

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
FACULTAD DE CIENCIAS



ANÁLISIS INTEGRAL DE LA PESQUERÍA DE MEDUSA BOLA DE CAÑÓN
(*Stomolophus* sp. 2) EN GUAYMAS Y LAS GUÁSIMAS, SONORA, MÉXICO

TESIS

QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA OBTENER EL
GRADO DE

DOCTORA EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

PRESENTA

MARÍA ESTHER CRUZ COLÍN

Ensenada, Baja California, México, enero del 2019

“No es posible llegar a una regulación y a buenas prácticas de manejo, si solo algunos tienen las intenciones de cumplirlas”

Guaymas, Sonora, agosto 4 de 2016,
Presidente de Cooperativa y pescador de aguamala.

Resumen

La medusa bola de cañón es un recurso importante para los pescadores y las comunidades del litoral sonorenses, en especial en las comunidades de Las Guásimas, Empalme, Cruz de Piedra y Guaymas, Sonora. Toda la medusa que produce México se extrae de forma artesanal en la costa este del Golfo de California, utilizando embarcaciones menores o pangas; la temporada de pesca coincide con la época en el año en la que hay baja producción de jaiba, camarón y sierra en la región. La actividad se rige con instrumentos de manejo implementados para buscar la sostenibilidad del recurso; sin embargo, a los 18 años de esta actividad surge la necesidad de evaluar cómo han funcionado las estrategias de manejo utilizadas hasta ahora para aprovechar y conservar este recurso. La presente tesis consta de tres capítulos, el primero que corresponde a el análisis de actores, el segundo el análisis de la pesquería con enfoque de sistema complejo y el tercero que es el análisis de las estrategias aplicadas. En el Capítulo 1 se analiza el rol de los actores involucrados en la pesquería. Los resultados sugieren que los actores con mayor interés e influencia en el manejo de la pesquería están conformados por INAPESCA, compradores, procesadores, comercializadores y cooperativas pesqueras, que se categorizaron como actores clave. A pesar del alto interés de los pescadores en este recurso, estos no han podido ejercer suficiente influencia en la toma de decisiones. Los compradores asiáticos y las autoridades de CONAPESCA poseen bajo interés, pero alto poder para influir en el manejo del recurso. Se concluye que existe una relación conflictiva y un bajo nivel de cooperación entre los actores, lo cual impide que se respeten las estrategias de manejo para explotar la medusa en condiciones de sustentabilidad. Este análisis es necesario para establecer y mejorar las acciones de manejo de la pesquería de medusa. En el Capítulo 2 se analizan los componentes naturales y sociales, así como las relaciones y niveles jerárquicos de la pesquería de medusa bola de cañón, con el fin de presentar información y recomendaciones para lograr un sistema sustentable. Para el presente análisis se recopiló información a través de entrevistas con los actores involucrados, datos oficiales de pesca y observaciones de campo. La evaluación de esta pesquería bajo el enfoque de sistema complejo podrá ofrecer ventajas de manejo dadas las relaciones, funciones, intereses y vínculos entre los componentes naturales, sociales y económicos que presenta la actividad y ofrecerá opciones de solución a los problemas que surgieron durante el desarrollo de esta pesquería. Estas abordan las directrices de política y las acciones de gestión sostenibles en las dimensiones de equidad social, beneficio económico y responsabilidad ambiental. Se enfatiza en la necesidad de un enfoque de investigación interdisciplinario y transdisciplinario para proporcionar un asesoramiento de gestión adecuado y para fortalecer la gobernanza de la pesca a través de estrategias que faciliten la participación de los principales interesados en el proceso de toma de decisiones de la pesquería de medusas bola de cañón. En el Capítulo 3 se analizó si las estrategias de manejo utilizadas en la pesquería de medusa bola de cañón funcionan para regular esta actividad y como los elementos analizados en este trabajo (Capítulos 1 y 2) pueden ser considerados para mejorar las estrategias de manejo de esta pesquería. El análisis realizado sugiere que para tener una pesca sustentable de este recurso se deben reforzar los mecanismos de colaboración y de flujos de información entre actores. La caracterización de actores y el análisis de elementos socio-ecológicos de esta actividad, demuestran ser una herramienta esencial para el planteamiento de acciones de manejo que permiten reforzar y seguir practicando un co-manejo adaptativo de la pesquería de medusa en Guaymas, Sonora.

Palabras clave: análisis de actores, pesquería de aguamala, Guaymas, sistémico, co-manejo, sistema adaptativo complejo, Golfo de California.

Abstract

The cannonball jellyfish is an important resource for fishers and Sonoran coastal communities, particularly for Las Guásimas, Empalme, Cruz de Piedra and Guaymas (Gulf of California). All the jellyfish that Mexico produces is extracted by artisanal fishers in the coast of the Gulf of California using small fishing boats (or *pangas*). The fishing season coincides with the time of the year when in the region there is low availability of crabs, shrimps and finfish species in the region. For the cannonball fishing activity there are a set of management instruments implemented to seek sustainability; however, after 18 years of fishing, there is a need to evaluate how the management strategies have performed in the use and conservation of the jellyfish. This thesis consists of three chapters: Chapter 1 is an analysis of actors, Chapter 2 analyses the fishery as a complex system, and Chapter 3 discusses the thus far applied strategies and offers recommendations to strengthen fisheries management.

The aim of Chapter 1 is to ascertain the role of the different actors involved in the jellyfish fishery in the study area and identifies actors with the greatest interest and influence in management of the fishery. The key actors are: INAPESCA, Asian buyers, processors, traders and fishing cooperatives. Fishermen are very interested in managing the fishery; however, they are having little or no influence in decision-making. Asian buyers and CONAPESCA, the federal administrative authority have low interest, yet possess great power to influence fisheries management of this resource. It is concluded that there is a conflictive relationship and low level of cooperation amongst actors, which prevents the implementation of management strategies to exploit the resource in conditions of sustainability. Using results of this analysis can orient and improve the management actions of the jellyfish fishery.

Chapter 2 analyzes the natural and social components, linkages and hierarchical levels of the cannonball jellyfish fishery in the Guaymas-Las Guásimas region and offers insights and recommendations to achieve system-level sustainability. Information for the present analysis was collected through interviews with stakeholders, official fisheries data, and field observations. Assessing this fishery under a complex system framework has the potential to identify management advantages given the relationships, functions, interests, and links between the natural, social, and economic components, and to offer solutions to the problems that have emerged during the development of this fishery. Policy guidelines and management actions must address sustainability in its various dimensions: social equity, economic benefit, and environmental responsibility. An interdisciplinary research approach is needed to provide adequate management advice and to strengthen fishery governance through strategies facilitating the participation of key stakeholders in the decision-making process of the fishery.

Chapter 3 discusses the effectiveness of current management strategies used in the jellyfish fishery and proposes how including results of Chapters 1 and 2 can improve the management strategies of this activity. Results suggest that in order to have a sustainable fishery, collaboration mechanisms and communication between actors must be strengthened. The characterization of actors and the analysis of socio-ecological elements of this activity proved to be essential tools for management by reinforcing current incipient adaptive co-management of the jellyfish fishery in Guaymas, Sonora.

Key words: stakeholder analysis, cannonball jellyfish fishery, co-management, complex adaptative system, Gulf of California

Agradecimientos:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para la realización de este proyecto de investigación y de vida profesional y al Instituto de Investigaciones Oceanológicas, por las facilidades brindadas en todo momento.

Agradezco a mi esposo Juan Antonio por impulsarme a realizar el doctorado y a nuestra hija Muriel por su comprensión tenida durante mis ausencias presenciales.

A mi Codirectora Cira Gabriela Montaña Moctezuma, por su infinita paciencia y carácter afable sin importar las condiciones adversas.

A mi Codirector Miguel Ángel Cisneros Mata, por sus observaciones y perseverancia en que mi formación doctoral fuera de la mejor manera. Gracias por su amistad y confianza.

Al grupo de Sinodales, Dra. Ileana Espejel Carbajal por su eterno optimismo y clarificación de conceptos y diseño de la tesis, Dr. Andrés Cisneros Montemayor por su paciencia y sus siempre comentarios positivos al trabajo y Dr. Luis Malpica Cruz por sus atinadas y oportunas sugerencias.

A la Dra. Ana María Escofet, por servirme de gran inspiración en el complicado asunto de este tema, gracias por su eterna paciencia.

Extiendo un fuerte agradecimiento a todos los *aguamalers* (pescadores, procesadores y mujeres) entrevistados durante mi investigación de campo en Guaymas, La Manga, Cruz de Piedra y Las Guásimas. Entre otros: José Porfirio León, Don Armando Rodríguez, El Presiche, Jaime Alonso Soto, José Luis Ramírez, Sirilo Soto Murillo, José Ramón Velázquez, Marco Antonio Navarro, Doña María Collins, Patricia Torres, Andrés Grajeda, Luis Manuel Sosa, Esteban Sevilla y Karla Berenice Vega. A los investigadores Javier Álvarez Tello, Juana López, Eloisa Herrera y Javier Bermúdez Campoy.

A las más de 70 personas restantes que entrevisté quienes, que, sin excepción, tuvieron la buena iniciativa de brindarme su tiempo y sus impresiones con toda la confianza del mundo. Sin ellos gran parte de este trabajo no hubiera sido posible realizar.

A los técnicos y compañeros de trabajo en el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) en Guaymas: Magaly Roldán, Demetrio Rodríguez, Mike Castellanos, Marcelo Curiel y Javiera Bojórquez, quienes en su momento han formado parte importante de esta actividad pesquera. Al grandísimo Fernando Domínguez (“El Güero”) que sin sus ocurrencias todo sería un mar de aburrimiento.

A el Dr. Adán Mejía y el M.C. Sergio Larios y por su ayuda en la elaboración de algunas figuras. Gracias Chato por los tecitos que servían de valeriana para mí.

A los compañeros de carrera: Lupita, Rinah, Saul, Christian, Arturo y Mariana por sus críticas y sugerencias a lo largo de los cursos.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
FACULTAD DE CIENCIAS

ANÁLISIS INTEGRAL DE LA PESQUERÍA DE MEDUSA BOLA DE CAÑÓN
(Stomolophus sp. 2) EN GUAYMAS Y LAS GUÁSIMAS, SONORA, MÉXICO

TESIS

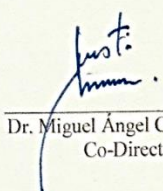
QUE PARA CUBRIR PARCIALMENTE LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA OBTENER EL GRADO DE

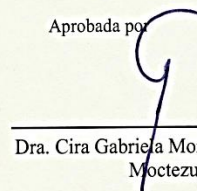
DOCTORA EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

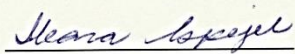
PRESENTA

MARÍA ESTHER CRUZ COLÍN

Aprobada por


Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata
Co-Director


Dra. Cira Gabriela Montaña
Moctezuma Co-Directora


Dra. Martha Ileana Espejel Carbajal
Sinodal


Dr. Andrés Miguel Cisneros Montemayor
Sinodal


Dr. Luis Malpica Cruz
Sinodal

Ensenada, Baja California, México, 23 enero del 2019

Índice General

Introducción	1
Biología y Ecología de la Medusa Bola de Cañón	1
La pesquería de medusa bola de cañón en Sonora.	5
Justificación.....	8
Objetivos	9
Objetivo General.....	9
Objetivos Específicos	9
Capítulo 1 . Análisis de actores de la pesquería de medusa en Guaymas, Sonora.....	10
Introducción.....	10
Metodología.....	14
Resultados y Discusión.....	19
Presentación de los actores	19
Presencia indígena y la nacionalidad Yaqui de la aguamala	20
Red de actores de la pesquería de medusa	21
Relación entre actores	26
El papel de las mujeres	27
Pescadores divididos por permisos de pesca	29
El papel de las autoridades federales	32
El papel de los Yaquis y su relación con el resto de los pescadores.....	33
Cooperación entre actores.....	35
La importancia de convertirse en actor clave	36
Conclusiones.....	37
Referencias	38
Capítulo 2 . Análisis de la pesquería de la medusa bola de cañón bajo el enfoque de sistema complejo.....	42
Introduction	42
Methods	45
Study Area	45
Information gathering	46
Research framework	47
Results	48

Cannonball jellyfish fishery timeline.....	48
Cannonball jellyfish life cycle to determine catch suitability.....	50
Observed Conditions	51
Increase in the number of fishermen and relative economic importance of the jellyfish fishery	51
Importance of the CBJ resource compared to other fisheries	52
Low profit obtained catching jellyfish.....	54
Fishery problems.....	55
Systemic construction	55
Systemic Environmental Structure	57
Discussion.....	60
Initial conditions of the fishery	61
Management levels	63
Importance of inter and transdisciplinarity teams.....	65
Co-management as a basis for sustainability	66
Conclusions	67
References	69
Capítulo 3 . Discusión General.	76
Acciones a corto plazo.....	76
Acciones a mediano plazo	82
Acciones a Largo Plazo	84
FODA	87
Referencias	88
Conclusiones	92
Sugerencias de Manejo de la pesquería de Medusa Bola de Cañón	93
Anexo 1. Revisión a Girón-Nava, C. López-Sagastegui, O. Aburto-Oropeza, 2015. On the conditions of the 2012 cannonball jellyfish (<i>Stomolophus meleagris</i>) bloom in Golfo de Santa Clara: a fishery opportunity? <i>Fisheries Management and Ecology</i> , 22, 261–264.....	95

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Preguntas realizadas a los actores de la pesquería de MBC en este estudio.	17
Tabla 1.2 Matriz de vinculación y de flujos de información entre actores de la pesquería de medusa.....	28
Table 2.1 . Component specific problems identified by stakeholders in the cannonball jellyfish (CBJ) fishery taking place in the Guaymas-Guásimas, Sonora, Mexico.	56
Table 2.2 Systemic construction chart and identifying the articulation processes.....	57

Índice de Figuras

Figura 1.1 Medusa bola de cañón (<i>Stomolophus</i> sp. 2) del sur del Golfo de California.....	2
Figura 1.1 Procesamiento de medusa bola de cañón o aguamala en Sonora, México	13
Figura 1.2 Campos de captura de aguamala en el Golfo de California y localidades consideradas para el análisis de actores.	14
Figura 1.3 Diagrama de cuadrantes que define la categoría de actores.	18
Figura 1.4 Estructura poblacional de los pescadores de aguamala en Guaymas y Las Guásimas.	19
Figura 1.5 Taxonomía de <i>aguamalers</i>	22
Figura 1.6 Caracterización de la influencia e interés de los actores involucrados en la pesquería de medusa bola de cañón.....	23
Figura 1.7 Percepción de los pescadores acerca de la asignación de permisos.	30
Figura 1.8 Reuniones de consenso del Comité Consultivo de Aguamala. Guaymas, Sonora	34
Figure 2.1 Gulf of California and study zone (a). Sites and months related to the cannonball jellyfish life cycle (b).	46
Figure 2.2. Timeline of the CBJ fishery in Sonora.	49
Figure 2.3 Plot showing years working as fishermen vs. years working in the jellyfish fishery for fishers interviewed during the research.....	52
Figure 2.4 Artisanal fisheries in Guaymas -Las Guasimas.	53
Figure 2.5 Percentage of importance of artisanal fisheries as perceived by each type of stakeholder interviewed in Guaymas-Guásimas.	54
Figure 2.6. Percentage of annual income earned with jellyfish according stakeholders interviewed.	55
Figure 2.7 Current structure (2012-2018) of the cannonball jellyfish fishery in Guaymas, Sonora, México assessed under a complex system framework.....	59
Figure 2.8 Initial structure (2000-2011) of the cannonball jellyfish fishery in the area of Guaymas-Las Guásimas, Sonora, Mexico assessed under a complex system framework.	62
Figura 3.1 Producción de medusa (toneladas), número de embarcaciones y número de permisos en Sonora desde que la pesquería se formalizó comercialmente.	77
Figura 3.2 Medusa empacada en su presentación para venta de anaquel para consumo en el mercado de Estados Unidos.	86

Introducción

En los últimos 20 años el consumo de productos del mar en China ha crecido en un 225%. La cantidad promedio de productos marinos que se consume al año es de 33 kg/persona, mientras que en el resto del mundo se consumen 19 kg/persona al año. Se ha proyectado que para el año 2030 toda la región asiática será responsable del 70% del consumo mundial de pescados y mariscos (EDF-CAPLOG, 2014).

