue entre los 20 y 30 años, con el 37.20 % del total; sin embargo, dos pescadores (4.65 %) tenían entre 40 y 60 años (*fig. 6.19c*). La mayoría de los pescadores encuestados (55.81 %) afirmaron haber nacido en algún municipio del estado de Yucatán mientras que el resto declararon provenir de estados como Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Veracruz (*fig. 6.19d*). Los pescadores del puerto de Dzilam de Bravo, el 66.67 % cuentan con la educación básica (*i.e.* primaria y secundaria), el 6.06 % no tiene ningún grado de estudios, el 18.18 % cuenta con bachillerato (*fig. 6.19e*) y el 9.09 % restante con licenciatura.

## 6 Resultados

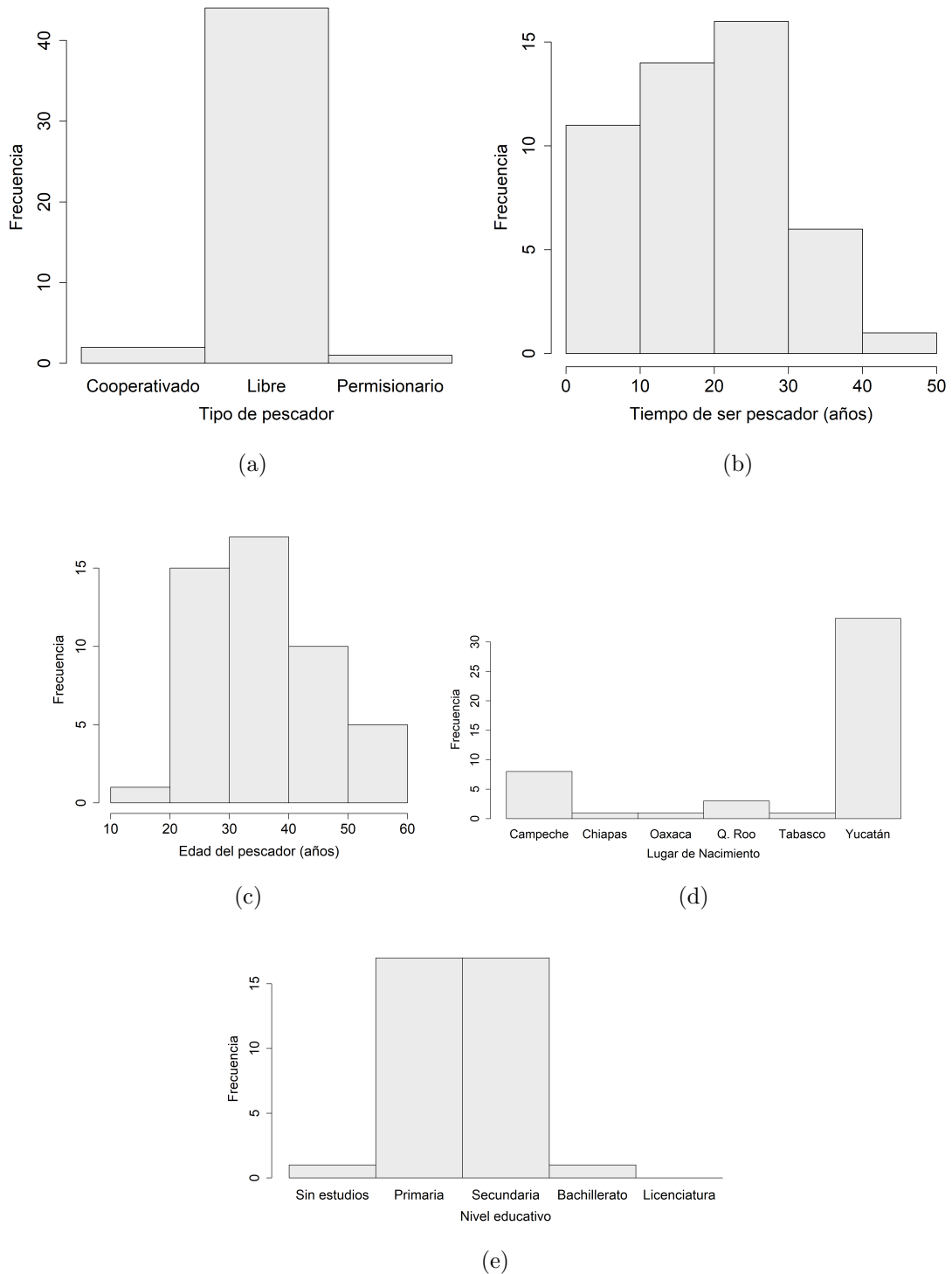


Figura 6.18: La figura (a) corresponde a la frecuencia en tipos de pescador entrevistados, la figura (b) corresponde a las frecuencias de tiempo de experiencia de los pescadores encuestados, la figura (c) corresponde a las frecuencias de edades de los pescadores encuestados, la figura (d) corresponde a las frecuencias de lugar de nacimiento de los pescadores encuestados y la figura (e) corresponde a la escolaridad de los pescadores encuestados.

## 6 Resultados

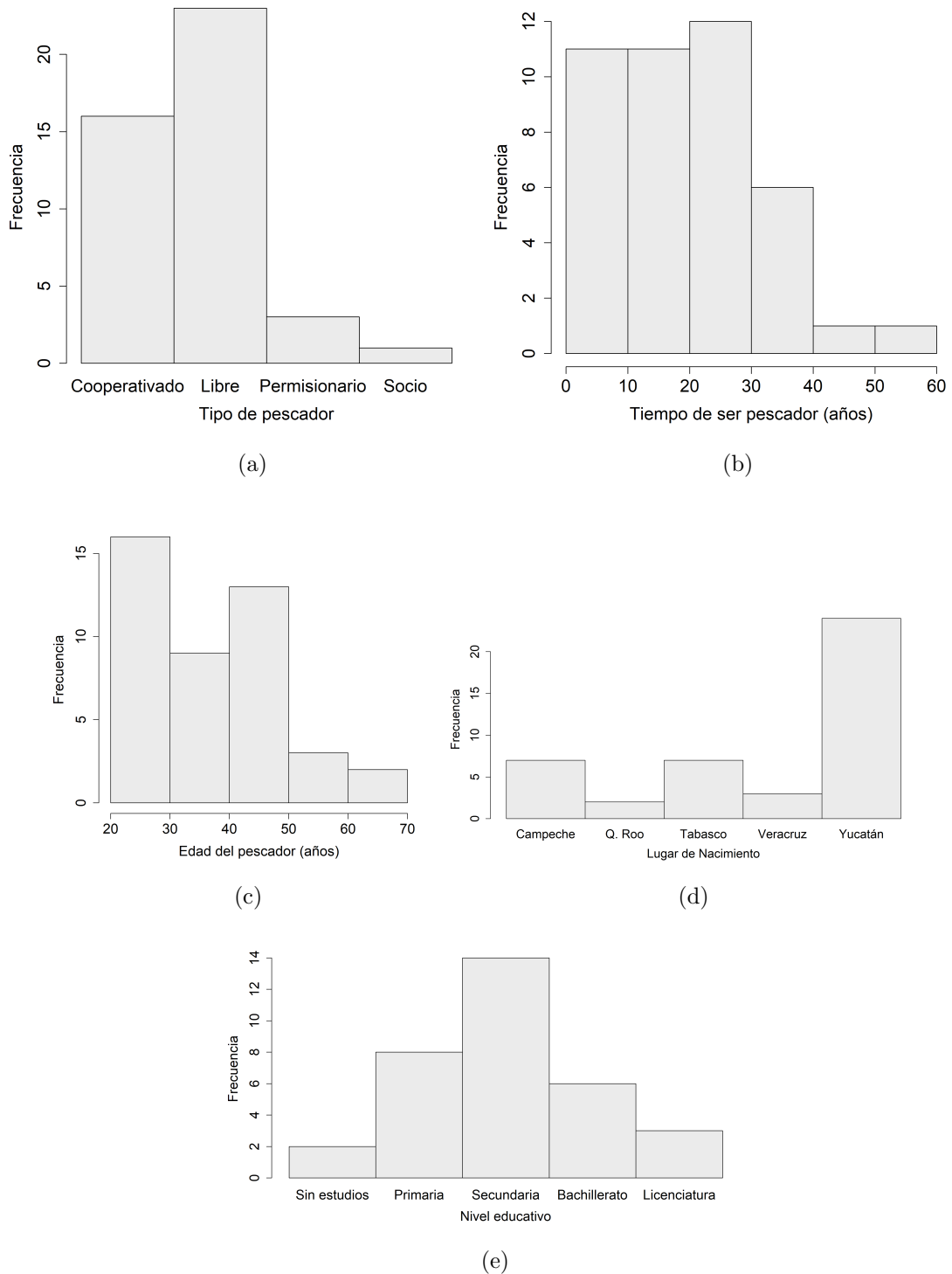


Figura 6.19: La figura (a) corresponde a la frecuencia en tipos de pescador entrevistados, la figura (b) corresponde a las frecuencias de tiempo de experiencia de los pescadores encuestados, la figura (c) corresponde a las frecuencias de edades de los pescadores encuestados, la figura (d) corresponde a las frecuencias de lugar de nacimiento de los pescadores encuestados y la figura (e) corresponde a la escolaridad de los pescadores encuestados.