Uno de los productos marinos codiciados por las culturas china y japonesa es la medusa, que a pesar de que su valor alimenticio es similar al de un plato de pasta o una taza de arroz hervido, posee el nivel más bajo de colesterol de todos los mariscos. Una porción de 100 gr de medusa rehidratada contiene menos de 37 mg de colesterol. Además de lo anterior, la mesoglea gelatinizada de las medusas comestibles contiene aproximadamente entre el 80 y 90% de los aminoácidos que pertenecen al grupo del colágeno, como glicina, hidroxiprolina e hidroxilisina (Hsieh y Rudloe, 1994).

Las medusas son consideradas uno de los cinco productos marinos de lujo en China junto con el pepino de mar, almeja generosa, aleta de tiburón, buche o vejiga natatoria de curvina. Todos estos productos son capturados en México en la modalidad de pesca ribereña. Su demanda en Asia ha crecido en los últimos años debido al aumento del producto interno bruto de China y Japón, la mejora de infraestructura, almacenaje y transportación, así como el aumento de la diversidad de productos (EDF-CAPLOG, 2014). Por lo anterior, la producción de medusa representa un negocio de miles de millones de dólares en Asia (Omori y Nakano, 2001; Magesh y Coulthard, 2004; Pérez-Ríos et al., 2015).

BIOLOGIA Y ECOLOGÍA DE LA MEDUSA BOLA DE CAÑÓN

De acuerdo con registros fósiles, las medusas son animales carnívoros muy antiguos que conservan su forma primitiva. Hace más de 540 millones de años, durante el período Cámbrico se ubicaban en la cúspide de la cadena alimenticia marina como depredadores tope. En la actualidad pertenecen al tercer nivel de la cadena trófica marina como consumidores secundarios (Richardson et al. 2009).

Las medusas pertenecen al Phylum Cnidaria, junto con las anémonas de mar y los corales; la medusa bola de cañón pertenece a la Clase Schyphozoa. Son organismos metagénicos que alternan reproducción asexual en su fase polipoide y sexual en la fase medusoide (Calder 1982;

Ceh et al. 2015). La fase de pólipo es sésil y la medusoide es necto-planctónica. Durante la fase polipoide, cuando las condiciones ambientales son propicias ocurre la reproducción asexual en un proceso llamado estrobilación. El pólipo madura, se segmenta transversalmente y libera la fase temprana móvil planctónica llamada éfira, que en cuestión de días crecerá y se desarrollará para formar la medusa juvenil y luego la medusa adulta nectónica (Calder 1982), aunque puede haber excepciones a este ciclo general metagénico (Ceh et al. 2015). La longevidad de la fase medusoide es entre seis a ocho meses, y su tasa de mortalidad natural es alta (5.57/año). La forma medusoide presenta reproducción temprana, ya que la población llega al 50% de madurez a los tres o cuatro meses de edad (Cisneros-Mata et al. 2014).



Figura 1.1 Medusa bola de cañón (*Stomolophus* sp. 2) del sur del Golfo de California, en donde se indica su morfología.

Stomolophus spp., es conocida como medusa bola de cañón (MBC) porque su campana o manto tiene forma semi-esférica (Figura 1.1). Morfológicamente, consta de: la campana y el manubrio o piñón. En la medusa bola de cañón, el manubrio sobresale de la campana y en su extremo inferior se ubican los brazos orales (Kramp 1961). Dentro de la campana se ubican la gastrodermis, el estómago y las gónadas. La medusa está compuesta por una capa externa o epidermis que cubre la superficie exterior y una capa interna en donde se encuentra la mesoglea, material gelatinoso compuesto principalmente de agua, colágeno y células ameboidales (Ruppert y Barnes 1996). Son precisamente estos elementos del organismo, la campana y el piñón, los de

interés en el mercado, por lo que todo es aprovechable. Además de su consumo presenta una fuente de materia prima fundamental para las industrias alimenticias, farmacéutica y cosmética en Asia (Garrido-Mora et al. 2010).

Hasta el año 2017, la especie *Stomolophus meleagris* había sido reportada en el Océano Atlántico y Golfo de México (Calder y Hester 1978; Huang 1988; Hsieh y Rudloe, 1994; Hsieh et al. 2001) en el Pacífico oriental (Calder, 1982) y en el Golfo de California Garrido-Mora et al. 2010). Sin embargo, recientemente Gómez-Daglio y Dawson (2017) encontraron que los organismos de este género (*Stomolophus*) que se encuentran al norte y sur del Golfo de México son de linaje filogenético diferente a los organismos que se encuentran en otros sitios. Por lo que han propuesto sustituir el epíteto específico *meleagris* por números arábigos según el lugar donde fueron encontradas, quedando así: para el Mar Caribe: *Stomolophus* sp. 5; en el Pacífico Tropical oriental *Stomolophus* sp. 3; en el Golfo de Panamá *Stomolophus* sp. 4; en la parte media y sur del Golfo de California *Stomolophus* sp. 2; y en el Alto Golfo de California *Stomolophus* sp. 1. La medusa bola de cañón del sur del Golfo de California y de la península de Baja California se caracteriza por ser de color azul intenso (Figura 1.1), a diferencia del resto de los lugares de América en donde son de color ámbar o blancas con manchas cafés o rojas.

Investigaciones realizadas sobre esta especie sugieren que los cambios de fase en los ciclos de vida son afectados por la temperatura y que gradientes de al menos de 5°C pueden ser factor desencadenante de la transición de un ciclo de vida a otro, controlando su dinámica poblacional (Prieto et al., 2010). En experimentos controlados sobre el crecimiento y desarrollo de los pólipos de *Aurelia* sp., se demostró que en condiciones constantes de pH (entre 8.06-7.24), temperatura (15.27°C) y (37.5-37.7 S) tasas de flujo de agua (28-31 ml/min), se promueve su estrobilación (Olariaga et al., 2014).

La presencia masiva de las medusas de los últimos años ha preocupado a los especialistas, ya que en todo el mundo se han observado incrementos importantes en abundancia, propiciando el desarrollo de sus capturas (Kingsford, Pitt y Gillanders, 2000). Algunos autores consideran que las invasiones de medusas en ciertas zonas podrían ser indicativas de cambios en los ecosistemas marinos (Dong et al. 2010; Brotz et al. 2012). En general, se considera que los florecimientos de medusas a nivel global obedecen a cinco causas antropogénicas: eutroficación (Purcell et al. 2007; Dong et al, 2010; Purcell et al. 2012), sobrepesca de especies de importancia comercial

depredadoras de medusas, cambio climático global (Parsons y Lalli, 2002; Richardson et al. 2009), cambios en la configuración costera (Purcell 2012), proliferación de especies invasivas (Mills 2001; Purcell et al., 2012), o las combinaciones de todas estas (Brotz et al. 2012). Incluso algunos autores han encontrado una asociación entre la reducción del pH y los eventos de aparición masiva de medusas, por lo que sugieren que la paulatina acidificación del océano en un futuro promoverá la presencia de las medusas (Atrill et al. 2007).

El crecimiento masivo y su desaparición en localidades específicas pueden deberse a condiciones oceanográficas que afectan su ciclo de vida (Mills 2001, Álvarez Tello, 2007; Purcell et al 2012). Existe una conexión entre el forzamiento climático y la respuesta de la población de medusas en otras especies. Ruiz et al. (2012) utilizaron un modelo poblacional que simula el aumento en la biomasa de *Cotylorhiza tuberculata*, una especie muy común en el mar Mediterráneo. Las predicciones del modelo sugieren que los inviernos ligeros y largos veranos promueven el florecimiento de la población, es decir, una mayor abundancia. Esta relación podría cambiar o tener otra forma para diferentes especies de medusas, lo cual podría explicar la contrastante abundancia observada. En el caso de *Stomolophus* sp.2 esto no ha sido probado.

En ocasiones los grandes florecimientos de medusas producen efectos negativos al bienestar humano: obstrucción de las maniobras de pesca, acuicultura, producción de energía y de agua dulce y daños a la salud por contacto directo con sus tentáculos urticantes. Sin embargo, también proveen servicios ecosistémicos al ser hospederos o sustratos flotantes para otros organismos, transportadores de CO₂ al fondo marino (Pitt et al 2009; Condon et al. 2011). También brindan importantes servicios culturales, particularmente de recreación en los acuarios en donde resultan ser una de las mayores atracciones por su belleza, así como servicios de aprovisionamiento al ser importantes insumos para la industria farmacéutica (Cheng et al. 2017; Niamh 2017) y fuente de alimento (Graham et al. 2014). Estos dos últimos servicios para el humano han desencadenado la actividad de extracción alrededor del mundo por los asiáticos, quienes son sus principales consumidores. Las grandes abundancias con que se presentan las hacen muy atractivas sobre todo para los pescadores ribereños para quienes los recursos locales han mermado. Sin embargo, los compradores asiáticos convierten a los países productores en su proveedor cautivo, lo que implica que las condiciones de compra no siempre sean las más convenientes para estos últimos. Los empresarios asiáticos aprovechan las débiles regulaciones locales y las economías marginadas

para establecer plantas de deshidratación de medusa en condiciones laborales improvisadas (Fahrenbruch, 2018).

LA PESQUERÍA DE MEDUSA BOLA DE CAÑÓN EN SONORA.

Actualmente alrededor del mundo existen 21 países productores de diferentes especies de medusas comestibles. Países asiáticos como: China, Indonesia, Japón, Corea del Sur, Malasia, Myanmar, Filipinas y Tailandia, figuran como potencias productoras y consumidoras de medusas (Brotz y Pauly, 2017). México es uno de los principales productores no asiáticos de medusa, y compite con Estados Unidos de América, Australia, Bahrain, India, Irán, Rusia, Sri Lanka, Turquía y Pakistán para colocar la medusa capturada en China y Japón.

Desde 2001, la medusa bola de cañón es un recurso importante para los pescadores y las comunidades del litoral sonorense, en especial en las comunidades de Las Guásimas, Empalme, Cruz de Piedra y Guaymas (Cisneros-Mata et al. 2017), donde se han presentado biomásas considerables de medusa en la mayoría de las temporadas en el período de 2001 a 2018, por lo que han llegado a existir hasta 19 plantas de deshidratación de medusa. Sin embargo, con el tiempo y por la variabilidad del organismo han ido cerrando algunas, actualmente existen ocho plantas procesadoras de medusa en Guaymas, Sonora. La pesquería de la medusa genera una gran expectativa entre los actores involucrados: pescadores, permisionarios, procesadores, trabajadores de la planta de proceso, en su gran mayoría mujeres, transportistas, proveedores de insumos, autoridades, e investigadores. Por lo que, para todos ellos, es importante conocer con la mayor precisión posible las fechas en que puede iniciar la captura, ya que de esto depende en gran medida la ganancia económica.

La fecha de inicio de captura es estimada en base al tamaño promedio, la abundancia y el crecimiento de las medusas, lo cual es un reto que cada año enfrentan los actores de la pesquería en la zona de Guaymas-Las Guásimas (Cisneros-Mata et al. 2017). Desde finales de enero y principios de febrero se comienzan a detectar los estadios juveniles de medusa en la costa del sur de Guaymas. En algunas temporadas se presenta con abundancias muy elevadas, aunque en pocas semanas desaparece de la zona o la abundancia aumenta con la migración de organismos provenientes de la zona de Bahía de Lobos (al sur de Las Guásimas). Esto se debe a que en su fase medusoide la tasa de crecimiento individual es muy acelerada (Cisneros-Mata et al. 2017) y

después de la reproducción sexual, de tres a cuatro meses de edad, los organismos mueren, por lo que su captura debe ser precisamente después de que ha madurado sexualmente y antes de que muera. Este aspecto es importante en el manejo de un recurso pesquero, porque es necesario permitir que al menos el 50% de los organismos hayan realizado su reproducción antes de que sean capturados (Fontoura et al. 2009; Ceh et al. 2015). Por lo que la fecha de apertura para la pesca de la medusa depende en gran parte del estado de su estado de maduración.