### 6.5.2. Escala temporal de la captura de pepino de mar

De acuerdo con los cuestionarios, el pepino de mar ha sido capturado desde el año 2001 y se sigue capturando hasta la fecha. Se encontró que, en Celestún, el 33.33 % de los pescadores encuestados participaron en la pesquería de pepino de mar durante las primeras dos etapas de la pesquería de pepino de mar, es decir, durante la pesca exploratoria y el primer auge y declive. Por otro lado, en Dzilam de Bravo el 14.29 % de los pescadores encuestados participaron durante estas etapas.

Asimismo, en Celestún el 57.78 % de los pescadores participaron en la captura de pepino de mar a partir del segundo auge y declive, mientras que en Dzilam de Bravo fue el 69.05 %. Además, en Celestún el 8.89 % de los pescadores participaron en la pesca de pepino de mar a partir del tercer auge y declive, mientras que, en Dzilam de Bravo, el porcentaje fue de 11.90. De los pescadores encuestados en Celestún, ninguno afirmó participar durante el 2019 en la pesca de pepino de mar, mientras que en Dzilam de Bravo el 4.76 % de los pescadores entrevistados capturó pepino de mar en dicho año (*cuadro 6.4*).

Lo anterior indica que, en Celestún, durante los primeros años de la pesquería la captura se dio en mayor proporción respecto a Dzilam de Bravo. Sin embargo, el que no capturan pepino de mar durante el 2019 podría ser indicador de las bajas o casi nulas abundancias del recurso en dicho puerto. Por otro lado, aunque en Dzilam de Bravo las capturas fueron intensas durante el segundo auge y declive, en el 2019 afirmaron capturar pepino de mar.

Cuadro 6.4: Porcentaje de pescadores encuestados que participaron en los periodos de pesca de pepino de mar organizados por puerto.

Periodo de pesca	Celestún	Dzilam de Bravo
	%	%
<b>Pesca exploratoria</b>	8.89 %	2.38 %
<b>1<sup>er</sup> auge y declive</b>	24.44 %	11.90 %
<b>2<sup>o</sup> auge y declive</b>	57.78 %	69.05 %
<b>3<sup>er</sup> auge y declive</b>	8.89 %	11.90 %
<b>2019</b>	-	4.76 %

Pesca exploratoria: entre 2001 y 2009

1<sup>er</sup> auge y declive: entre 2010 y 2012

2<sup>o</sup> auge y declive: entre 2013 y 2015

3<sup>er</sup> auge y declive: entre 2016 y 2018

### 6.5.3. Proporción de pescadores de pepino de mar ilegal

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los cuestionarios, se calculó la proporción de los pescadores ilegales en cada puerto a través del estimador

## 6 Resultados

$\pi$  (Ec. 5.3).

En las entrevistas se obtuvo una proporción empírica de pescadores de pepino de mar ilegal de 75 % para Celestún, mientras que para Dzilam de Bravo fue 69.77 %. Con estos resultados se calculó el estimador  $\pi$  en donde para Celestún se estimó una proporción de 87.50 % ( $\pm 9.38$  %) pescadores de pepino de mar ilegal mientras que para Dzilam de Bravo fue de 79.65 % ( $\pm 10.51$  %) (fig. 6.20).

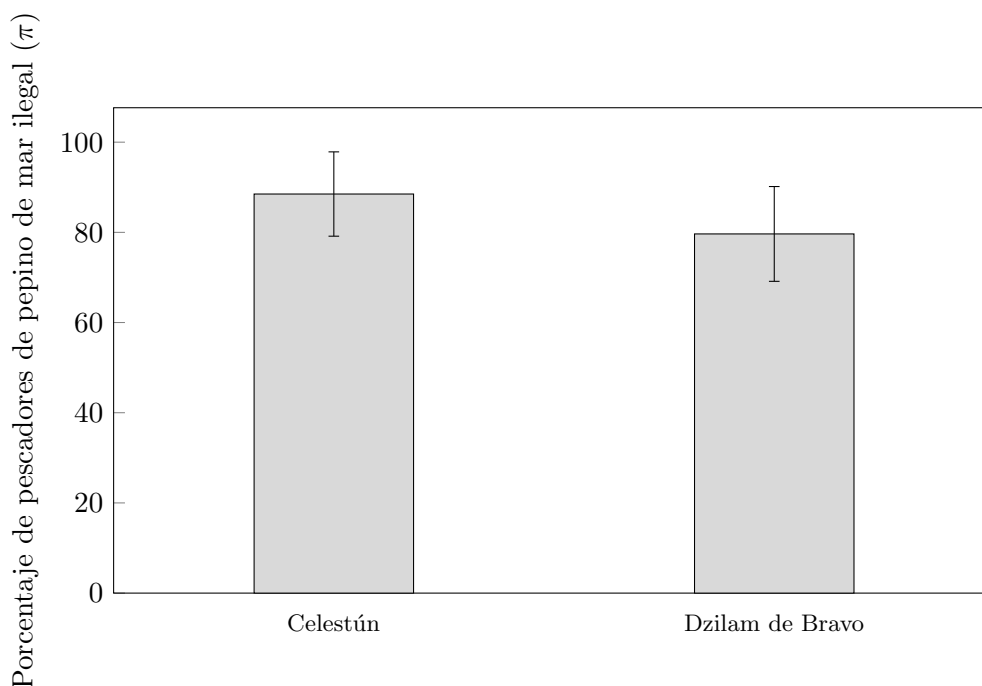


Figura 6.20: Proporción de pescadores de pepino de mar ilegal en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo, Yucatán.

### 6.5.4. Estimación de la captura ilegal

De acuerdo con la SEPASY, en el municipio de Celestún, Yucatán hay un total de 1461 pescadores, de los cuales 877 son buzos y potenciales pescadores de pepino de mar. Por otro lado, en Dzilam de Bravo se estimó un total de 1190 pescadores y 714 buzos (fig. 6.21a).

Se estimó que en el puerto de Celestún se captura pepino de mar ilegalmente entre 59.05 (SD $\pm$ 13.19) y 77.48 (SD $\pm$ 18.65) días al año (cuadro 6.5; fig. 6.21b y 6.21c). También los resultados mostraron que por embarcación se captura al día entre 153.07 (SD $\pm$ 48.33) y 475.63 (SD $\pm$ 53.59) kg de pepino de mar (cuadro 6.5; fig. 6.21d y 6.21e). El precio mínimo de pepino de mar ilegal se estimó para Celestún entre 45.94 (SD $\pm$ 7.93)

## 6 Resultados

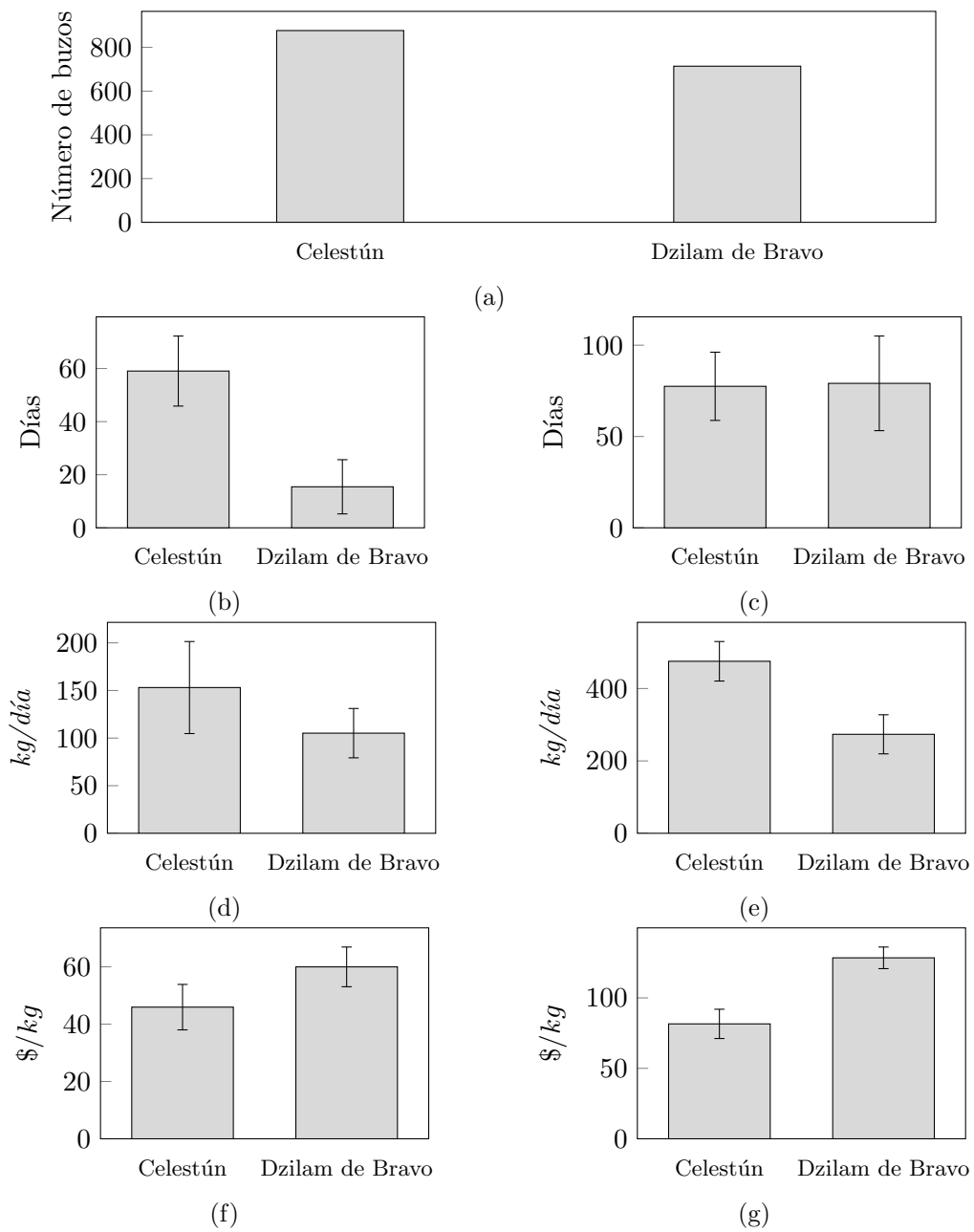


Figura 6.21: Gráfico comparativo de resultados en donde la figura (a) muestra el número de buzos, la figura (b) y (c) son los días de captura de pepino de mar al año, (d) y (e) muestran la captura de pepino de mar diaria, (f) y (g) es el precio por kilogramo de pepino de mar ilegal. Los gráficos (b), (d) y (f) son las estimaciones mínimas mientras que (c), (e) y (g) son las estimaciones máximas.

## 6 Resultados

y 81.56 (SD±10.39) pesos mexicanos el kilogramo de producto fresco o a pie de playa. (*cuadro 6.5; fig. 6.21f y 6.21g*).

Cuadro 6.5: Estimaciones mínimas y máximas de captura ilegal de pepino de mar en el puerto de Celestún, Yucatán.

Estimador	Valor mínimo (SD)	Valor promedio	Valor máximo (SD)
Número de pescadores			
SEPASY ( $p$ ) <sup>a</sup>	1461	1461	1461
60 % buzos (0.60 $p$ ) <sup>*</sup>	877	877	877
Porcentaje pesc. ilegales ( $\pi$ ) <sup>b</sup>	78.12 %	87.50 %	96.88 %
Días de pesca/año ( $t$ ) <sup>c</sup>	59.05 (13.19)	68.27	77.48 (18.68)
Captura ilegal por día ( $C_t$ ) <sup>c</sup>	153.07 (48.33)	314.35	475.63 (54.59)
Precio por kg de pepino de mar ilegal ( $P_{kg}$ ) <sup>c</sup>	45.94 (7.93)	63.75	81.56 (10.39)

\* Estimación aproximada,

<sup>a</sup> Obtenido de reportes oficiales,

<sup>b</sup> Técnica de respuesta aleatoria un dado,

<sup>c</sup> Técnica de respuesta aleatoria dos dados

Por su parte, en Dzilam de Bravo se estimó que se captura pepino de mar ilegalmente entre 15.45 (SD±10.21) y 79.10 (SD±25.91) días al año (*cuadro 6.6; fig. 6.21b y 6.21c*). También los resultados mostraron que por embarcación se captura al día entre 105.17 (SD±25.91) y 273.55 (SD±54.00) kg de pepino de mar (*cuadro 6.6; fig. 6.21d y 6.21e*). El precio mínimo de pepino de mar ilegal se estimó para Dzilam de Bravo entre 59.99 (SD±6.93) y 128.44 (SD±7.67) pesos mexicanos el kilogramo de producto fresco o a pie de playa. (*cuadro 6.6; fig. 6.21f y 6.21g*).

Cuadro 6.6: Estimaciones mínimas y máximas de captura ilegal de pepino de mar en el puerto de Dzilam de Bravo, Yucatán.

Estimador	Valor mínimo (SD)	Valor promedio (SD)	Valor máximo
Número de pescadores			
SEPASY ( $p$ ) <sup>a</sup>	1190	1190	1190
60 % buzos (0.60 $p$ ) <sup>*</sup>	714	714	714
Porcentaje pesc. ilegales ( $\pi$ ) <sup>b</sup>	69.14 %	79.65 %	90.16 %
Días de pesca/año ( $t$ ) <sup>c</sup>	15.45 (10.21)	47.28	79.10 (25.91)
Captura ilegal por día ( $C_t$ ) <sup>c</sup>	105.17 (25.91)	189.36	273.55 (54.00)
Precio por kg de pepino de mar ilegal ( $P_{kg}$ ) <sup>c</sup>	59.99 (6.93)	94.22	128.44 (7.67)

\* Estimación aproximada,

<sup>a</sup> Obtenido de reportes oficiales,

<sup>b</sup> Técnica de respuesta aleatoria un dado,

<sup>c</sup> Técnica de respuesta aleatoria dos dados



## 6 Resultados

Con los resultados obtenidos de la técnica de respuesta aleatoria con dos dados se construyeron escenarios de captura mínima y máxima para cada uno de los puertos de estudio. De acuerdo con los resultados, en el puerto de Celestún se obtuvo una captura *per cápita* mínima de 3.01 y máxima de 12.28 *ton* anuales, resultando en una captura total mínima de 2,063.25 y máxima de 10,432.13 *ton* anuales, considerando el esfuerzo pesquero estimado con  $\pi$ . A partir del volumen de captura estimado se calculó la derrama económica total para el puerto, proveniente de la captura ilegal de pepino de mar. Celestún tuvo una derrama económica total mínima de 96.67 y máxima de 850.85 millones de pesos anuales, mientras que la derrama económica total por pescador fue desde los 136,787.92 hasta 1,001,877.94 pesos mexicanos anuales (*cuadro 6.7*).

Por otro lado, en el puerto de Dzilam de Bravo se obtuvo una captura *per cápita* mínima de 0.54 y máxima de 7.24 *ton* anuales, resultando en una captura total mínima de 267.37 y máxima de 4,643.06 *ton* anuales, considerando el esfuerzo pesquero estimado con  $\pi$ . A partir del volumen de captura estimado se calculó la derrama económica total para el puerto, proveniente de la captura ilegal de pepino de mar. Dzilam de Bravo tuvo una derrama económica total mínima de 16.04 y máxima de 596.35 millones de pesos anuales, mientras que la derrama económica total por pescador fue desde los 32,492.11 hasta los 926,386.56 pesos mexicanos anuales (*cuadro 6.7*).

Cuadro 6.7: Escenarios de captura mínima y máxima en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo, Yucatán.

Estimación	Celestún			Dzilam de Bravo		
	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo
CPC Anual ( <i>ton</i> )	3.01	7.15	12.28	0.54	2.98	7.24
CTA ( <i>ton</i> )*	2,063.25	5,487.56	10,432.13	267.37	1,697.00	4,643.06
Derrama económica diaria por pescador*	\$2,136.46	\$6,651.65	\$12,930.79	\$2,103.05	\$5,946.85	\$11,711.59
Derrama económica anual por pescador*	\$136,787.92	\$454,074.61	\$1,001,877.94	\$32,492.11	\$281,137.37	\$926,386.56
Derrama económica total ( <i>millones de pesos</i> )	\$93.67	\$348.29	\$850.85	\$16.04	\$159.88	\$596.35

\* Estimación aproximada considerando que el 60 % de los pescadores en el puerto son buzos potenciales para la extracción de pepino de mar *CPC*: Captura anual por pescador *CTA*: Extracción total anual estimada

## 7 Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, las capturas totales reportadas en los resultados corresponden únicamente a los declarados por las UE y proporcionados por la CONAPESCA, por lo que no hay que abandonar la idea de que son cantidades subestimadas ya que la captura ilegal no es medida ni reportada. Es importante aclarar que, si bien el comportamiento de las capturas no ha sido lineal, éste sí responde a un caso típico de *boom and bust* (Ibarra & Soberón, 2002; Pedroza-Gutiérrez & López-Rocha, 2021) en donde, tanto el auge, como el declive, ocurren con la misma velocidad; sin embargo, la recuperación de los stocks es más lenta y la disponibilidad del recurso se vuelve limitada.

Dado el comportamiento de los datos de captura, con excepción del puerto de Celestún ninguna tendencia resultó estadísticamente significativa, lo cual refleja la dinámica que existió durante las temporadas de pesca y subraya una de las principales características de la pesca artesanal: variabilidad en las capturas o, dicho en vocabulario popular “*a veces hay, a veces no*”<sup>6</sup>. Sin embargo, dado que en el puerto de Celestún la tendencia es negativa, se corroboran algunas menciones de las entrevistas y estudios hechos con anterioridad (López Rocha, 2011; Poot Salazar et al., 2014) que advertían las intensas tasas de captura y las consecuencias que esto podría tener a largo plazo (*e.g.* agotamiento del stock).

Asimismo, de acuerdo con los resultados obtenidos con los IC es notable que en Celestún se ha registrado el mayor volumen de capturas de pepino de mar. Sin embargo, tomando en cuenta que las poblaciones de pepino de mar en este puerto se encontraban sobreexplotadas después del primer auge y declive de la pesquería (2010-2012), los resultados sugieren que los puertos en donde se registró la captura no necesariamente reflejaron la zona ni el periodo en donde se capturó, valiéndose del sistema de inventarios. El sistema de inventarios consiste en capturar la mayor cantidad de recurso posible mientras la temporada está abierta. Una vez que la temporada cierra, se comercializa la mayor cantidad posible de pepino de mar, de acuerdo con los permisos de los que dispone el comerciante. El recurso que no se puede comercializar, se procesa y se almacena para comercializarlo en la siguiente temporada de acuerdo con los permisos que logre tramitar el intermediario, legalizando el producto ilegal que tenía almacenado.