Toda la medusa que produce México se extrae de forma artesanal en la costa de Sonora, utilizando embarcaciones menores o pangas de hasta 10 m de largo. La temporada de pesca coincide con la época en el año en la que hay baja producción de jaiba, camarón y sierra en la región (Álvarez-Tello 2007). Por la escasez de empleo para el sector pesquero ribereño en el estado de Sonora, esta actividad es considerada por unos autores como compensatoria o de oportunidad para los pescadores (Álvarez-Tello 2007; Cisneros-Mata et al. 2014; Pérez-Ríos et al. 2014). En parte debido al bajo costo del arte de pesca utilizado, la red cuchara, la pesca de medusa representa una opción atractiva durante la temporada en que es más abundante.

Como se encontró en el presente estudio, aunque la actividad está plenamente consolidada en la región, no se sabe con precisión cuál es la utilidad neta que perciben los pescadores. La pesquería requiere de gran volumen capturado pero el precio pagado por kilogramo de medusa fresca es relativamente bajo, los pescadores y los compradores/procesadores presentan dificultad para lograr acuerdos de precio justo. En el año 2001, el precio pagado al pescador oscilaba alrededor de 0.3 Pesos/kg; actualmente, luego de varias negociaciones el pescador puede llegar a recibir 3.50 Pesos/kg de medusa fresca. A pesar de la incertidumbre sobre la abundancia de este recurso y el bajo precio que reciben por la medusa fresca, la pesquería es un fuerte atractor para los pescadores con y sin permiso.

En el año 2001, la pesquería de medusa bola de cañón del Golfo de California comenzó como pesca de fomento (Garrido-Mora et al. 2007). La pesca de fomento en México tiene como propósito el estudio, la investigación científica, la experimentación, la exploración, la prospección, y el desarrollo de las pesquerías (CONAPESCA 2012). A partir del año 2012, con la inclusión de la medusa bola de cañón en la Carta Nacional Pesquera, la pesca cambió de estatus de fomento a pesca comercial. Esto generó una alta demanda de permisos de pesca y la incursión de una gran cantidad de actores en la actividad. Asimismo, se establecieron en Sonora tres

Consejos Consultivos para esta pesquería (Norte, Centro y Sur), se estableció una zonificación de pesca a lo largo de la costa, se implementó un programa de monitoreo constante de la presencia de la medusa previo a cada temporada de su captura y bajo la coordinación del CRIP-Guaymas¹ se elaboró el Plan de Manejo de Medusa Bola de Cañón (INAPESCA 2014), mismo que no ha sido publicado en el Diario Oficial y no se ha puesto en marcha.

Estas acciones no han tenido gran influencia en el desempeño de la actividad, debido a los siguientes factores: 1) la medusa presenta alta variabilidad en espacio y tiempo, 2) la cantidad de pescadores va en aumento y se siguen otorgando permisos, 3) más elementos y actores se han ido añadiendo a la actividad, 4) no es apreciable una utilidad equitativa entre los pescadores, los procesadores y compradores chinos, y 5) no ha sido publicado de manera oficial el Plan de Manejo de Medusa ya elaborado.

A seis años de la creación del Plan de Manejo y desde que se estableció como pesca comercial la explotación de aguamala, surgen las siguientes preguntas: ¿Cuál es el estado actual de su pesquería? ¿Por qué, a pesar de su alta variabilidad e incertidumbre, los pescadores y procesadores siguen interesados en explotarla? ¿Las acciones de manejo que han implementado sus actores han funcionado para una mejor operación de la actividad? ¿Quiénes son los actores? ¿Cuáles son sus relaciones? ¿Los actores tienen interés en que se administre adecuadamente la pesquería? ¿Quiénes tienen poder en la actividad y hasta qué punto lo ejercen? ¿Existe un marco conceptual que ayude a explicar y proponer estrategias de manejo con base en las inquietudes detectadas? ¿Cuáles serían esas estrategias? ¿Cómo ha operado la pesquería sin un plan de manejo?

El presente trabajo de investigación trata de resolver los cuestionamientos anteriores. El documento está dividido en tres capítulos, 1) Identificación de actores involucrados en la actividad 2) Diagnóstico de la pesquería de medusa bola de cañón bajo el enfoque de sistema complejo 3) Estrategias de manejo que deben considerarse para el uso sustentable y socialmente justo del recurso.

¹ El CRIP (Centro Regional de Investigación Pesquera) pertenece al Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) y es en donde se desarrollan programas de investigación de recursos pesqueros de la zona (Martínez Zavala y Nevárez Martínez, 2011).

Justificación

La pesquería de medusa bola de cañón es altamente variable desde los puntos de vista estacional, interanual y espacial, por lo que se requiere establecer un marco teórico y metodológico como herramienta para desarrollar condiciones de sustentabilidad en la explotación de este recurso pesquero. Se espera que la herramienta que se desarrolla en este estudio ayudará a identificar e implementar las acciones o estrategias de manejo que permitan asegurar una explotación adecuada de la medusa bola de cañón en la zona de Guaymas-Las Guásimas, en el litoral de Sonora.

Las propuestas generadas tomarán en cuenta las opiniones de los usuarios del recurso pescadores, autoridades, instituciones, mujeres que laboran en las plantas, con la finalidad de que ellos decidan las estrategias más adecuadas para el manejo de esta pesquería. Dos componentes importantes en este enfoque de manejo son: 1) se deberá tomar en consideración la incertidumbre en cuanto a la presencia y abundancia de la medusa en la zona de estudio y 2) debe procurarse la implementación de un manejo adaptativo complejo. Como resultado, se espera que este enfoque permita a los usuarios decidir si en una cierta temporada participan en la actividad o se deciden por otra mejor opción que les aporte mejores beneficios económicos.

Objetivos

OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis integral del estado actual de la pesquería de medusa, así como de las estrategias de manejo utilizadas en esta actividad, mediante la identificación de los componentes sociales y ecológicos, y proponer un marco teórico que considere las relaciones y procesos que rigen la pesquería de la medusa bola de cañón en la zona de Guaymas-Las Guásimas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Capítulo 1. Identificar los actores involucrados en la pesquería, con el fin de conocer su papel y mutuas relaciones, así como sus intereses en lograr el manejo sustentable de la medusa bola de cañón y el poder de influencia que tienen en la pesquería de este recurso.
- Capítulo 2. Realizar un análisis integral sobre las condiciones actuales de la pesquería de medusa bola de cañón en la región de Guaymas-Las Guásimas, mediante la identificación de los componentes ecológicos y sociales basado en un marco teórico de sistema complejo.
- Capítulo 3. Analizar las estrategias de manejo utilizadas en la pesquería de medusa bola de cañón como reguladoras de esta actividad y proponer un esquema de sugerencias adecuado a este tipo de actividad.

Capítulo 1 . Análisis de actores de la pesquería de medusa en Guaymas, Sonora.

Trabajo aceptado en la revista *Región y Sociedad*, Colegio de Sonora.

Introducción

En el manejo de recursos naturales, se define como actor a cualquier grupo o individuo que puede afectar o se ve afectado por el logro de los objetivos, decisión o una acción de un proyecto de conservación y de aprovechamiento de recursos (De Lopez, 2001; Freeman, 2004). El análisis de actores se enfoca en comprender la influencia de cada actor, así como delimitar la relación entre los actores potenciales para desarrollar alianzas, promover la transparencia y equidad en la toma de decisiones, y buscar un mecanismo de empoderamiento de los involucrados (Reed et al., 2009). Conocer los actores permite identificar quiénes son los más interesados, quiénes tienen poder de influir en lo que sucede, cómo interactúan entre sí y, con base en esta información, cómo podrían trabajar juntos de manera más efectiva (Reed, Graves, Dandy, Posthumus, Hubacek, Morris, Prell, Quinn y Stringer, 2009). Cuando los actores empiezan a tomar acciones en conjunto y en consenso se produce el manejo colaborativo, conocido como co-manejo, que se basa en compartir formalmente las responsabilidades de administración y control de los recursos naturales entre los involucrados y/o usuarios, cuyos roles y deberes están previamente clarificados y los intereses en común bien definidos (Buglass, 1999; Carlsson, 2005). En este proceso todos los involucrados tendrán que desarrollar su capacidad de cambio y adaptación a condiciones de alta variabilidad, es decir, tendrán que desarrollar su resiliencia, que está representada por la acción colectiva, la cooperación, el aprendizaje social y el fortalecimiento institucional (Garcia y Charles, 2007).

En el caso del manejo de un recurso pesquero, cuando se ha identificado quiénes y qué participación tienen en la actividad, se proporciona un espacio que facilita el conocimiento y el

aprendizaje de los recursos naturales, en el cual los actores comparten y validan su comprensión para llegar a un co-manejo (Reed et al., 2009), aspecto importante para lograr una explotación sustentable del recurso.

En México, la medusa bola de cañón (MBC) (*Stomolophus* sp. 2²) o aguamala, como se le conoce regionalmente, es capturada desde el año 2001 en el Golfo de California, debido a su gran demanda para consumo humano en China, Japón y Malasia. La medusa es extraída en campos pesqueros entre el norte de Sinaloa y El Golfo de Santa Clara en Sonora y San Felipe, Baja California. Es deshidratada y empacada principalmente en Guaymas, Bahía de Kino y Puerto Peñasco, Sonora, para posteriormente ser exportada a Vietnam y Singapur, país que la revende principalmente a China y Japón. Este producto no es exportado a China directamente debido a los altos costos de los impuestos y a la larga lista de requerimientos que exige el gobierno chino para introducir alimentos marinos (Congreso Popular Nacional, 2009).

Por las características de la extracción (de gran volumen), procesamiento, conservación y comercialización del producto (ver Figura 1.1), cada vez más personas y entidades de pescadores se han involucrado en la pesquería de aguamala: líderes de cooperativas, mujeres para el despiñonado, estibadores, dueños de las plantas procesadoras, académicos, investigadores de dependencias federales, jefes de Oficinas Federales de Pesca, funcionarios del gobierno estatal de Sonora y oficiales de Inspección y vigilancia de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). En el presente trabajo se identifican estos actores involucrados en la pesquería

² Gómez-Daglio y Dawson (2017) concluyeron que los organismos de este género que se encuentran en el Golfo de México (*Stomolophus meleagris*) presentan diferente linaje filogenético a los organismos que se encuentran en: el Mar Caribe (*Stomolophus* sp. 5); Panamá (*Stomolophus* sp. 4); el Pacífico Este Tropical (*Stomolophus* sp. 3); boca del Golfo de California y costas del sur Sonora (*Stomolophus* sp. 2) y el Alto Golfo de California (*Stomolophus* sp. 1 o ámbar). Asimismo, encontraron diferencias filogenéticas entre estos organismos por lo que en el presente trabajo nos referiremos la medusa bola de cañón capturada en la región de Guaymas-Las Guásimas como *Stomolophus* sp. 2.

de la MBC, con el objetivo de conocer su rol en la actividad, relaciones entre ellos, sus intereses en lograr el manejo sustentable del recurso y el poder de influencia que tienen en la pesquería.

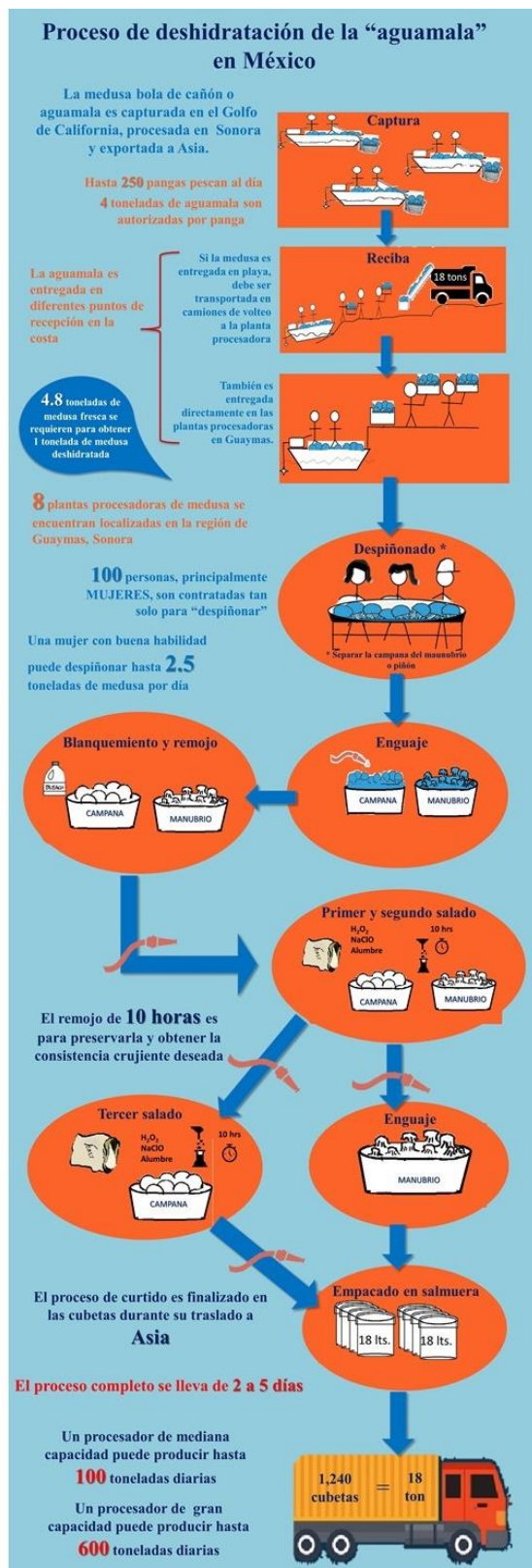


Figura 1.1 Procesamiento de medusa bola de cañón o aguamala en Sonora, México

Metodología

El presente estudio se enfoca en los involucrados en la pesquería de medusa que habitan en los poblados de Guaymas y Las Guásimas, ubicados en el centro-sur del estado de Sonora (ver Figura 1.2). Aunque la MBC es extraída a lo largo de la costa Este del Golfo de California, es frente a Guaymas en donde se han realizado la mayor parte de las capturas (Álvarez-Tello, 2007; Brotz, Schiariti, López-Martínez, Álvarez-Tello, Peggy Hsieh, Jones, Quiñones, Dong, Morandini, Preciado, Laaz y Mianzan, 2017; López-Martínez y Álvarez-Tello, 2013; López-Martínez, Ocampo, Rodríguez y Hernández, 2009; Ocaña-Luna y Gómez-Aguirre, 1999). En esta área se encuentran instaladas ocho plantas de procesamiento de MBC.