Como se mencionó en la sección de antecedentes, la pesquería de pepino de mar se desarrolló formalmente a partir del año 2013 y la última temporada de captura fue en el año 2019. Este periodo correspondió a la administración del entonces presidente Enrique Peña Nieto (2012-2018). Sin embargo, la información únicamente está disponible hasta el año 2018. A partir de ese año, ocurrió el cambio de administración federal en el país, y

---

<sup>6</sup>Esta idea ha sido frecuentemente mencionada en las entrevistas y encuestas aplicadas a pescadores y patrones.

la edición 2018 fue la última del anuario nacional de pesca y acuicultura que se publicó hasta el día de hoy (agosto 2021). Asimismo, fuera de las vedas que entraron en vigor para las temporadas del 2020, los esquemas de manejo y las proyecciones que se tienen sobre el estado y la explotación del recurso han sido poco claras y transparentes, limitando la información oficial disponible para su análisis.

Como se ha encontrado en trabajos que describen la actividad pesquera en diversas regiones de Latinoamérica y México (Alcalá Moya, 2011), los derechos de acceso al recurso suelen ser de acceso abierto. Estos derechos en el pepino de mar no son la excepción. Aunque este recurso pareciera estar limitado únicamente a aquellos pescadores que practican el buceo, en las entrevistas se mencionó que los pescadores tienen estrategias adaptativas que les permitieron aprender a bucear para capturar pepino de mar.

Estas estrategias permitieron que la explotación del pepino de mar se llevara a cabo a altas tasas de captura, causando la sobreexplotación del recurso como se ha reportado anteriormente en pesquerías de este tipo (Calderon-Aguilera et al., 2019). Asimismo, la organización de la pesquería con una lógica capitalista llevó a la sobreexplotación del recurso, mermando un medio de vida para los pescadores y sus familias (Ferrero, 2011).

En este estudio se encontraron las principales causas de la captura ilegal pepino de mar identificadas por dos tipos de actores: pescadores y patrones. En contraste, se observó que la mayoría de los patrones asociaron las causas de la pesca ilegal con factores administrativos, mientras que los pescadores mencionaron que capturaban ilegal por necesidad. Lo anterior podría ser explicado ya que la mayoría de los pescadores son libres, es decir, casi ninguno cuenta con permisos ni se encuentra inmerso en los aspectos burocráticos de la actividad. Por otro lado, los patrones, generalmente dueños de bodegas particulares y encargados de cooperativas pesqueras, están al tanto de la disponibilidad y procedimientos para la obtención de permisos de pesca.

Por otro lado, podría resultar confuso el hecho de que la migración haya sido abordada como una causa de la captura ilegal de pepino de mar por el hecho de que es más parecido a una consecuencia, dadas las circunstancias de esta pesquería. Sin embargo, se agrupó dentro del grupo de causas por dos motivos fundamentales. El primero de ellos está relacionado con que los actores que inmigraron al puerto atraídos por el llamado oro negro del mar carecen de un sentido de pertenencia. Es decir, no sienten que el espacio geográfico ni los recursos que en él conviven les pertenezcan, causando que no se preocupen por la conservación ni por ejercer prácticas sustentables que aseguren la continuidad de la actividad pesquera en el puerto. Lo anterior podría explicarse con lo que se mencionó en algunas entrevistas, en donde se aseguró que, si el recurso se agotaba, así como llegaron al puerto, podrían irse nuevamente en busca de nuevas oportunidades. Sin embargo, los pescadores que son nativos del puerto difícilmente podían rehacer sus vidas en otro sitio.

Este tipo de movimientos migratorios se ha reportado anteriormente (Fraga, 2004), en donde se reconocieron cinco tipos de pescadores. Los primeros dos tipos (agricultores marinos y pescadores de oficio) han sido los habitantes más antiguos en los puertos que subsistían de agricultura y pesca. Los siguientes dos grupos (pescadores campesinos y campesinos estacionales) son aquellos que fueron atraídos por la pesca como fuente de subsistencia. De acuerdo con Fraga (2004), los pescadores campesinos estacionales,

comenzaron a aparecer en la década de los ochenta, atraídos principalmente por la temporada de pulpo maya. Estos dos últimos grupos, de acuerdo con nuestros resultados, se volvieron más numerosos desde que se desarrolló la pesquería de pepino de mar en los puertos de Yucatán, México.

La segunda razón por la que se agrupó como causa de la captura ilegal, está relacionada con la disponibilidad de los permisos, ya que mientras mayor sea la flota pesquera, menor va a ser la probabilidad de obtener algún permiso como pescador y mayor será la probabilidad de incurrir en alguna práctica ilegal.

A pesar de que las capturas reportadas a nivel nacional (CONAPESCA, 2018) muestran tendencias a la alza, salvo algunos estados (*fig. 1*), y en el estado de Yucatán la captura reportada muestra una suave tendencia positiva (*fig. 3.1*), también es evidente que el incremento poblacional tiene tendencias mucho más pronunciadas ocasionando lo que se conoce como la *tragedia de los comunes* (Hardin, 1968), en donde una de las premisas fundamentales es que el incremento de la población no asegura el incremento de los recursos. La idea anterior está basada en las teorías malthusianas, en donde se sostiene que el incremento en la población, en un mundo de recursos finitos, eventualmente llevará a disminuir los recursos disponibles *per cápita*.

El ensayo de Hardin podría ser perfectamente adaptado a las circunstancias que en este trabajo se tratan.

Lo anterior cobra sentido al relacionarlo con que otra de las principales causas de la captura ilegal son las necesidades económicas que los pescadores pueden presentar, ya sean familiares, personales o laborales. Estas necesidades se satisfacen en medida de la captura que puedan hacer los pescadores en sus jornadas de trabajo; sin embargo, se ha argumentado que conforme han pasado los años, las capturas cada vez son menores, siendo esto una contrapropuesta a los datos presentados por las autoridades pesqueras del país. Sin considerar que un gran porcentaje de las capturas no son reportadas a las autoridades (Hayashida Carrillo et al., 2019), podríamos hacer el supuesto de que los datos presentados son estrictamente correctos para darnos cuenta de que la cuestión no es que las capturas sean menores, sino que el esfuerzo pesquero se ha incrementado tanto, que las capturas per cápita se han reducido como bien lo advirtieron Hardin y Malthus.

De todas las consecuencias que se han mencionado en la sección de resultados, las que han sido más frecuentes, dándonos una idea de que son las que más preocupan a la población del puerto, han sido las relacionadas con los impactos negativos en la salud. Entre ellos se encuentran la descompresión que sufren los buzos ante la inexperiencia y la imprudencia que presentan los mismos pescadores; sin embargo, esto también ocurre por causas accidentales (*e.g.* fallo del compresor o *hooka*). Lo anterior resulta alarmante dado que, de los pescadores encuestados (*datos cualitativos*), en Celestún el 50% de los pescadores ha sufrido descompresión al menos una vez, mientras que en Dzilam de Bravo fueron pocos más que el 53%. En un estudio hecho en las Islas Galápagos (Hearn et al., 2004) se reportó que el 4.21% de los buzos que capturaban pepino de mar habían sufrido descompresión, de los cuales uno perdió la vida. Por otro lado, en dicho estudio se aclaró que las cifras estaban subestimadas, ya que esos datos provenían únicamente de las cifras oficiales, es decir, de aquellos que acudieron por ayuda médica y que muchos otros buzos practicaban descompresiones domésticas.

También, en las entrevistas, se mencionó que en repetidas ocasiones los buzos han sido abandonados por sus propios compañeros de trabajo con tal de no ser aprehendidos por la interceptora <sup>7</sup>.

Hayashida Carrillo et al. (2019) reportó que en México entre el 40 y el 90 % adicional a las capturas reportadas proviene de prácticas ilegales, mientras que Pedroza-Gutiérrez & López-Rocha (2021) reportaron que en promedio el 36.33 % de la captura de pepino de mar en Sisal, Yucatán, no cumplía con las tallas mínimas de captura, el 65.66 % de las embarcaciones excedía la cuota diaria permitida y que el 86 % de las embarcaciones no tenían permisos de captura. En este estudio se encontró para Celestún que el 87.50 % de los pescadores eran ilegales, mientras que en Dzilam de Bravo se estimó 79.65 %.

Contrario a lo referido por los entrevistados en el análisis cualitativo del presente estudio, la mayoría de los pescadores encuestados en ambos puertos eran provenientes del estado de Yucatán, siendo los nativos de Campeche el segundo grupo más frecuente. Estos resultados pueden estar sesgados ya que, durante el trabajo a campo, era más difícil que pescadores provenientes de otros estados accedieran a ser entrevistados. Asimismo, la mayor parte de los pescadores encuestados tienen menos de 20 años de experiencia como pescadores, siendo un posible indicador de que algunos de ellos comenzaron en el negocio de la pesca atraídos por la pesquería de pepino de mar.

Los resultados de las estimaciones fueron consistentes con los resultados obtenidos en el análisis cualitativo ya que, si bien los entrevistados no proporcionaron un número exacto de pescadores ilegales, se mencionó que más de la mitad capturan de manera ilegal. En las estimaciones obtenidas, se encontró en general que, en Celestún, la proporción de pescadores ilegales fue mayor que en Dzilam de Bravo y que la pesquería de pepino de mar tiene una mayor proporción de pescadores ilegales en comparación con otras pesquerías como el pulpo, mero y langosta; sin embargo, en ambas pesquerías y puertos, la proporción de pescadores ilegales estuvo por encima del 75 %. Hearn et al. (2004) mencionan por su parte que, en la pesquería de pepino de mar de las Islas Galápagos, de las 326 embarcaciones activas registradas (874 pescadores), se registraron un total de 43 infracciones para la temporada de pesca 2004. Lo anterior corresponde a un 13.17 % de ilegalidad reportada. Sin embargo, esta cifra sólo reporta a las embarcaciones infraccionadas, por lo que puede ser una cifra subestimada. Por su parte, Tenorio et al. (2012) estimaron, para los primeros años en los que se desarrolló la pesquería de pepino de mar en la península de Yucatán, una captura ilegal de por lo menos el 50 % adicional a las cuotas permitidas por las autoridades.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo estiman que en Dzilam de Bravo se han capturado en promedio 35.90 ton de pepino de mar ilegal al día con un promedio de 47.28 días de pesca. Por otro lado, en Celestún se estimó una captura ilegal promedio de 80.37 ton de captura ilegal al día, con periodos de captura promedio de 68 días al año. Hernández-Flores et al. (2018), por su parte, reportaron que se capturaron 91.89 ton de pepino de mar ilegal al día entre marzo y agosto del año 2013. Asimismo, estimaron un

---

<sup>7</sup>En los puertos de estudio le llaman interceptora al vehículo motorizado en el que los marines realizan sus patrullajes en mar abierto. Al ser un vehículo de alta velocidad, los pescadores furtivos tienen que actuar rápido por lo que, según algunos entrevistados, se ven obligados a desconectar del compresor a sus compañeros, abandonándolos.

esfuerzo pesquero de 691 embarcaciones, mientras que en este estudio se consideraron 445 embarcaciones o 1,336 pescadores ilegales de pepino de mar.

Aunque el estudio hecho por Hernández-Flores et al. (2018), fue llevado a cabo para todo el litoral yucateco y por un periodo de seis meses, no existen más referencias que estimen la captura ilegal de pepino de mar durante periodos más largos o en puertos específicos. Por lo anterior, fue la única fuente comparable con los resultados obtenidos en esta tesis.

En el presente trabajo, la principal limitación fue la falta de información oficial y actualizada disponible para su consulta. Aunque la estimación del esfuerzo pesquero se haya obtenido de las fuentes oficiales, no se existe claridad sobre la verdadera composición de este. Es decir, no se sabe si los pescadores del censo son permanentes, temporales, formales o informales. Si bien se han llevado a cabo estudios sobre las dinámicas poblacionales en los puertos a causa de la pesca en Yucatán (Solís et al., 2015), estos han sido meramente descriptivos. Por otro lado, los intentos cuantitativos con los que podríamos tener alguna referencia son los censos hechos por el gobierno estatal. Sin embargo, estos tienen diversas fuentes de sesgo, por ejemplo, en ellos únicamente se censan a los pescadores mayores de edad, por mencionar alguna.

Por otra parte, mientras se llevaban a cabo los muestreos en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo, a principios del 2020, se desencadenó una emergencia sanitaria ocasionada por el COVID-19 que obligó a guardar cuarentena, por lo que en la universidad se suspendieron todo tipo de actividades presenciales, incluyendo las salidas a campo. Lo anterior provocó que se tuviera que trabajar únicamente con los datos ya recolectados y, por lo tanto, adaptar la metodología en lo que respecta al muestreo. Sin embargo, la selección de los datos se llevó a cabo de la forma más aleatoria posible.

Además, los datos cualitativos obtenidos en los cuestionarios aplicados a los pescadores fueron más breves debido a que, por lo general, ocurrían dos cosas en la mayoría de las veces: que el pescador estaba a punto de irse a pescar o que el pescador llegaba cansado y tenía prisa de irse después de su jornada de trabajo. En cuanto a los resultados obtenidos, se encontraron consistencias con las respuestas dadas por los informantes clave.

Otra posible fuente de sesgo en los resultados aquí presentados se debe a la naturaleza ilegal de la información que se abordó. A pesar de que se les informó a los pescadores el anonimato del estudio y la finalidad de utilizar una metodología que proteja en todo momento su identidad, algunos pescadores tomaron actitudes nerviosas y dudaban en responder, pero, por otro lado, la mayoría de los pescadores parecían confiados al tener el respaldo, o la orden directa, por parte de los dueños de las bodegas para las que trabajaban.

A pesar de haber ido en grupos de trabajo de cuatro personas, la velocidad con que se juntan las multitudes de pescadores en el puerto mientras desembarca o antes de salir de viaje al mar, y el tiempo que el encuestador tarda en aplicar el instrumento, hizo imposible que se hiciera un mayor número de entrevistas por día, por lo que, si se quisiera hacer un muestreo más amplio, sería recomendable ir en grupos de trabajo más numerosos o ampliar los días de muestreo y, sobre todo, tener especial cuidado en realizar los muestreos en días que el puerto permanezca abierto y con situaciones climáticas favorables para la pesca.

## 8 Conclusiones

- La pesquería de pepino de mar se desarrolló en cuatro etapas principales, de las cuales durante el primer y segundo auge y declive se dieron las tasas de explotación más intensas.
- El primer auge y declive ocurrió principalmente en el puerto de Celestún mientras que el segundo auge y declive ocurrió en Dzilam de Bravo.
- Las capturas reportadas a la CONAPESCA no necesariamente indican la zona de captura del producto.
- Las principales causas de la pesca ilegal de pepino de mar fueron las inadecuadas estrategias de manejo del recurso y la necesidad de los pescadores.
- Las principales consecuencias de la pesca ilegal de pepino de mar fueron los daños a la salud (*i.e.* drogadicción, alcoholismo, enfermedad descompresiva), el ambiente de inseguridad en los puertos y la inmigración.
- Han existido importantes cambios en los puertos con el desarrollo de la pesquería de pepino de mar. El principal ha sido el importante incremento de la flota pesquera y, con esto, mayor competencia por los recursos. Asimismo, la llegada de agentes externos a la comunidad ha provocado conflictos con los usos y costumbres de los habitantes nativos de Celestún y Dzilam de Bravo.
- El grupo de actores más numeroso son los pescadores, sin embargo, ha sido el menos beneficiado de las ganancias de esta pesquería. Las ganancias más altas se han concentrado en grupos más pequeños de actores.
- La mayoría de los pescadores encuestados provenían de Yucatán. Sin embargo, también se encuestaron a pescadores provenientes de seis estados de la República Mexicana.
- La mayor proporción de pescadores capturó pepino de mar a partir del segundo auge y declive de la pesquería.
- En Celestún la proporción de pescadores que captura pepino de mar ilegal fue de 87.50 % mientras que en Dzilam de Bravo fue de 79.65 %.
- En Celestún se capturaron en promedio 5,486.56 *ton* anuales de pepino de mar ilegal, mientras que en Dzilam de Bravo fueron 1,697.00. Lo anterior en suma representa el 504.83 % del promedio anual reportado por CONAPESCA.

## Consideraciones finales

La pesca ilegal ha resultado ser un problema creciente en las comunidades pesqueras de todo el mundo. Aunado al crecimiento poblacional humano y al agotamiento de los stocks, la falta de estrategias adecuadas ante las nuevas dinámicas de la actividad ha puesto en peligro la continuidad de los medios de vida de todos aquellos que dependen de la pesca. Durante la elaboración de este trabajo, además de estimar cuantitativamente la pesca ilegal de pepino de mar en los dos principales puertos del estado de Yucatán en donde se desarrolló esta pesquería, se escucharon los puntos de vista de los dos eslabones primordiales de la pesca: el pescador y los primeros intermediarios. Al escuchar sus opiniones, fue más que claro el hecho de que las medidas de manejo en las que no se tomen en cuenta sus opiniones, estará rotundamente condenada al fracaso.

Si bien es cierto que asegurar la explotación sustentable de cualquier recurso es primordial, tomar en cuenta las necesidades y los intereses de cada uno de los grupos de actores que participan en la pesquería no solamente mejorará la cohesión de los actores a cualquier medida de manejo implementada, sino que se enriquecerá con el conocimiento que solamente ellos pueden brindar. Asimismo, no sobra recalcar que si bien se pueden diseñar e implementar un sinnúmero de medidas de manejo. Sin embargo, sin la adecuada vigilancia y monitoreo de las actividad pesquera habrá resultado en vano cualquier esfuerzo.

En la literatura se han documentado un gran número de casos de estudio en los que se proponen diversas alternativas para mitigar y prevenir la pesca ilegal. Estas propuestas han ido desde las soluciones por medios administrativos (Hardin, 1968; Feeny et al., 1990), académicos (Ramírez-González et al., 2020), acuerdos comerciales y de co-manejo (Sen & Raakjaer Nielsen, 1996; Ostrom, 1999; Delgado Ramírez & Soto Aguirre, 2018). Por su parte, Poot-Salazar & Hernández-Flores (2015) llevaron a cabo una evaluación de la pesquería de pepino de mar con distintos tipos de indicadores. Entre los indicadores utilizados se encuentran los indicadores propuestos por Ostrom (2009) que evalúan si una pesquería tiene probabilidad de auto-organización o co-manejo. Bajo este enfoque, se obtuvo que la pesquería de pepino de mar en la costa de Yucatán tiene una probabilidad muy baja de adoptar este esquema de manejo, ya que la dimensión espacial de la costa yucateca es extensa y el número de usuarios es muy alto, ocasionando que la generación de acuerdos sea muy complicada.