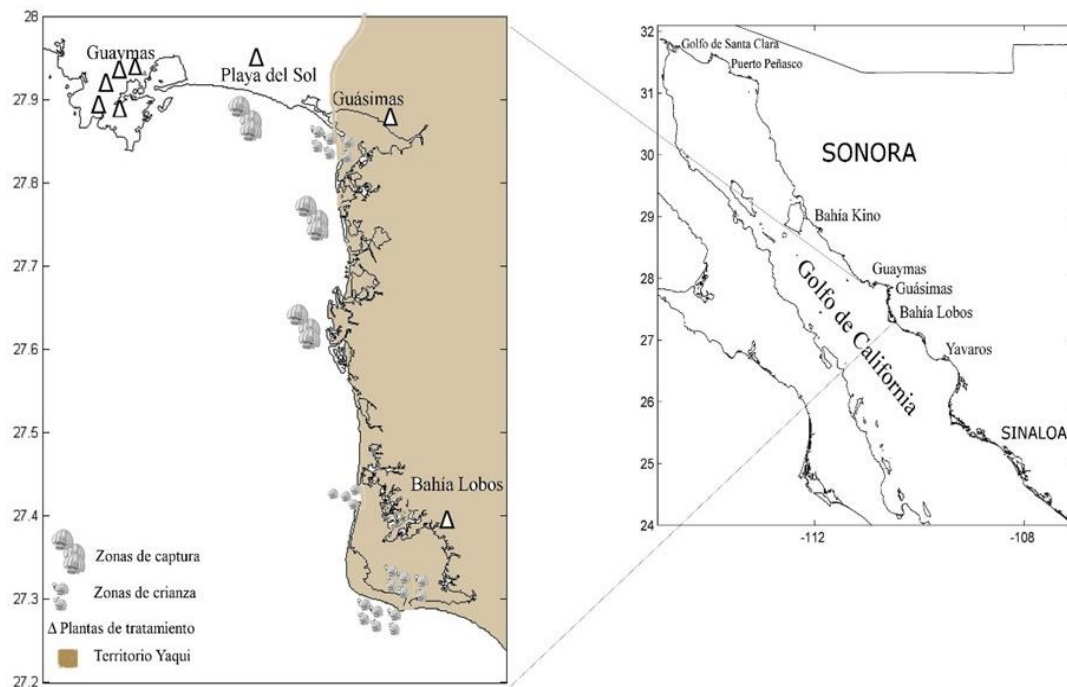


Figura 1.2 Campos de captura de aguamala en el Golfo de California (derecha) y localidades consideradas para el análisis de actores (izquierda). Fuente: Elaboración propia.

La categorización analítica de actores es realizada por observadores o investigadores externos, a diferencia de la categorización reconstructiva, realizada por los mismos actores (Hare y Pahl-Wostl, 2002). En nuestro caso realizamos la categorización analítica, que consiste en la aplicación de un conjunto de métodos basado en observaciones del fenómeno en cuestión e incrustado en alguna perspectiva teórica de cómo funciona el sistema (Hare y Pahl-Wostl, 2002; Reed et al., 2009). Este análisis forma parte de un estudio más completo donde se realiza un diagnóstico de la pesquería de la MBC con un enfoque complejo en donde los actores constituyen un importante elemento del subsistema social.

El conjunto de métodos aplicados consistió en: 1) entrevistas semiestructuradas e identificación de los actores con el método “bola de nieve”, 2) jerarquización, que se realizó por el método de la red de poder/interés de cuatro cuadrantes (Ackermann y Eden, 2011; Reed et al., 2009) y 3) análisis de relación de actores con una matriz de vinculación (Biggs y Matsuert, 1999).

La identificación de actores mediante el método “bola de nieve” consiste en que un actor proporciona información e identifica y recomienda más personas involucradas o con información importante (Reed et al., 2009). Este método ayuda a localizar, acceder y obtener la cooperación de sujetos potenciales y encontrar información que no siempre es evidente (Cohen y Arieli, 2011). El primer informante identificado fue personal del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP), quien refirió al resto de las personas como autoridades de pesca, dueños de procesadoras, técnicos empleados de la CONAPESCA y éstos a su vez a pescadores de los distintos campos pesqueros. Cuando la información recabada en las entrevistas comenzó a ser reiterativa y homogénea se suspendió el muestreo.

Las preguntas de las entrevistas se diseñaron para conocer el desempeño, manejo y nivel de participación de los pescadores y otros actores, así como sus percepciones sobre el estado actual de la pesquería y la importancia que le otorgan (ver Tabla 1.1 para las preguntas específicas). Se

entrevistaron 94 personas de diferentes grupos de actores: 45 pescadores, 26 mujeres trabajadoras (despiñonadoras³) de las plantas deshidratadoras, 10 dueños de las procesadoras, tres de CONAPESCA, cuatro investigadores, cuatro técnicos de las plantas procesadoras y dos intermediarios. Las entrevistas fueron realizadas durante el mes de julio de 2016 en los poblados de Guaymas y Las Guásimas, Sonora.

La red de actores se construye con base en la evaluación del nivel de influencia/poder que ejercen los actores en la actividad, así como su interés en realizar y apoyar acciones para el buen manejo del recurso (Ackermann y Eden, 2011; Reed et al., 2009; Suárez de Vivero y Martínez Alba, 2007). El grado de influencia del actor se entiende como el poder que tiene éste en la pesquería de aguamala y su capacidad de promoverla o bloquearla. Su influencia deriva de su posición económica, social o política, aunque también puede ser alguien con contactos influyentes. Estos dos indicadores se representan en un diagrama de dos dimensiones: la influencia/poder que tienen los actores en la pesquería y el interés en manejar el recurso. Ambos pueden ser calificados en un rango de menor, medio o alto, lo que permite categorizar a los actores por grupos. En la Figura 1.3 se encuentra la definición de cada grupo y su ubicación correspondiente

³ Despiñonar: Término regional que se le da al acto de desmembrar la medusa separando la campana (parte externa) del manubrio o piñón (parte interna). Lo realizan con las manos, y en su gran mayoría son mujeres.

Tabla 1.1 Preguntas realizadas a los actores de la pesquería de MBC en este estudio.

Pescadores

Años de ser pescador

Años en la pesca de aguamala

Señale cuál es su situación:

Socio de cooperativa u otro grupo formal que tiene permisos

Tengo un permiso a mi nombre

Trabajo amparado por un permisionario

Trabajo amparado por una cooperativa (u otro grupo), sin ser socio

Otra

La aguamala que usted captura, ¿a quién la entrega?

Cooperativa, permisionario, comprador, otro

¿Dónde la entrega?

¿Qué cosas buenas y malas importantes ocurrieron en esta temporada?

¿Cómo quisiera usted que estuviera la pesquería de AGUAMALA dentro de cinco años? Piense en usted, su familia y su comunidad.

¿Considera que se otorgaron permisos suficientes para la pesca en esta temporada?

¿Usted recibió información de manera oportuna antes y durante la pesca de AGUAMALA?

¿Cree que hubo un mayor control en la inspección y vigilancia durante esta temporada en comparación con las anteriores?

¿Estaría usted dispuesto a participar en la toma de decisiones, vigilancia y acciones en el manejo de esta pesquería?

¿Ha tenido acceso a pláticas de capacitación acerca de cómo pescar y manejar la medusa?

¿Usted había sido entrevistado antes?

Procesadores

En qué sitios recibió el producto

En su planta, ¿trabajan familias completas?

¿Bajo qué tipo de contrato?

¿Qué remuneración perciben?

¿Cómo considera que es la relación de comercialización con el mercado asiático?

¿Por qué el consumidor compra este producto?

¿Qué la hace diferente con otra medusa de otro lugar del mundo?

¿Sabe usted quiénes son sus competidores? (locales/internacionales)

¿Cuál es la razón por la cual no se exporta directamente a China?

¿Considera que a usted le otorgaron permisos suficientes para la pesca en esta temporada?

¿Con cuántos permisos cuenta?

¿Cree que hubo un mayor control en la inspección y vigilancia durante esta temporada en comparación con las anteriores?

¿Cuántas toneladas en promedio comercializó por día?

¿Cuántas toneladas en total por temporada?

¿Cuál es el precio al que la compra fresca?

¿Cuál es el precio al que lo vende semi-deshidratada?

Mujeres

¿Cuántos años tiene laborando en las pesquerías?

¿En qué pesquerías ha trabajado?

¿Qué es lo que usted hace en la pesca de aguamala?

¿Para qué procesadores ha trabajado?

¿Cómo es la relación laboral?

¿Qué accidentes de trabajo se ven expuesta durante el procesado?

¿Es la única persona que aporta al ingreso de la familia?

En comparación con hace dos años, actualmente la pesquería de AGUAMALA está: mucho mejor, mejor, igual, peor o mucho peor.

¿A qué cree usted que se deba el estado actual de la pesquería de AGUAMALA?

Si la pesquería de AGUAMALA sigue igual que ahora, ¿cómo cree que estará dentro de tres años?

¿Cómo quisiera usted que estuviera la pesquería de AGUAMALA dentro de tres años? Piense en usted, su familia y su comunidad:

En cuanto al *propósito* de un equipo creado para mejorar la actividad, ¿Cuáles son las dos cosas más importantes que tendrían que atender?:

Mejorar mi nivel de vida y el de mi familia

Mejorar la abundancia o biomasa de la AGUAMALA

Aumentar la captura de AGUAMALA

Conservar la especie AGUAMALA

Mejorar el precio de la AGUAMALA

Otro(s)

¿Estaría dispuesta(o) a participar en la toma de decisiones y vigilancia en la pesquería de la medusa?

Autoridades y científicos

Cargo:

¿Cuál es tu tema de interés?

¿Tiene investigaciones realizadas acerca de la medusa?

¿Cuánto tiempo tiene realizando sus investigaciones en medusa?

¿Podría mencionar algún resultado trascendente que pudiera contribuir al manejo de esta pesquería?

¿Cómo considera que fue la inspección y vigilancia en esta temporada?

¿Cómo es la adjudicación de permisos?

¿Cuál es el método de inspección y vigilancia?

¿Cuántas pangas sin permiso se sancionaron?

¿Se han cumplido las reglas establecidas?

¿Sabe usted por qué Asia compra la medusa del Golfo de California?

¿Qué nivel de cooperación considera usted tienen los pescadores para llevar a cabo un desempeño participación en la pesquería de la AGUAMALA?

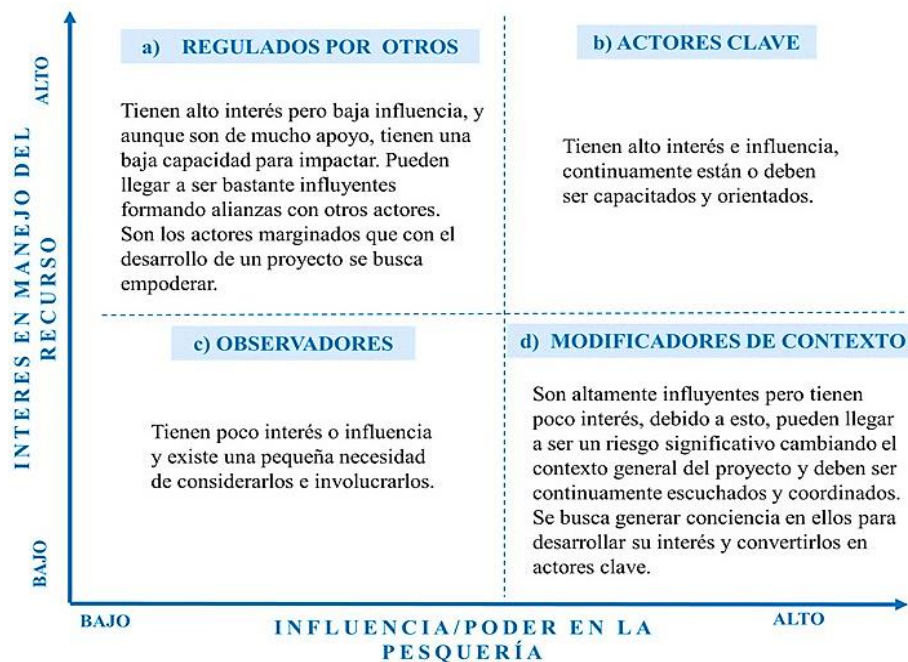


Figura 1.3 Diagrama de cuadrantes que define la categoría de actores. Fuente: Ackerman y Eden, 2011; Reed et al., 2009; Suarez de Vivero y Martínez Alba, 2007)

Para identificar las relaciones entre actores se elaboró una matriz de vinculación, la cual se construye incluyendo a las partes interesadas en filas y columnas de una tabla que forma una cuadrícula y sus interrelaciones se describen utilizando palabras clave (Biggs y Matsaert, 1999). La ventaja de este enfoque es su simplicidad de uso y flexibilidad (Reed et al., 2009) y permite conocer si las relaciones entre cada parte interesada son conflictivas, complementarias o de cooperación. Entiéndase como relación complementaria aquella actividad de un actor que depende de otro actor para hacerla mejor o efectiva, y como relación de cooperación como acciones y esfuerzos hechos conjuntamente con otros actores para alcanzar un objetivo común. Es importante mencionar que el presente estudio trata de reconocer todos los puntos de vista de los actores entrevistados, incluyendo las opiniones y alternativas de consenso que fueron

identificadas durante las entrevistas. Para reducir posible sesgo durante su elaboración, la categorización analítica fue revisada por algunos actores clave.

Resultados y Discusión

Presentación de los actores

La población muestreada que se dedica a la extracción de aguamala presenta una estructura de edad predominantemente de adultos de entre 36 y 45 años (38% de los entrevistados) y adultos mayores (27%) (ver Figura 1.4). Juntas, estas proporciones son similares a la estructura del estado de Sonora: 63% corresponde a los habitantes en edad laboral entre 24 y 59 años y 8% de edad avanzada (INEGI, 2014). Entre las personas entrevistadas destaca un bajo porcentaje (13%) de jóvenes menores a 35 años dedicados a la pesca o actividades relacionadas con ella, como son: la industria de enlatado de sardina, empaque de camarón y la elaboración de harina de pescado.