Por su parte, Pires & Moreto (2011) llevaron a cabo una revisión sobre distintos casos de estudio en donde se han cometido crímenes ambientales. Para ellos, los crímenes ambientales podrían evitarse a través de la Prevención Situacional del Crimen, que consiste en la aplicación de diversas metodologías que permiten atender cinco objetivos principales: *a) incrementar el esfuerzo necesario para cometer el crimen, b) incrementar los riesgos de cometer actos delictivos, c) reducir las ganancias del producto ilegal o*



## Consideraciones finales

*dependencia económica a los negocios ilícitos, d) disminuir provocaciones o conflictos sociales y e) eliminar las excusas para cometer actos delictivos.* En dicho estudio se presentaron tres ejemplos en donde lograron combatir la captura ilegal a través de estas metodologías, siendo notable en cada uno de ellos el papel protagónico de la organización de los usuarios del recurso, a partir de la cual se implementan las soluciones para combatir la pesca ilegal y sobre-explotación.

Por otra parte, si bien la captura de pepino de mar fue un fenómeno cuya duración fue relativamente corta, no debemos equivocarnos al pensar que la ilegalidad únicamente ocurrirá en este recurso. Durante las entrevistas, se observaron múltiples prácticas que podrían considerarse ilegales, pero, sin embargo, están totalmente normalizadas por la comunidad. De lo anterior podrían surgir algunas preguntas como, ¿son condenables estos hechos? ¿está fallando el manejo pesquero? ¿es la necesidad o la ambición del pescador lo que lo orilla a llevar a cabo estas prácticas?

Con esto, se podría agregar que otra de las principales enseñanzas que se obtuvo al realizar este estudio recae en el hecho de darse cuenta de que la actividad pesquera no es estática, sino que cambia constantemente y su complejidad incrementa conforme pasa el tiempo y se suman nuevos actores. Asimismo, es de lo más probable que la pesquería de pepino de mar, tal cual se desarrolló en Celestún y Dzilam de Bravo, difícilmente podrá ser reproducida. En lo anterior, radica la diferencia entre los métodos de estudio que deberían aplicarse a los fenómenos sociales y económicos respecto a los de las ciencias naturales. En un estudio social difícilmente podrán controlarse las condiciones o el ambiente como podría controlarse en un laboratorio, restando confianza en las generalizaciones que podrían hacerse en comparación con otros estudios de la naturaleza y debilitando el valor pragmático de nuestras teorías. Sin embargo, no se sacrifica su utilidad.

## Bibliografía

- Aceves-Bueno, E., Read, A. J., & Cisneros-Mata, M. A. (2021). Illegal fisheries, environmental crime, and the conservation of marine resources. *Conservation Biology*, 35(4):1120–1129.
- Agnew, D. J., Pearce, J., Ganapathiraju, P., Peatman, T., Watson, R., Beddington, J. R., & Pitcher, T. J. (2009). Estimating the Worldwide Extent of Illegal Fishing. *PLOS ONE*, 4(2).
- AGNU (2015). Septuagésimo período de sesiones, Temas 15 y 116 del programa, Aplicación y seguimiento integrados y coordinados de los resultados de las grandes conferencias y cumbres de las Naciones Unidas en las esferas económica y social y esferas conexas, Seguimiento de los resultados de la Cumbre del Milenio, A/70/L.1. Technical report.
- Alcalá Moya, G., editor (2011). *Pescadores en América Latina y el Caribe: Espacio, Población, Producción y Política.*, volume I. México: Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Anderson, S. C., Flemming, J. M., Watson, R., & Lotze, H. K. (2011). Serial exploitation of global sea cucumber fisheries: Serial exploitation of sea cucumbers. *Fish and Fisheries*, 12(3):317–339.
- Andrew, N. L., Béné, C., Hall, S. J., Allison, E. H., Heck, S., & Ratner, B. D. (2007). Diagnosis and management of small-scale fisheries in developing countries. *Fish and Fisheries*, 8(3):227–240.
- Arreguín-Sánchez, F. (2006). Pesquerías de México. In *Pesca, acuicultura e investigación en México*, pages 13–36. Comisión de Pesca : CEDRSSA, Centro de Estudios para Desarrollo Rural Sostenible y la Soberanía Alimentaria, México. OCLC: 505194765.
- Baine, M. (2005). From the sea to the market place: an examination of the issues, problems and opportunities in unravelling the complexities of sea cucumber fisheries and trade. *FAO fisheries technical paper*, pages 119–131.
- Baine, M. & Choo Poh, S. (1999). Sea cucumber fisheries in Malaysia, towards a conservation strategy. *Beche-de-Mer Information Bulletin*, 8:12–13.
- Bandin, R. M. & Quiñones, R. A. (2014). Impacto de la captura ilegal en pesquerías artesanales bentónicas bajo el régimen de comanejo: el caso de Isla Mocha, Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(3):547–579.

## Bibliografía

- Batllori-Sampedro, E., González-Piedra, J. I., Díaz Sosa, J., & Febles-Patrón, J. L. (2012). Caracterización hidrológica de la región costera noroccidental del estado de Yucatán, México. *Investigaciones Geográficas*, (59):74.
- Becker, G. S. & Landes, W. M. (1974). *Essays in the economics of crime and punishment*. Number 3 in Human behavior and social institutions. National Bureau of Economic Research : distributed by Columbia University Press, New York.
- Bennett, A. & Basurto, X. (2018). Local Institutional Responses to Global Market Pressures: The Sea Cucumber Trade in Yucatán, Mexico. *World Development*, 102:57–70.
- Berlín Valenzuela, F., editor (1998). *Diccionario universal de términos parlamentarios*. M.A. Porrúa, México, 2. ed edition.
- Biernacki, P. & Waldorf, D. (1981). Snowball Sampling: Problems and Techniques of Chain Referral Sampling. *Sociological Methods & Research*, 10(2):141–163.
- Boruch, R. F. (1971). Assuring Confidentiality of Responses in Social Research: A Note on Strategies. *The American Sociologist*, 6(4):308–311.
- Bravo-Calderón, A. (2017). *Evaluación de las capturas de pulpo rojo Octopus maya (Voss y Solís, 1966) mediante indicadores de sustentabilidad basados en tallas*. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Calderon-Aguilera, L. E. (2019). Illegal fishing of the sea cucumber *Isostichopus fuscus* is rampant in the Gulf of California, Mexico. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, 39:42–46.
- Calderon-Aguilera, L. E., Graham, L. J., & Eigenbrod, F. (2019). Ignoring the spatial structure of the sea cucumber *Isostichopus fuscus* distribution when granting quotas can be costly. *Ocean & Coastal Management*, 178:104859.
- Carranza-Edwards, A., Gutiérrez-Estrada, M., & Rodríguez-Torres, R. (1979). Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 2.
- Celaya Tentori, M. & Almaraz Alvarado, A. (2018). Recuento histórico de la normatividad pesquera en México: un largo proceso de auge y crisis. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 6(16).
- Charles, A. T. (2001). *Sustainable fishery systems*. Number 5 in Fish and aquatic resources series. Blackwell Science, Malden, MA.
- Chen, J. (2005). Present status and prospects of sea cucumber industry in China. *FAO fisheries technical paper*, pages 25–38.

## Bibliografía

- Cifuentes-Lemus, J. L. & Cupul-Magaña, F. G. (2002). Un vistazo a la historia de la pesca en México: administración, legislación y esfuerzos para su investigación. *CIENCIA ergo-sum*, 9(1):112–118.
- Cisneros Montemayor, A. M., Cisneros Mata, M. A., Harper, S., & Pauly, D. (2013). Extent and implications of IUU catch in Mexico's marine fisheries. *Marine Policy*, 39:283–288.
- Coleman, J. S. (1958). Relational Analysis: The Study of Social Organizations with Survey Methods. *HUMAN ORGANIZATION*, 17(4):28–36.
- Conand, C. (2018). Recent information on worldwide illegal fisheries for sea cucumbers. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, 38:4.
- CONAPESCA (2017). Anuario estadístico de pesca y acuicultura. Technical report, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- CONAPESCA (2018). Anuario estadístico de pesca y acuicultura. Technical report, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Daliri, M., Kamrani, E., Jentoft, S., & Paighambari, S. Y. (2016). Why is illegal fishing occurring in the Persian Gulf? A case study from the Hormozgan province of Iran. *Ocean & Coastal Management*, 120:127–134.
- De la Torre Castro, M., Ochiewo, J., Kithakeni Mbagi, T., & Pinault, M. (2007). A framework for addressing socioeconomic and management aspects of sea cucumber resources in the western Indian Ocean. *SPC Beche-de-mer information Bulletin*, 25:22–28.
- Delgado Ramírez, C. E. & Soto Aguirre, E. (2018). Co-manejo pesquero e innovación social: el caso de la pesquería de erizo rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) en Baja California. *Sociedad y Ambiente*, (16):91–115.
- DOF (1925). LEY de pesca. *Diario Oficial de la Federación 04/02/1925*.
- DOF (1975). LEY Federal para el fomento de la pesca. *Diario Oficial de la Federación 25/05/1975*.
- DOF (1992). LEY de pesca. *Diario Oficial de la Federación 25/06/1992*.
- DOF (2000). ACUERDO por el que se aprueba la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación 17/08/2000*.
- DOF (2007). Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. *Diario Oficial de la Federación 24/07/2007*.
- DOF (2012). ACUERDO por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación 24/08/2012*.

## Bibliografía

- DOF (2013). ACUERDO por el que se modifica el aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994, para establecer el periodo de veda para el pepino de mar en las aguas de jurisdicción federal frente a la Península de Yucatán. *Diario Oficial de la Federación* 25/04/2013.
- DOF (2015). ACUERDO por el que se da a conocer el plan de manejo pesquero de pepino de mar café (*Isostichopus badionotus*) y lápiz (*Holothuria floridana*) en la península de Yucatán. *Diario Oficial de la Federación* 12/05/2015.
- DOF (2018). ACUERDO por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994, para establecer la cuota de aprovechamiento de pepino de mar café (*Isostichopus badionotus*) en las aguas marinas de jurisdicción federal colindantes con el Estado de Yucatán en el año 2018. *Diario Oficial de la Federación* 06/04/2018.
- DOF (2021). Ley Federal de Derechos. *Diario Oficial de la Federación* 12/11/2021, page 734.
- Dominguez-Godino, J. A. & González-Wangüemert, M. (2019). *Holothuria arguinensis*: A new sea cucumber species for aquaculture. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, 39:60–64.
- EDF (2013). *Pesca ilegal e irregular en México: Una barrera a la competitividad*.
- Enriquez, C., Mariño-Tapia, I. J., & Herrera-Silveira, J. A. (2010). Dispersion in the Yucatan coastal zone: Implications for red tide events. *Continental Shelf Research*, 30(2):127–137.
- Escobar Sánchez, J. E. (2018). *Cuenca de impacto Chicxulub, plataforma de Yucatán: secuencia carbonatada paleógena, pozo Yaxcopoil-1*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- FAO (1995). *Código de conducta para la pesca responsable*. Roma.
- FAO (2009). Acuerdo sobre medidas del Estado rector del puerto destinadas a prevenir, desalentar y eliminar la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada. page 24.
- FAO (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020 (SOFIA)*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Feeny, D., Berkes, F., McCay, B. J., & Acheson, J. M. (1990). The Tragedy of the Commons: Twenty-two years later. *Human Ecology*, 18(1):1–19.

## Bibliografía

- Ferrero, B. (2011). La gestión comunitaria de la pesca en el Bajo Paraná argentino. Un estudio de caso con pescadores artesanales. In *Pescadores en América Latina y el Caribe: espacio, población, producción y política*, volume 1. México: Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, primera edición edition.
- Forrest, R., Pitcher, T. J., Watson, R., Valtýsson, H. r., & Guénette, S. (2001). Estimating Illegal and Unreported Catches from Marine Ecosystems: Two Case Studies. *Fisheries Centre Research*, 9(5):81–93.
- Fraga, J. (2004). Los habitantes de la zona costera de yucatán: Entre la tradición y la modernidad. In *El manejo costero de México*, pages 497–506.
- Gamboa-Álvarez, M. ., Poot-López, G. R., Olvera-Novoa, M. A., Aguilar-Perera, A., Ponce-Márquez, M. A., & López-Rocha, J. A. (2021). Survival and growth of wild-translocated individuals and released-cultured juveniles of sea cucumber *Isostichopus badiotus* off the northern Yucatan Peninsula, Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, page 107273.
- Gamboa Álvarez, M. n., López Rocha, J. A., Poot López, G. R., Aguilar Perera, A., & Villegas Hernández, H. (2020). Rise and decline of the sea cucumber fishery in Campeche Bank, Mexico. *Ocean & Coastal Management*, 184:11.
- García Allut, A. (2003). La pesca artesanal, el cambio y la patrimonialización del conocimiento. *revista PH*, 44:74–83.
- Grainger, R. & Garcia, S. (1996). Chronicles of marine fishery landings (1950–1994): Trend analysis and fisheries potential. *FAO Fisheries Technical Paper*, 359.
- Grande-Vidal, J. M. (2006). La explotación pesquera en México. In *Pesca, acuicultura e investigación en México*, pages 93–106. Comisión de Pesca : CEDRSSA, Centro de Estudios para Desarrollo Rural Sostenible y la Soberanía Alimentaria, México. OCLC: 505194765.
- Greenberg, B. G., Kuebler, R. R., Abernathy, J. R., & Horvitz, D. G. (1971). Application of the Randomized Response Technique in Obtaining Quantitative Data. *Journal of the American Statistical Association*, 66(334):243–250.
- Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 162:1243–1248.
- Hayashida Carrillo, A. H., Rolón Sánchez, J. E., & Leal Cota, V. (2019). Metrics of open government in Mexican fisheries. *Journal of Rural Studies*, page S074301671831533X.
- Hearn, A., Toral, M., Castrejón, M., Nicolaidis, F., Moreno, J., Reyes, H., Altamirano, M., & Vega, S. (2004). Evaluación de la pesquería de pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en Galápagos. In *Evaluación de las pesquerías en la Reserva Marina de Galápagos. Informe Compendio 2004*, pages 1–60. Fundación Charles Darwin, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.

## Bibliografía

- Hernández-Flores, A., Cuevas-Jiménez, A., Poot-Salazar, A., Condal, A., & Espinoza-Méndez, J. C. (2018). Bioeconomic modeling for a small-scale sea cucumber fishery in Yucatan, Mexico. *PLOS ONE*, 13(1):e0190857.
- Herrera Silveira, J. A., Álvarez Góngora, C., Merino Virgilio, F., & Aguilar Trujillo, A. (2010). Mareas Rojas en la costa de Yucatán. In *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*, pages 320–321. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Hox, J. & Lensvelt-Mulders, G. (2004). Randomized Response Analysis in Mplus. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 11(4):615–620.
- Ibarra, A. A. & Soberón, G. R. (2002). Economic reasons, ecological actions and social consequences in the Mexican sea cucumber fishery. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, 17:33–36.
- INEGI (2015). Encuesta intercensal 2015. Technical report.
- INEGI (2020). Censo Nacional de Población y Vivienda 2020. Technical report.
- López González, J. & Domínguez Sandoval, M. F. (2017). Caracterización del oleaje frente a la costa de Sisal, Yucatán. In *Caracterización multidisciplinaria de la zona costera de Sisal, Yucatán*, pages 30–39. LANRESC.
- López Rocha, J. A. (2011). Distribution and Abundance of the Sea Cucumber *Isostichopus badiotus* off the Coast of Sisal Yucatan. *Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, page 8.
- López-Rocha, J. A., Pedroza-Gutiérrez, C., Vidal-Hernández, L. E., Gamboa-Álvarez, M. n., Velázquez-Abunader, I., Romero-Gallardo, S., & Arteaga-Muñoz, J. (2019). La pesquería de pepino de mar en Yucatán: Auge, declive y perspectivas a futuro. In *Investigaciones marinas en el Golfo de México y Mar Caribe mexicano*, pages 508–534. Colima.
- Lugo Hubp, J. & Córdova, C. (1992). Regionalización geomorfológica de la república mexicana. *Investigaciones Geográficas*, 25.
- Magariño, M., Gómez Geistera, M., & Decastro, M. (2010). Incidencia de los huracanes en el Atlántico Norte. *Avances en ciencias de la Tierra*, 1:53–62.
- Martínez, S. T. M. (2016). La construcción de la política pesquera en México. Una mirada desde el campo geográfico. page 27.
- Meraz, F. (2015). PF decomisa en Cancún 17 toneladas de pepino de mar. *Milenio*.
- Mezali, K. & Slimane-Tamancha, F. (2020). The status of algerias sea cucumbers and their illegal trade.pdf. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, 40:23–31.
- Mirrasooli, E., Ghorbani, R., Gorgin, S., Aghilinejad, S. M., & Jalali, A. (2019). Factors associated with illegal fishing and fisher attitudes toward sturgeon conservation in the southern Caspian Sea. *Marine Policy*, 100:107–115.

## Bibliografía

- Mlicki, M. K. (1991). Toward Broadening the Concept of Social Traps. *The Polish Sociological Bulletin*, 2:135–142.
- Muñoz-Villanueva, J. & Acosta-Jenkins, R. E. (2006). El papel del Estado con Relación al sector. In *Pesca, acuicultura e investigación en México*, pages 218–225. Comisión de Pesca : CEDRSSA, Centro de Estudios para Desarrollo Rural Sustainable y la Soberanía Alimentaria, México. OCLC: 505194765.
- Ojeda-Paullada, P. (1993). La Ley de Pesca. In *Modernización del Derecho mexicano. Reformas Constitucionales y legales 1992*. Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM, primera ed. edition.
- ONU (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile. OCLC: 1289630743.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2001). Plan de Acción Internacional para prevenir, desalentar y eliminar la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada.
- Ostrom, E. (1999). COPING WITH TRAGEDIES OF THE COMMONS. *Annual Review of Political Science*, 2(1):493–535.
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939):419–422.
- Oviedo Romero, V. (2018). *Caracterización de las operaciones de la flota artesanal en Sisal, Yucatán*. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Oyanedel, R. (2019). Pesca ilegal e incumplimiento. In *Mar, costas y pesquerías: una mirada comparativa desde Chile, México y Perú.*, pages 71–81. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental.
- Oyanedel, R., Keim, A., Castilla, J. C., & Gelcich, S. (2018). Illegal fishing and territorial user rights in Chile: Illegal Fishing. *Conservation Biology*, 32(3):619–627.
- Pedroza Gutiérrez, C. (2013). Middlemen, informal trading and its linkages with IUU fishing activities in the port of Progreso, Mexico. *Marine Policy*, 39:135–143.
- Pedroza-Gutiérrez, C. & López-Rocha, J. A. (2021). Ungovernable systems: The strength of informal institutions in the sea cucumber fishery in Yucatan, Mexico. *PLOS ONE*, 16(3):e0249132.
- Pires, S. F. & Moreto, W. D. (2011). Preventing Wildlife Crimes: Solutions That Can Overcome the ‘Tragedy of the Commons’. *European Journal on Criminal Policy and Research*, 17(2):101–123.