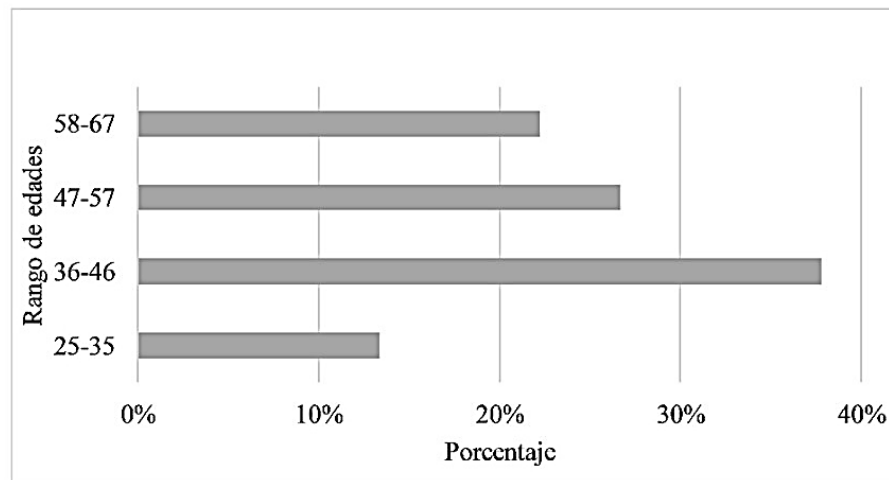


Figura 1.4 Estructura poblacional de los pescadores de aguamala en Guaymas y Las Guásimas.
Fuente: Entrevistas elaboradas en julio de 2016.

Esto se puede explicar por dos factores: primero, actualmente en la zona existen otras fuentes de empleo, como la maquila y el turismo, y segundo, una disminución de los recursos marinos. Como resultado, parte de la población que antes se dedicaba a la pesca ahora ha cambiado a otras fuentes de trabajo. Por otro lado, el aumento en la oferta educativa en las poblaciones de Guaymas y Empalme reduce el número de jóvenes que se integran a la pesca. En general, la población empleada en la pesca en el estado de Sonora disminuyó de 23,033 en 2003 a 14,549 personas en 2013 (Álvarez-Tello, 2007); específicamente en Guaymas, el porcentaje ha bajado en un año del 7.4% (INEGI, 2014) al 6.5% (COESPO, 2015b, 2015a). En el área en donde se ubican los campos pesqueros de las lagunas costeras de Las Guásimas y Lobos, solo el 2.4% de la población (550 habitantes) se dedica a la pesca (Duarte, 2016), debido a que en esas comunidades la población económicamente activa se dedica principalmente a la agricultura (20%) y en la región Guaymas-Empalme, 30% de la población labora en las maquiladoras (CONAPESCA-SAGARPA, 2013). La maquila se ha convertido en una fuente importante de empleo desde hace 30 años. La planta Tycos Electronics, ubicada en Empalme, da empleo a 3,500 personas y la de Guaymas a 2,100 (CONAPESCA-SAGARPA, 2013), diversificando la actividad económica de la región.

Presencia indígena y la nacionalidad Yaqui de la aguamala

Al sur de Guaymas se encuentra el territorio del pueblo indígena Yaqui (ver Figura 1.2), quienes por decreto presidencial (DOF, 1973) cuentan con exclusividad pesquera en una franja costera de 60 kilómetros que abarca 30,000 hectáreas desde la Bahía Las Guásimas hasta la Bahía Lobos (ver Figura 1.2), incluyendo el sistema de esteros entre estas dos lagunas (CDI, 2009; Luna Escalante, 2007; Luque-Agraz y Gómez, 2007). Estas lagunas y esteros son sitios de crecimiento de camarón y muchas otras especies, además de estadios tempranos de la MBC.

Las actividades productivas de la comunidad Yaqui consisten en agricultura, pesca y acuicultura. Su actividad pesquera se rige por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Comunidades Yaquis, S.C.L. (SCPPCY) que cuenta con 800 socios nominales⁴ y 300 activos (Luque-Agraz y Gómez, 2007).

Red de actores de la pesquería de medusa

A partir de la pre-identificación y de la actividad de los involucrados en la pesquería, se realizó una taxonomía de actores, por medio de la cual fue posible determinar las características de cada actor involucrado en la actividad (ver Figura 1.5); estas características se describen a continuación:

Se autodenominan productores todos los pescadores; en este grupo se encuentran también los pescadores libres no afiliados a una cooperativa de pesca y que no tienen permisos de pesca, pero son contratados por los propietarios de los permisos en las temporadas de captura de medusa. Estos pescadores pueden o no tener embarcación menor (panga). También en este grupo están los asociados a una cooperativa, que pescan con los permisos de la misma cooperativa. Los permisionarios son los titulares (dueños) de los permisos para pesca de medusa, que pueden o no ser pescadores y tienen un número variable de pangas.

Los procesadores poseen una o más plantas de procesamiento y generalmente son empacadores de otros productos marinos como camarón, escama y jaiba. Los procesadores contratan a las despiñonadoras, técnicos laboratoristas, estibadores, empacadores y saladores. Estos actores compran medusa fresca para deshidratarla y pueden o no tener permisos y pangas. A este grupo pertenece una cooperativa pesquera que integra la cadena de valor del producto en forma vertical : cuenta con permisos, pangas y pescadores asociados; además, captura la medusa, la deshidrata en su propia planta y la vende a un cliente chino.

⁴ Socio nominal: que su nombre aparece en la lista, pero no es inversionista ni labora activamente.

La diversidad de opiniones y percepciones obtenidas en las entrevistas ayudaron a identificar la red de actores y a categorizar su rol en esta actividad. Los resultados se representan en un diagrama de cuatro cuadrantes (ver Figura 1.6). La ubicación de cada tipo de actor indica su influencia en la actividad de la pesquería de medusa (eje horizontal), así como el interés en manejar el recurso (eje vertical). También se indica la intensidad de cada uno de ellos: bajo

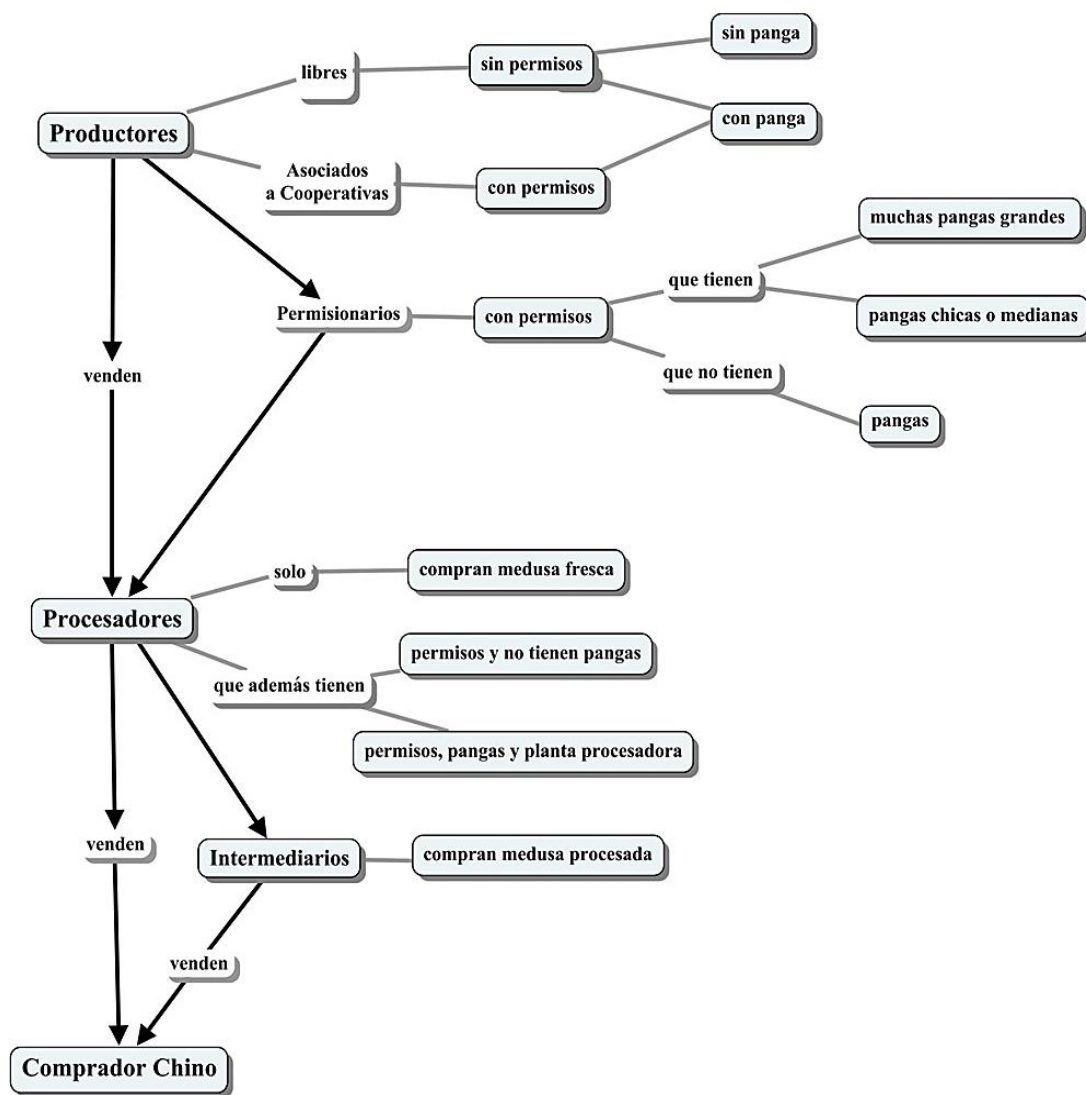


Figura 1.5 Taxonomía de *aguamaleros*. Ordenación jerarquizada y sistemática de los actores involucrados en la pesquería de MBC. El diagrama muestra del lado derecho las características de cada actor (líneas grises) del lado izquierdo la trayectoria del producto.

(izquierda e inferior) y alto (derecha y superior). A continuación, se describen los tipos de actores identificados en la pesquería de aguamala:

a) **REGULADOS POR OTROS.** Tienen poca influencia en las decisiones relativas a la pesquería, pero están muy activos e interesados porque dependen de ella. Es el caso de los pescadores y las mujeres despiñadoras.

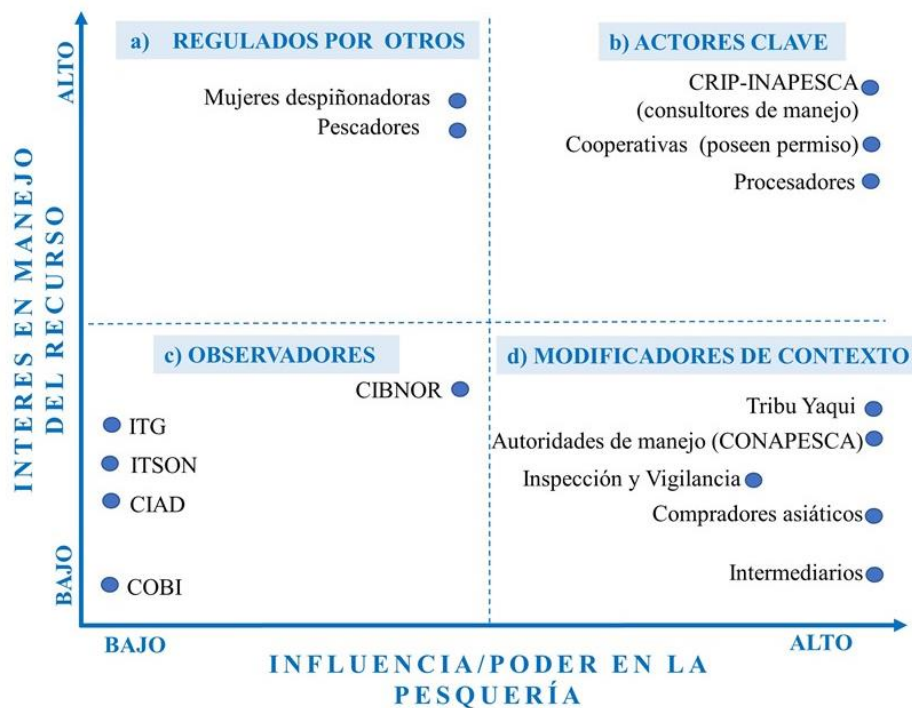


Figura 1.6 Caracterización de la influencia e interés de los actores involucrados en la pesquería de medusa bola de cañón.

b) **ACTORES CLAVE.** Están interesados en que se realicen acciones de manejo de la medusa. Tienen alto grado de poder para formular, apoyar o sabotear las decisiones de manejo. En este grupo se encuentran el CRIP-Guaymas, los procesadores y los representantes de las cooperativas pesqueras. Todos están activamente involucrados en la actividad: convocan y asisten a las reuniones de Consejo Consultivo de Aguamala, proponen fechas de apertura de la temporada,

proponen el precio de la medusa fresca, entienden y cumplen los acuerdos establecidos: cuota por viaje de pesca, talla mínima de captura, arte de pesca, fechas de pesca, paros técnicos. Son conocidos como “actores clave” (Reed et al., 2009), porque son los principales protagonistas de la actividad. El Consejo Consultivo de Aguamala, actor clave también, está integrado por dos representantes de cooperativas pesqueras y tres procesadores,

c) OBSERVADORES. Denotan bajo interés e influencia y no están involucrados en la actividad. En este cuadrante se encuentran las siguientes instituciones, en orden creciente de interés: Comunidad y Biodiversidad, A.C. (COBI), Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), Instituto Tecnológico de Guaymas (ITG) y Centro de Investigaciones del Noroeste, A.C. (CIBNOR). El CIBNOR, con financiamiento parcial del consorcio Pesquera México-Grupo Moon (2007), en 2004 inició estudios para determinar la abundancia del recurso, análisis biológico y factibilidad pesquera de la MBC, enfocándose en el área entre Bahía Kino y Yavaros, Sonora (Álvarez-Tello, 2007; Álvarez-Tello, López-Martínez y Lluch-Cota, 2016; Álvarez-Tello, López-Martínez, Funes-Rodríguez, Lluch-Cota, Rodríguez-Romero y Flores-Coto, 2015; Carvalho Saucedo, García Domínguez, Rodríguez Jaramillo y López-Martínez, 2009; Carvalho Saucedo, López Martínez y García Domínguez, 2012; López-Martínez y Álvarez-Tello, 2013; Olguin Jacobson, 2014; Padilla-Serrato, López-Martínez, Acevedo-Cervantes, Alcántara-Razo y Rábago-Quiroz, 2013). Sin embargo, a partir de 2012, después de que la pesca de medusa se formalizó comercialmente, el CRIP-Guaymas redobló esfuerzos de monitoreo y evaluación de biomasa y propuso cuotas de capturas. El CIBNOR, aunque fue actor protagonista, no participa activamente en las reuniones públicas para el manejo de la pesquería. Actualmente llevan a cabo estudios sobre la función de la MBC en los ecosistemas, su importancia como indicador del cambio climático, así como

repercusiones potenciales en las pesquerías de camarón, sardina y jaiba (Entrevista Juana López Martínez, CIBNOR), pero sus resultados no son incluidos en el establecimiento de las estrategias de co-manejo de la MBC. El ITG realiza muestreos esporádicos de densidad de población y desarrollo gonadal de la medusa y el ITSON investiga la caracterización de las proteínas presentes en el cuerpo de la medusa (Díaz-Tenorio, Hernández-Cortés, Álvarez Gutiérrez, Cira-Chávez y Hernández-Chávez, 2011). Estas instituciones actúan de forma aislada, sus resultados están desintegrados y desvinculados de las autoridades de gobierno encargadas de la administración del recurso (CONAPESCA e INAPESCA). Esto denota falta de una política de investigación dirigida a solucionar problemas emergentes de la pesca de MBC y promueven que las instituciones de investigación regional y local contribuyan a la resolución de conflictos.

d) MODIFICADORES DE CONTEXTO. A pesar de mostrar poco interés en el manejo pesquero, estos actores ostentan un alto grado de poder (influencia) sobre el futuro de la actividad. Aquí se ubican: la CONAPESCA, encargada de expedir permisos, dar apoyos a la pesca y ejercer la inspección y vigilancia. La comunidad Yaqui, con su reclamo de derechos de acceso a la MBC; los compradores asiáticos que financian toda la actividad; y los intermediarios, quienes están comprometidos en asegurar el producto, ya que compran medusa procesada y la embarcan a Asia para que su comprador la reciba.

Los actores anteriormente descritos orientan el futuro de la pesquería de MBC. Por ejemplo, si se pretende implementar el Plan de Manejo de la Medusa Bola de Cañón (PMMBC⁵), es necesario hacer coincidir en sus objetivos de trabajo a los actores con alto interés en el manejo del recurso, así como a quienes tienen un alto poder en su implementación, es decir, los actores que se encuentran al lado derecho de la red de interés/influencia (ver Figura 1.6). En cambio, si se

⁵ El Plan de Manejo de la Medusa Bola de Cañón ya ha sido elaborado, pero no ha sido publicado en el Diario Oficial por el INAPESCA.

requiere conocer la distribución equitativa de beneficios y costos de la actividad pesquera con la implementación del PMMBC se deben considerar, además, a los grupos afectados por su ejecución (Grimble, Chan, Aglionby y Quan, 1995; Reed et al., 2009), en este caso los pescadores y las mujeres despiñadoras, ubicados en el cuadrante superior izquierdo del diagrama (ver Figura 1.6). El papel actual de la CONAPESCA es débil, cuando debiera estar ubicado en el grupo de actores clave, ya que su función es determinante para hacer cumplir los objetivos de aprovechamiento sustentable de la aguamala. Aunque el manejo del recurso no debe ser responsabilidad exclusiva del gobierno federal, es necesario que se involucren y comprometan a fondo en la explotación sustentable de la medusa en Sonora.

El organismo que ha tenido la función de conciliar las estrategias y establecer los instrumentos de manejo ha sido el CRIP-INAPESCA, posteriormente fue creado el Consejo Consultivo Local de Medusa Bola de Cañón como requisito para poder implementar el PMMBC. Ambos organismos se han complementado, siendo la función de este último convocar y presidir las reuniones de consenso previas a la apertura de la temporada. Su función oficial es colaborar, promover y participar en las acciones de manejo del recurso. Los representantes del Consejo lo conforman una presidenta de cooperativa, tres procesadores y dos pescadores, y aunque es un organismo de participación ciudadana, es necesario el establecimiento de un líder exclusivo para el manejo de la MBC que funcione como mediador de las acciones y estrategias, de tal manera que concilie las preferencias y actitudes de los actores para lograr un equilibrio en el uso como recurso de la MBC.

Relación entre actores

Las interacciones entre actores de la pesquería de aguamala se muestran en la Tabla 1.2, en donde se utiliza un código de colores: amarillo: complementaria, azul: de cooperación, rojo: de conflicto, gris: sin relación. El signo de interrogación indica una relación difícil de determinar,

ya sea porque se desconoce o porque en la práctica no es definible entre los mismos actores. Los asteriscos indican el flujo de información, poco o mucho flujo de información.

El papel de las mujeres

La relación de las despiñonadoras con los pescadores (ver Tabla 1.2, celdas A2:A5, tabla a la que se refiere de aquí en adelante al indicar las celdas) es complementaria y con un elevado flujo de información porque la mayoría tienen relaciones directas de parentesco. La relación con los procesadores (celdas A6 y A7) también es complementaria, pero con un flujo alto de información, ya que el 100% de las mujeres entrevistadas dijo que la relación con el dueño de la planta procesadora era buena y estaban contentas con el salario y el trato que reciben. Cabe resaltar que las despiñonadoras no tienen relación con el resto de los actores: intermediarios, comprador asiático, INAPESCA y CONAPESCA (Celdas A8:A12). Esto denota la carencia de un mecanismo para incluir en el manejo de esta pesquería a las despiñonadoras y al resto de los trabajadores de las plantas procesadoras. Las mujeres constituyen un elemento primordial en la cadena de valor de los productos pesqueros a nivel nacional e incursionan en la actividad con la mayor tasa de crecimiento anual (5.6%) (CONAPESCA, 2018).

Tabla 1.2 Matriz de vinculación y de flujos de información entre actores de la pesquería de medusa.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Mujeres despiñadoras	Pescadores independientes sin permiso	Pescadores asociados a cooperativas con permiso	Pescadores permisionarios con panga	Pescadores permisionarios sin panga	Procesadores solamente	Procesadores que además tienen permiso y tienen panga	Intermediarios	Comprador Chino	INAPESCA (CRIP)	CONAPESCA	Inspectores Federales de Pesca	Tribu Yaqui
A	Mujeres despiñadoras		**	**	**	**	***	***						*
B	Pescadores independientes sin permiso						**							
C	Pescadores asociados a cooperativas con permiso						*	**			***	***		
D	Pescadores permisionarios con panga						***	***			***	***		
E	Pescadores permisionarios sin panga						**				***			
F	Procesadores solamente							?	*	*	***			**
G	Procesadores que además tienen permisos y tienen pangas								*	*	***	***		*
H	Intermediarios													
I	Comprador Chino													?
J	INAPESCA											**		
K	CONAPESCA												*	
L	Inspectores Federales de Pesca													
M	Tribu Yaqui													

El color de cada celda representa una relación: de cooperación (azul), complementaria (amarillo), conflictiva (roja), o ninguna (gris). Los asteriscos se refieren al flujo de información (el número de asteriscos indica intensidad del flujo de información). ? indica relación difícil de determinar. En algunos casos existen dos tipos de relación (colores en diagonal). Fuente: Entrevistas

Por ejemplo, excepcionalmente, las mujeres participan en la pesca de carnada para pulpo (maxquil) en Yucatán (Gavaldón Hoshiko y Fraga Berdugo, 2006; Perea Blázquez y Flores Palacios, 2015) y la recolección de almejas en el Alto Golfo de California (Valdéz Gardea, 2010). Sin embargo, en general la función de la mujer en las pesquerías en México se desarrolla en la fase de postcaptura, proceso y venta de producto. En Sonora es común emplear a las mujeres para las faenas de descabezado, eviscerado y empaque de productos como curvina golfina, camarón, atún y jaiba, en donde han adquirido destreza. Por ello son preferidas en la fase de despiñonado de la medusa (ver Figura 1.1). La pesquería de la medusa es para ellas fuente opcional, y en algunos casos el único ingreso para complementar el gasto familiar. Como la mayoría de los contratados en la fase de procesamiento de medusa, no poseen el empleo fijo, sino que trabajan en jornales a destajo, esto implica que no cuentan con seguridad social. Todas las mujeres entrevistadas mostraron estar conscientes y preocupadas por la conservación del recurso, ya que de ello depende el mantenimiento de su familia. Este conocimiento empírico de las mujeres y del resto de los empleados debería ser reforzado promoviendo la educación, formación y desarrollo profesional, así como capacitación en administración de empresas familiares sustentables o amigables con el medio ambiente. De esta forma será posible empoderar a las mujeres y empleados de las plantas, para así aumentar su influencia en la pesquería de medusa y convertirlos en actores clave de la actividad.

Pescadores divididos por permisos de pesca

Existe una relación de conflicto entre los pescadores (B3:B5, C4, C5 y D5) dependiendo de su estatus. Los pescadores libres o independientes, sin permiso de pesca de aguamala, generan conflicto con el resto de los pescadores asociados (Celda B3:B5) porque estos últimos perciben con mayor claridad la utilidad y conveniencia de respetar tallas de captura o cuotas de aguamala. Al no respetar las disposiciones y acuerdos, los pescadores libres generan desorden e

inconformidad del resto. Los pescadores asociados a cooperativas con permisos están en conflicto con los permisionarios (C4, C5, D5). Los primeros mencionan que, aunque tienen casi 10 años en la pesca de aguamala, no han logrado que la CONAPESCA les asigne más permisos; esto es identificado como conflicto con dicha dependencia (Celda C11). Los cooperativistas no están conformes con el hecho de que, en años recientes, a los permisionarios con o sin panga se les han otorgado permisos, siendo que los primeros tienen más antigüedad en la pesquería de aguamala y consideran que es necesario aumentar su número de permisos.

El 58% de los pescadores asociados a cooperativas mencionó que el procedimiento para otorgar los permisos de aguamala no es equitativo. Este resultado depende del estatus de los actores (ver Figura 1.7), porque el 75% de los pescadores libres mencionaron que en la temporada 2016 había permisos “de sobra”. Desde que la pesca se formalizó comercialmente, en el 2012, el número de permisos ha ido en aumento, de 187 en ese año a 555 en 2017 (Reporte de avisos de reciba Oficinas de Pesca de Guaymas y Santa Clara).

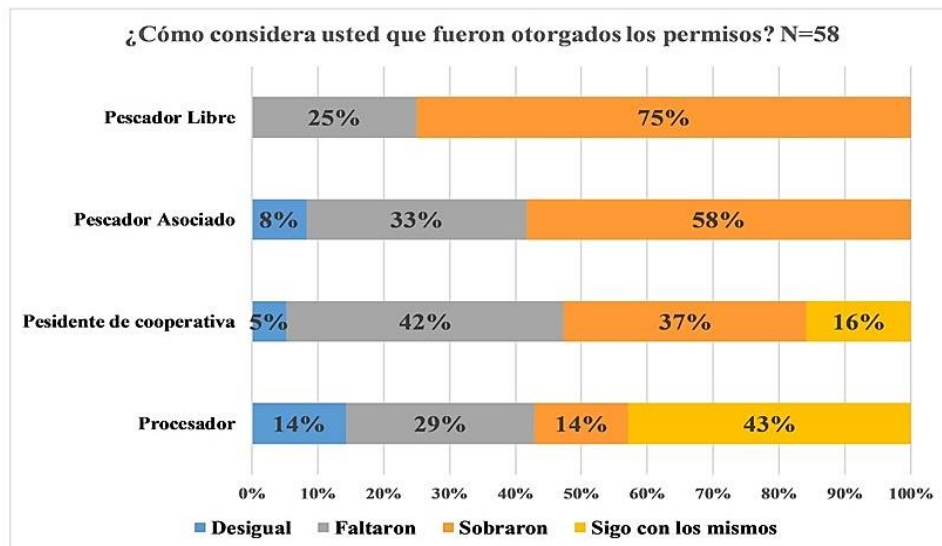


Figura 1.7 Percepción de los pescadores acerca de la asignación de permisos. Fuente: Entrevistas elaboradas en julio 2016.

Relación entre pescadores y procesadores

La relación entre pescadores y procesadores es complementaria porque trabajan juntos. Sin embargo, también es de conflicto porque generalmente no llegan a acuerdos sobre el precio de compra de medusa fresca que los procesadores ofrecen a los pescadores (Celdas B6:E6). Existe una cooperativa que además de permisos tiene pangas propias y una planta procesadora (Columna 7 de la Tabla 1.2); se preocupa por respetar las tallas mínimas de pesca, cuotas de captura y fechas de apertura de temporada. Vende directamente a un comprador asiático, asegurando buena calidad del producto. Cumple además con el reparto de utilidades a sus socios cooperativistas. Existe conflicto entre esta cooperativa y algunos pescadores y procesadores (Celdas D7:F7) debido a que éstos últimos no siempre cumplen con los acuerdos de pescar y procesar medusas de la talla reglamentaria. Además, resalta el conflicto de esta cooperativa con los inspectores de pesca (Celda G12), porque no se presta a prácticas irregulares de los Inspectores Federales de Pesca al permitir la captura de medusa que no cumple con la talla reglamentaria sea capturada (Celdas B12:E12). El 76% de los entrevistados mencionaron que en las últimas temporadas el control en la inspección y vigilancia ha sido menor y el 26% mencionó que la vigilancia es uno de los aspectos que deberían mejorarse en las siguientes temporadas.

No existe relación entre los intermediarios y los pescadores (Celdas B8:E8); la relación entre intermediarios y procesadores es complementaria y con un bajo flujo de información (Celdas F8 y G8). Los procesadores desconocen la cantidad de medusa utilizada para consumo y para la industria médica o cosmetológica en Asia, así como el sitio que ocupa ésta comparada con la de otros países. Esta incertidumbre ocasiona que al inicio de la temporada de pesca se desconozca el precio de medusa fresca. Los planteamientos del precio por kilogramo de medusa fresca a los pescadores se realizan “a ciegas” (comentario personal de un procesador) porque el

comercializador asiático especula en el mercado internacional. Lo anterior genera inconformidad constante entre los pescadores (Celdas B9:E9). La misma percepción se tiene entre los procesadores y el comprador chino (Celdas F9 y G9).