## Bibliografía

- Pitcher, T. J. & Watson, R. (2000). The basis for change 2: Estimating total fishery extractions from marine ecosystems of the North Atlantic. In *Methods for Evaluating the Impacts of Fisheries on North Atlantic Ecosystems.*, volume 8, pages 40–53. Fisheries Centre Research Reports.
- Poot Salazar, A., Ardisson, P. L., Poot Salazar, E., & Caro Méndez, I. N. (2014). La pesca del pepino de mar en Celestún, Yucatán: una búsqueda hacia el manejo sostenible. *Revista cubana de investigaciones pesqueras*, 31(1):1–4.
- Poot-Salazar, A. & Hernández-Flores, I. (2015). Indicadores de sostenibilidad para la evaluación de las pesquerías de pepino de mar en la península de Yucatán, México. *Ciencia pesquera*, 23(2):11–24.
- Poot Salazar, A., Hernández Flores, I., & Ardisson, P. L. (2015). Use of the SLW index to calculate growth function in the sea cucumber *Isostichopus badionotus*. *Scientific Reports*, 4(5151):1–7.
- Purcell, S. W. (2014). Value, Market Preferences and Trade of Beche-De-Mer from Pacific Island Sea Cucumbers. *PLoS ONE*, 9(4).
- Purcell, S. W., Lovatelli, A., Vasconcellos, M., & Ye, Y. (2010). *Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach*. Number 520 in FAO fisheries and aquaculture technical paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. OCLC: ocn607556335.
- Purcell, S. W., Mercier, A., Conand, C., Hamel, J.-F., Toral-Granda, M. V., Lovatelli, A., & Uthicke, S. (2013). Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing: Management of sea cucumber fisheries. *Fish and Fisheries*, 14(1):34–59.
- Purcell, S. W., Williamson, D. H., & Ngaluafe, P. (2018). Chinese market prices of beche-de-mer: Implications for fisheries and aquaculture. *Marine Policy*, 91:58–65.
- Ramírez-González, J., Moity, N., Andrade-Vera, S., & Reyes, H. (2020). Overexploitation and More Than a Decade of Failed Management Leads to No Recovery of the Galápagos Sea Cucumber Fishery. *Frontiers in Marine Science*, 7:554314.
- Salas, S., Cabrera, M. A., Palomo Cortés, L. E., Bobadilla, F., Ortega Tun, P. H., & Torres Irineo, E. (2008). Plan de manejo y operación del comité de administración pesquera de escama y pulpo. Informe final, CINVESTAV IPN Unidad Mérida.
- Salazar, P. (1998). Una aproximación al concepto de legalidad y su vigencia en México. *Isonomía*, 9:193–206.
- Seijo, J. C., Defeo, O., & Salas, S. (1997). Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo. Documento Técnico de Pesca. No. 368, FAO, Roma.
- Sen, S. & Raakjaer Nielsen, J. (1996). Fisheries co-management: a comparative analysis. *Marine Policy*, 20(5):405–418.

## Bibliografía

- SEPASY (2019). Lista Definitiva del Padrón de Pescadores.
- Sistema de Información Legislativa (2021). Diario Oficial de la Federación.
- Solís, R., Salvatierra, B., & Nazar, A. (2015). Migración regional hacia la costa yucateca y sus implicaciones socio-económicas en el contexto local: El caso de Dzilam de Bravo, México. *Heosphoros: Revista de Investigación Multidisciplinaria*, 1:36–44.
- Song, A. M., Scholtens, J., Barclay, K., Bush, S. R., Fabinyi, M., Adhuri, D. S., & Haughton, M. (2020). Collateral damage? Small-scale fisheries in the global fight against IUU fishing. *Fish and Fisheries*, 21(4):831–843.
- Tenorio, A. E., Pech, D., Ramos, J., & Peña-Puch, A. (2012). Una radiografía antes de decidir: el reto del aprovechamiento sustentable del pepino de mar en Campeche. *Investigación ambiental*, 4(1):45–50.
- Tracy, P. E. & Fox, J. A. (1981). The Validity of Randomized Response for Sensitive Measurements. *American Sociological Review*, 46(2):187.
- Uc-Espadas, M. (2007). *Estrategias de vida en hogares costeros. Estudio de caso en Celestún, Yucatán*. Tesis de Maestría, CINVESTAV, Mérida, Yucatán. Publisher: Unpublished.
- Vidal-Hernández, L., Canto-Lugo, E., Carmona-Escalante, A., Huerta-Quintanilla, R., Garza-Lagler, C., & López-Rocha, J. (2019). Properties, communities and robustness in the Yucatan sea cucumber trade network. *Ocean & Coastal Management*, 168:226–237.
- Vázquez-León, C. I. (2006). Desarrollo, sustentabilidad y pobreza. Perspecivas de índole socioeconómica en comunidades dedicadas a la pesca ribereña. In *Pesca, acuacultura e investigación en México*, pages 171–189. Comisión de Pesca : CEDRSSA, Centro de Estudios para Desarrollo Rural Sustainable y la Soberanía Alimentaria, México. OCLC: 505194765.
- Watson, R. A., Green, B. S., Tracey, S. R., Farmery, A., & Pitcher, T. J. (2016). Provenance of global seafood. *Fish and Fisheries*, 17(3):585–595.
- Young, M. A. (2016). International trade law compatibility of market-related measures to combat illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing. *Marine Policy*, 69:209–219.

## Anexos

```
1
2
3 calMuA <- function(Z1,Z2) {
4   p2 <- 0.3
5   p1 <- 0.7
6   MuA <- (((1-p2)*Z1)-((1-p1)*Z2))/(p1-p2)
7   return(MuA)
8 }
9
10 calMuY <- function(Z1,Z2) {
11   p2 <- 0.3
12   p1 <- 0.7
13   MuY <- ((p2*Z1)-(p1*Z2))/(p2-p1)
14   return(MuY)
15 }
```

Código 8.1: Anexo 1. Funciones generadas en R para calcular  $\mu_A$  y  $\mu_Y$



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ENES Unidad Mérida. UMDI, Facultad de Ciencias, Sisal**  
**PROYECTO: Retos para la gobernanza en la cadena de valor**  
**de la pesca marina y continental, en Mexico**

INFORMACIÓN GENERAL			
LUGAR:	_____		FECHA: _____
ENTREVISTADOR:	_____		BITÁCORA: <input type="text"/>
HORA:	_____	Base de Datos CAPTURADA:	<input type="text"/>
PESCADOR			
EDAD:	_____	TIEMPO DE SER PESCADOR:	_____
		NIVEL DE ESTUDIOS:	_____
COOPERATIVADO:	<input type="text"/>	PERMISIONARIO:	<input type="text"/>
		LIBRE:	<input type="text"/>
¿EN QUÉ AÑOS HA PARTICIPADO EN LA PESCA PEPINO DE MAR?: _____			
¿LA LANCHAS EN QUE PESCO TENÍA PERMISO DE PESCA?			
	<input type="text"/>	SI	NO
		NO SABE	
¿HA SUFRIDO DESCOMPRESIÓN?: _____ ¿LUGAR DE NACIMIENTO?: _____			
PESCA (Técnica de respuesta aleatoria-un dado)			
¿HAS PESCADO PEPINO DE MAR ILEGALMENTE?:			
	SI: <input type="text"/>	NO:	<input type="text"/>
¿HAS PESCADO PULPO, MERO O LANGOSTA EN VEDA?:			
	SI: <input type="text"/>	NO:	<input type="text"/>
CAPTURA (Técnica de respuesta aleatoria-dos dados)			
1	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	4	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>	6	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	8	<input type="text"/>
9	<input type="text"/>	10	<input type="text"/>
PREGUNTAS DE CONTEXTO			
<b>EN SU OPINIÓN:</b>			
¿POR QUÉ HAY PESCA ILEGAL DE PEPINO DE MAR? _____			
_____			
_____			
¿QUÉ MOTIVA A UN PESCADOR PESCAR ILEGALMENTE PEPINO DE MAR? _____			
_____			
_____			
¿QUÉ MOTIVA A UN PESCADOR A PESCAR ESPECIES EN VEDA ? _____			
_____			
_____			
¿QUIÉNES SON LOS COMPRADORES DE PESCA ILEGAL? _____			
_____			
_____			
¿LA SITUACIÓN DE LA PESCA ES: BUENA, REGULAR O MALA? _____			
_____			
_____			

Anexo 2: Cuestionario aplicado a los pescadores para estimar la captura ilegal en los puertos de Celestún y Dzilam de Bravo.