El papel de las autoridades federales

La relación entre CRIP-INAPESCA con pescadores y procesadores (Celdas C10:G10) es complementaria, con un elevado flujo de comunicación, sobre todo con los pescadores afiliados a las cooperativas que participan en las reuniones de Consejo Consultivo de Aguamala. En estas reuniones el CRIP informa sobre la biomasa disponible, tamaño de la aguamala y sugiere las cuotas por panga y fecha de apertura de la temporada. Sin embargo, no toda esta información es transmitida a todos los pescadores. Los pescadores que están asociados a una cooperativa son informados de algunos acuerdos por la relación empleado/patrón que existe con el permisionario (Celda B10). Sin embargo, la mayoría de los pescadores libres carecen de información y la mayoría de las veces ignoran las estrategias y acuerdos para la captura responsable de MBC. Además, estos pescadores no se hacen partícipes en las decisiones y acuerdos, por lo que no se genera conciencia de cumplirlos.

La relación de la CONAPESCA con los pescadores que tienen permiso (Celdas C11 y D11) es de tipo complementaria pero conflictiva. Los pescadores perciben que los permisos no han sido otorgados equitativamente: mientras que los pescadores libres mencionan que faltan permisos (Celda B11), los pescadores con permisos perciben que ya hay suficientes (Celda C11) y los líderes de las cooperativas argumentan que faltan permisos (D11 y E11). Hay conflictos que surgen con los productores a los que no se les ha autorizado pescar o que tienen pocos permisos (Celdas B11 y E11).

Es importante resaltar la nula relación detectada entre las dependencias y autoridades federales (CONAPESCA, INAPESCA) con los intermediarios y compradores asiáticos (Celdas H10:I12).

Los compradores asiáticos no están sujetos al control y regulación de esta actividad productiva en pleno territorio mexicano. Es preocupante que la fase más importante del proceso no está siendo vigilada por las autoridades estatales, como son el Consejo de la Promoción Económica de Sonora (COPRESON).

El papel de los Yaquis y su relación con el resto de los pescadores

El conflicto entre la tribu Yaqui y el resto de los pescadores (Celdas B13:E13) se debe a que los primeros consideran que tienen derecho a pescar en la zona marítima frente a la franja costera de su territorio. Esta franja no está incluida en su zona exclusiva que les fue otorgada por decreto presidencial (ver Figura 1.2). Los Yaquis son actores modificadores de contexto en lo que se refiere a la toma de decisiones durante el desarrollo de la pesquería de la aguamala. Las agregaciones de medusa con tamaño comercial (mayor a 11 centímetros de diámetro de campana) generalmente se presentan fuera de las lagunas y esteros, frente al territorio Yaqui. Bajo esta circunstancia, los pescadores que no pertenecen a la tribu argumentan que los Yaquis no deben pescar fuera de su franja costera exclusiva. En respuesta, los Yaquis expresan que el derecho les asiste porque la medusa nace y crece dentro de sus bahías y esteros. No se conoce en dónde se encuentran los bancos de pólipos⁶ que dan lugar a las grandes agregaciones de medusas adultas, aunque se han detectado medusas juveniles dentro de Bahía Las Guásimas. Por ello, los Yaquis reclaman tener derecho prioritario a este recurso. Los representantes de la SCPPCY asisten a las reuniones del Consejo Consultivo de Aguamala, en donde se decide cómo se desarrollarán las temporadas de pesca. Los Yaquis tienen voz y voto en las decisiones de precio, fechas de inicio y cuotas de captura. Sin embargo, en algunas ocasiones causan conflictos porque no respetan los acuerdos tomados por el resto de los productores, y en ocasiones cuando las agregaciones se

⁶ Pólipo: Organismo en forma de saco que adoptan los miembros que pertenecen a la familia Meduzoa. Presenta dos extremos: uno basal que se encuentra adherido a un sustrato, generalmente roca, conchas u otros organismos, y otro que es la boca y el ano. Representa la fase fija asexual del ciclo de vida de las medusas, y da lugar a las medusas juveniles. Son organismos muy pequeños de 0.25 a 1.0 mm de alto (Calder, 1978; Castelo-Bautista, 2012).

presentan frente su territorio y aún no se ha abierto la temporada de pesca, ellos salen a capturarla (Ojeda, 2017). Ambas circunstancias, el conflicto de quien reclama derechos sobre el recurso y el deseo de ejercer su autonomía, ocasionan un problema social que dificulta el cumplimiento de los acuerdos del resto de los actores. Es importante la participación de la Comisión Nacional para el Desarrollo de Pueblos Indígenas (CDI) y de las ONG's locales (ver cuadrante inferior izquierdo de la Figura 1.6) para persuadir a los Yaquis de cumplir los acuerdos para el sostenimiento de la pesquería, debido a la importancia de estos actores en esta actividad.

Los derechos de propiedad en el manejo de la MBC como recurso natural y las tensiones subyacentes que surgen conforme se presentan intereses nuevos o los existentes se fortalecen, no



Figura 1.8 Reuniones de consenso del Comité Consultivo de Aguamala. Guaymas, Sonora, marzo de 2016. Fuente: Propia

pueden ser ejercidos debido a un derecho limitado (Bromley y Hodge, 1990), como el de la tribu Yaqui en su zona de pesca. Los derechos de exclusividad de los Yaquis no deben verse como absolutos, sino condicionales, que pueden cambiar dependiendo de las necesidades y circunstancias. Por ejemplo, las comunidades de la tribu Seri de Punta Chueca y Desemboque de Seris, ubicados al norte de Guaymas, desarrollaron resiliencia socio-ecológica, es decir intentaron una adaptación hacia el cambio de equilibrio de sus relaciones debido a la variabilidad y

perturbaciones en el sistema socio-ecológico al que pertenecen. En esa zona los pescadores han tenido que enfrentarse a los cambios ambientales del Golfo de California, variación y agotamiento de especies de interés comercial, mercado inestable, crisis económica, deterioro ecológico, diversificación de ingresos, competencia por los recursos y transformación de la franja costera. A partir de esto, los pescadores de esa región se han adecuado a los ciclos reproductivos, adquirieron conocimientos del funcionamiento del ecosistema y de las implicaciones ecológicas de cada una de las actividades productivas (De La Torre-Valdez y Sandoval-Godoy, 2015). Sin embargo, la resiliencia que presenta un sector de los actores en una pesquería debe ser dirigida, coordinada, asesorada y apoyada sobre todo por aquellos que tienen más poder o influencia en la actividad.

Cooperación entre actores

La relación de cooperación (Tabla 1.2) se presenta entre los actores del mismo tipo y casi siempre en la relación del CRIP-INAPESCA con los pescadores y procesadores. Entre el resto de los actores no se identifica cooperación. Este escenario es grave porque refleja una actitud de individualismo entre actores que no les permite dirigirse hacia un objetivo común, por lo cual podrían ocasionar la sobreexplotación de la medusa. El objetivo de la mayoría de los actores es maximizar ganancias: los pescadores maximizan su captura, los procesadores maximizan su producción y los comercializadores maximizan las toneladas de exportación al mejor precio. Cuando todo está basado en maximización de recursos monetarios y los objetivos no incluyen el uso sustentable del recurso, la pesca de aguamala nunca será sustentable ni podrá desarrollarse un co-manejo que implique preservar los organismos adultos para garantizar la reproducción y con ello lograr que la actividad sea social y económicamente viable.

En las últimas tres temporadas de pesca (2016, 2017 y 2018) se han detectado cambios de actitud debido a que se han presentado fluctuaciones temporales de biomasa de MBC en el área de

estudio. En 2018, el INAPESCA recomendó no salir a pescar para permitir que la población de MBC se recuperara; los pescadores y procesadores acordaron no salir a pescar para dar margen a la reproducción y asentamiento de pólipos y fomentar el reclutamiento para la siguiente temporada. Esto ejemplifica que cuando existe buena comunicación entre actores, es posible coincidir en un objetivo común, en este caso la preservación de la medusa para tener biomasa disponible.

La importancia de convertirse en actor clave

En la red de actores (ver Figura 1.6) aquellos que tienen mayor poder e interés, deben comunicar en las reuniones de Consejo sus inquietudes e intereses a los modificadores de contexto para que éstos tomen decisiones considerando las opiniones y percepciones del resto de los actores. Asimismo, los modificadores de contexto pueden migrar al estatus de actores clave, siempre y cuando realicen su trabajo con compromiso y responsabilidad. Si todos los pescadores acceden a capturar medusa de tallas reglamentarias no hay oportunidad de generar situaciones de cohecho por parte de los Oficiales de Inspección y Vigilancia. Los actores deben participar directa y activamente en las tomas de decisiones y acuerdos durante las reuniones de Consejo Consultivo, y convertirse en actores clave. Si no pueden ser convocados, el Consejo debe asegurarse de que los representantes divulguen la información de manera eficaz. En la planeación ambiental, para favorecer la participación amplia, corresponsable e informada, se requiere una adecuada identificación de actores (Villada-Canela, 2013). El análisis de actores presentado aquí proporciona estos elementos para la pesquería de MBC, que ha tenido un esquema de manejo consensuado desde que se comenzó el diseño del Plan de Manejo de MBC en el 2012. Al no ser oficializado este plan, los actores han realizado acciones acordadas entre ellos. Este proceso representa la cooperación que existe entre los actores del mismo grupo (Tabla 1.2, celdas B2, C3, D4, E5, F6), lo que ha permitido establecer mecanismos de manejo como son: zonas de pesca,

fechas de apertura de temporada, y talla reglamentaria de la medusa. Sin embargo, no ha sido posible conciliar entre los pescadores y procesadores un precio justo por kilo de medusa fresca pagado al pescador (Celda D6 y D7), lo que representa baja colaboración y conflicto entre ellos.

Conclusiones

En la pesquería de MBC de Guaymas, la composición del grupo de actores que intervienen es muy heterogénea y compleja debido a intereses y niveles de influencia muy diversos. Aunque el objetivo de los actores es el mismo, maximizar su ganancia económica, esto no está en armonía con un uso sustentable de la MBC. Lograr que todos los actores tengan este objetivo común es complicado por su bajo nivel de cooperación y por el débil flujo de información, ya que no existe relación entre los actores de los extremos de la cadena de valor: el pescador y el comprador final. La relación entre los oficiales de Inspección y Vigilancia y el resto de los actores es conflictiva y fomenta el desorden. La falta de flujo de información entre comercializadores y procesadores impide: 1) asegurar un buen precio de la medusa procesada, 2) la capacidad de pagar mejor precio al pescador y 3) mejorar sus utilidades. Se identificó falta de flujo de información hacia los pescadores libres (sin permiso), lo que ocasiona bajo nivel de conciencia sobre una pesca responsable. Adicionalmente, es común que la comunidad Yaqui incumpla los acuerdos bajo el argumento de sus derechos territoriales, lo que añade un elemento de conflicto en la pesquería. A pesar de este ambiente de tensión en el que se realiza esta pesquería, se han desarrollado estrategias de consenso entre algunos de los principales actores. El análisis permitió identificar actores interesados en conservar el recurso (CRIP-INAPESCA, cooperativistas y procesadores), y actores con gran capacidad de influencia (CONAPESCA, compradores asiáticos e intermediarios), así como la forma en que están relacionados (sin cooperación, complementarios y en conflicto). Esto permite concluir que el manejo de la pesquería de MBC se puede mejorar incluyendo en las sesiones de Consejo a todos los actores identificados y abriendo canales de comunicación donde

no existen. El presente análisis es útil para 1) Identificar conflictos en la actividad; 2) Apoyar en la elaboración de un diagnóstico de la pesquería; 3) Reforzar las relaciones débiles entre actores; 4) Ayudar en las propuestas de estrategias de co-manejo para transitar hacia la sustentabilidad y 5) Sugerir establecer un líder de manejo de la pesquería de la medusa bola de cañón. Los resultados de este análisis, además de ayudar en la resolución de conflictos entre los actores, mejorará el esquema de consenso y auxiliará en el establecimiento de rumbos hacia la sostenibilidad de la pesquería.

Referencias

- Ackermann, F. y Eden, C. (2011). Strategic Management of Stakeholders: Theory and Practice. *Long Range Planning*, 44, 179–196. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.08.001>
- Álvarez-Tello, F. J. (2007). La pesquería de la medusa bola de cañón (*Stomolophus meleagris*) en la región de Bahía de Kino-El Choyudo, Sonora, durante 2006. (Tesis de maestría) Manejo de Zona Costera, Instituto Tecnológico de Guaymas, Sonora, México.
- Álvarez-Tello, F. J., López-Martínez, J., Funes-Rodríguez, R., Lluch-Cota, D. B., Rodríguez-Romero, J. y Flores-Coto, C. (2015). Composición, estructura y diversidad del mesozooplankton en Las Guásimas, Sonora, un sitio Ramsar en el Golfo de California, durante 2010. *Hidrobiológica*, 25(3), 401–410.
- Álvarez-Tello, F. J., López-Martínez, J. y Lluch-Cota, D. B. (2016). Trophic spectrum and feeding pattern of cannonball jellyfish *Stomolophus meleagris* (Agassiz, 1862) from central Gulf of California. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96(06), 1217–1227. <https://doi.org/10.1017/S0025315415001605>
- Biggs, S. y Matsuert, H. (1999). An actor-oriented approach for strengthening research and development capabilities in natural resource systems. *Public Administration and Development*, 19(3), 231–262. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-162X\(199908\)19:3<231::AID-PAD71>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-162X(199908)19:3<231::AID-PAD71>3.0.CO;2-E)
- Bromley, D. W. y Hodge, I. (1990). Private property rights and presumptive policy entitlements: reconsidering the promises of rural policy. *European Review of Agricultural Economics*, 17(2), 197–214.
- Brotz, L., Schiariti, A., López-Martínez, J., Álvarez-Tello, F. J., Peggy Hsieh, Y. H., Jones, R. P., Quiñones, J., Dong, Z., Morandini, A. C., Preciado, M., Laaz, E. y Mianzan, H. (2017). Jellyfish fisheries in the Americas: origin, state of the art, and perspectives on new fishing grounds. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 27(1). <https://doi.org/10.1007/s11160-016-9445-y>
- Buglass, L. (1999). *Co-manejo: Una estrategia para el desarrollo del turismo sostenible en la región de Samaná*. CEBSE/DED. Republica Dominicana. Recuperado de <http://kiskeya->

alternative.org/publica/cebse/comanejo-ecoturismo.html

Carlsson, L. y Berkes, F. (2005). Co-management: Concepts and methodological implications. *Journal of Environmental Management*, 75(1), 65–76.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.11.008>

Carvalho Saucedo, L., García Domínguez, F., Rodríguez Jaramillo, C. y López-Martínez, J. (2009). Variación lipídica en los ovocitos de la medusa *Stomolophus meleagris* (Scyphozoa: Rhizostomeae), durante el desarrollo gonádico, en la laguna Las Guásimas, Sonora, México. *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 119–130.

Carvalho Saucedo, L., López Martínez, J. y García Domínguez, F. (2012). Fecundidad de la medusa *Stomolophus meleagris* (Rhizostomeae: Stomolophidae) en el Golfo de California. *Rev. Biol. Tropical*, 60, 1721–1729.

CDI. (2009). Consulta a los pueblos indígenas de la zona costera del Golfo de California referente al Ordenamiento Ecológico Marino. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México.

COESPO. (2015a). *Indicadores Demográficos y Socioeconómicos 2015 Empalme*. Hermosillo, Sonora.

COESPO. (2015b). *Indicadores Demográficos y Socioeconómicos 2015 Guaymas*. Hermosillo, Sonora.

Cohen, N. y Arieli, T. (2011). Field research in conflict environments: Methodological challenges and snowball sampling. *Journal of Peace Research*, 16. <https://doi.org/10.1177/0022343311405698>

CONAPESCA-SAGARPA. (2013). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2013.

Congreso Popular Nacional, 2009. Ley de Seguridad Alimentaria de la República Popular China. Fuente: www.lawtome.com

De La Torre-Valdez, H. C. y Sandoval-Godoy, S. A. (2015). Resiliencia socio-ecológica de las comunidades ribereñas en la zona Kino-Tastiota del Golfo de California. *Ciencia Pesquera*, 23(1), 53–71.

De Lopez, T. T. (2001). Stakeholder management for conservation projects: A case study of Ream National Park, Cambodia. *Environmental Management*, 28(1), 47–60. <https://doi.org/10.1007/s002670010206>

Díaz-Tenorio, L. M., Hernández-Cortés, M. P., Álvarez Gutiérrez, J. M., Cira-Chávez, L. A. y Hernández-Chávez, J. F. (2011). Caracterización parcial de proteínas presentes en campana y tentáculos de la medusa bala de cañón (*Stomolophus meleagris*). *XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería*. Querétaro, México: CONACYT. Recuperado de <https://smbb.mx/congresos%20smbb/queretaro11/TRABAJOS/trabajos/VII/carteles/CVII-08.pdf>

DOF. DECRETO por el que se otorga exclusividad a los miembros de la tribu yaqui y a los de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Comunidades Yaquis, S. C. L., Diario Oficial de la Federación (1973). México. Recuperado de http://www.diariooficial.gob.mx/busqueda_detalle.php?BUSCAR_EN=T&TIPO_TEXTO=Y&te

xtobusqueda=yaquis&viene=avanzada

Duarte, D. (2016). Maquilas Tetakawi, 30 años a la vanguardia. Recuperado de <http://www.circulosonora.com/2016/05/18/maquilas-tetakawi-30-anos-a-la-vanguardia/>

Freeman, R. E. (2004). The Stakeholder Approach Revisited. *Zeitschrift Für Wirtschafts-Und Unternehmensethik*, 5(3), 228–241. <https://doi.org/10.3763/jsfi.2010.0008>

Gavaldón Hoshiko, A. y Fraga Berdugo, J. (2006). Nuevos esquemas de uso y acceso a recursos marinos: el enfoque de género para la integración del trabajo y ecosistemas. In S. Salas, J. Ramos, & J. Sánchez (Eds.), *Primera Conferencia de Pesquerías Costeras en América Latina y el Caribe. Evaluando, Manejando y Balanceando Acciones* (pp. 132–141). Mérida, Yucatán.

Gómez-Daglio, L. y Dawson, M. N. (2017). Species richness of jellyfishes (Scyphozoa: Discomedusae) in the Tropical Eastern Pacific: missed taxa, molecules, and morphology match in a biodiversity hotspot. *Invertebrate Systematics*, 31(5), 635–663.

Grimble, R., Chan, M.-K., Aglionby, J. y Quan, J. (1995). Trees and trade-offs: A stakeholder approach to natural resource management. Gatekeeper Series. Recuperado de <http://pubs.iied.org/pdfs/6066IIED.pdf>

Grupo MOON. (2007). Estimaciones de abundancia de la medusa “bola de cañón” (*Stomolophus meleagris*) al sur de Sonora para el establecimiento de una pesquería sustentable. Grupo MOON-Pesquera México-CIBNOR, Guaymas, Sonora.

Hare, M. y Pahl-Wostl, C. (2002). Stakeholder Categorisation in Participatory Integrated Assessment Processes. *Integrated Assessment*, 3(1), 50–62. <https://doi.org/10.1076/iaij.3.1.50.7408>

INEGI. (2014). *Censos Económicos*. Sistema Automatizado de Información Censal. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic/default.aspx>

López-Martínez, J. y Álvarez-Tello, F. J. (2013). The jellyfish fishery in Mexico. *Agricultural Sciences*, 04(06), 57–61. <https://doi.org/10.4236/as.2013.46A009>

López-Martínez, J., Ocampo V, L., Rodríguez R., J. y Hernández S. N. (2009). Medusa bola de cañón: un recurso con potencial pesquero. *Biosis*, pag 2.

Luna Escalante, G. (2007). Derechos, Usos y Gestión del Agua en el Territorio Yaqui. Colegio de San Luis, Hermosillo, Sonora. Recuperado de <https://agua.org.mx/biblioteca/derechos-usos-y-gestion-del-agua-en-el-territorio-yaqui/>

Luque-Agraz, D. y Gómez, E. (2007). The construction of the Californian Gulf region from the environmental and indigenous. *Ra Ximhai*, 3, 83–116.

Ocaña-Luna, A. y Gómez-Aguirre, S. (1999). *Stomolophus meleagris* (Scyphozoa: Rhizostomeae) en dos lagunas costeras de Oaxaca, México. *Anales Del Instituto de Biología de La Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 70(2), 71–77.

Ojeda, Y. (7 de mayo 2017). Yaquis acaparan pesca de aguamala. *El Imparcial.Com*. Recuperado de <http://www.elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/Sonora/07052017/1211621-Yaquis-acaparan-pesca-de-aguamala.html>

- Olguin Jacobson, C. (2014). Efecto de temperaturas oscilantes en la fisiología de pólipos de medusa *Stomolophus meleagris* (Rhizostomeae: Stomolophidae). (Tesis de maestría) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., La Paz, Baja California Sur.
- Padilla-Serrato, J. G., López-Martínez, J., Acevedo-Cervantes, A., Alcántara-Razo, E. y Rábago-Quiroz, C. H. (2013). Feeding of the scyphomedusa *Stomolophus meleagris* in the coastal lagoon Las Guásimas, northwest Mexico. *Hidrobiologica*, 23(2), 218–226.
- Perea Blázquez, A. y Flores Palacios, F. (2015). Participación de las mujeres en la pesca: nuevos roles de género, ingresos económicos y doble jornada. *Sociedad y Ambiente*, 1(9), 121–141.
- Ramírez-Félix, E. y Godínez-Cota, Á. (2011). Aspectos sociales de los pescadores de sardina en Sonora, México. *Ciencia Pesquera*, 19, 47–62.
- Reed, M. S., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Hubacek, K., Morris, J., Prell., C., Quinn, C. H. y Stringer, L. C. (2009). Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *Journal of Environmental Management*, 90(5), 1933–1949. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.01.001>
- Suárez de Vivero, J. L. y Martínez Alba, I. (2007). *An exercise in Stakeholder Analysis for a hypothetical offshore wind farm in the Gulf of Cadix. Science an Policy Integration for Coastal System Assessment*. Sevilla, España.
- Valdéz Gardea, G. C. (2010). Pesquerías globalizadas: Revisitando a la comunidad marítima en el Alto Golfo de California. *Estudios Sociales*, 18, 135–163. Recuperado de <http://www.ciad.mx/desarrollo/revista/numeros-revista-electr-nica.html>
- Villada-Canela, M. (2013). The role of information and public participation in environmental planning. *Investigación Ambiental*, 5(2), 17–26.

Capítulo 2 . Análisis de la pesquería de la medusa bola de cañón bajo el enfoque de sistema complejo

INTRODUCTION

Operational challenges for management, perverse economic incentives, social inequalities, and the emergent uncertainty imposed by the effects of climate change, make the sustainable use of most marine resources a difficult goal to achieve, particularly of those under fishing pressure. The establishment of the Millennium Development Goals (MDGs) in 2000 (UN 2000) and the most recent Sustainable Development Goals (ODS, UN 2015) recognized the importance of interdisciplinarity and cross-scale management objectives to manage complex systems (Adger et al. 2006; Cash et al. 2006; Lebel et al. 2005) including fisheries systems (Berkes 2006); this approach is just beginning to be applied at local scales (Defeo et al. 2016; Young 2006). For example, studies focusing on small-scale coastal fisheries that have followed a successful co-management approach suggest that it is essential to understand and evaluate the different components of the fishing system (Whitehouse and Fowler 2018; De la Cruz González et al. 2018; Defeo et al 2016; García-Lozano and Heinen 2016; De Pourcq et al. 2015). Under this complex system framework its co-management must then include ecological, social and political aspects, taking into account justice, equity and social values (Garcia and Charles 2007, Wilson 2006).

The FAO Voluntary Guidelines for Securing Sustainable Small-Scale Fisheries emphasize the importance of small-scale fisheries to global seafood production and the importance of an ecosystem approach to management, as well as the rights of workers in the seafood industry, including access from the many women employed in fishing and processing (Harper et al. 2017) to have equitable benefits in exchange for its labor (SSF Guidelines, FAO 2015; Harper et al. 2018). Despite the integrated approach and recommendations of the FAO Guidelines, most fisheries research remains focused on aspects that can be technically complex and highly relevant (e.g., stock assessment, ecosystem, and bioeconomic models), but ultimately consider only a fraction of the larger complex social-ecological system (SEs; Ostrom 2009) in which fisheries exist (Garcia and Charles, 2007, 2008). In general, social aspects remain unconsidered or unlinked to the decision-making processes, as dynamic networks of interactions between actors and resources (co-management) or as a complex system (Syed et al. 2018). In fact, a simplistic

approach can have negative consequences, by not considering and addressing the complexities that exist in a social-ecological system (Cisneros-Montemayor et al. 2018).

The origin of the application of the theory of complex systems to environmental systems goes back to 1972 when the food crisis by a severe drought affected large regions of Africa, India and the Northwest of Brazil (García 2006). This author concluded that the catastrophe of that such events was based on the socioeconomic structure it held for decades and that the drought was not the sole factor behind the food crisis. In Mexico, the complex systems framework has been applied to evaluate the impact of sorghum introduction and cultivation on the physical environment and society in the Bajío region (central Mexico; García 2006). Also, Castañares-Maddox (2009) used this framework to evaluate management strategies of the Mesoamerican biological corridor.

A system is considered complex because it is composed of several elements or components that interact between them. To study a complex system, four elements must be defined: 1) boundaries, which define the components for example between the natural and socio-economic subsystems; 2) temporal and spatial scales; 3) linkages, establishing connections and the flow of interrelation defining the system structure (García 2006, Garcia & Charles 2008) and 4) management levels (Castañares-Maddox 2009). In addition to the elements previously described assessing a fishery under a complex system framework must also consider its legal rules, conditions observed and social actors that interact inside or outside the system boundaries (Garcia & Charles 2008). All these elements are linked to each other in a way that their identity and function depends on the nature and role of the rest of the components. The interaction and dependency between these links create a complex arrangement that makes them inter-definable, that is mutual functional dependent. Because the elements that compose complex systems cannot be defined or analyzed separately, an interdisciplinary approach is required (García 2006, Castañares-Maddox 2009). The simultaneous and systemic vision from different disciplines facilitates the management of a natural resource since it solves questions of various kinds as part of a global question (Castañares-Maddox, 2000) and addressing them will require inter- and transdisciplinary efforts to bridge conceptual gaps and loopholes in the legal and technical frameworks (Challenger et al. 2018). A complex adaptive system (CAS) is an autonomous and self-organized system that uses the results of interactions as feedback for the adaptation of natural resource management

practices on which a human population depends (Janssen et al. 2000; Carlsson & Berkes 2005; Berkes 2006; Mahon et al. 2008; Levin et al. 2012).

Several authors have recognized that small-scale fisheries work as complex systems (Wilson et al. 1994; Berkes et al. 2003; Wilson 2006; Garcia & Charles 2007; 2008; Garcia & Prouzet 2009; Jentoft & Chuenpagdee 2009). Nevertheless, research and management efforts of small-scale fisheries generally only consider the biological component of the ecosystem (Espinoza-Tenorio et al. 2015; Lehuta et al. 2016, Arreguín-Sánchez et al. 2017). There are few case studies in the literature with holistic descriptions of complex fishery systems. An example is the global analysis of recreational fishing in freshwater described as a CAS (Arlinghaus et al. 2017). According to these authors, recreational fishing is complex because 1) the fishermen's group is heterogeneous and uses a common natural resource, 2) the functions used to model the fishery are dominated by the maximization of economic benefits that depend on costs, not precisely on the biological component, 3) fishers are spatially structured and linked to multiple fishing sites and, 4) this activity is strongly connected and affected by other systems of larger scale, such as agriculture or water management. Arlinghaus et al. (2017) conclude that the conceptual framework of complexity helped them to identify the components of the structure and the analysis units, and both approaches CAS and SESs, functioned as an integratory tool for an interdisciplinary academic team.

The cannonball jellyfish (*Stomolophus* sp. 2; locally referred to as “*aguamala*”) small-scale fishery in Mexico is quite recent, beginning around 2000, and mainly occurs in the Gulf of California. Despite its increasing economic and social importance in the region, many aspects of its ecology, the causes of the variability in the population abundance of the organism, and the socioeconomic issues surrounding the fishery remain unknown. Therefore, in this study we analyze a small-scale fishery that takes place in a Latin American country financially driven by overseas demand (mainly an emergent rich country in Asia), and consider the influence of local power dynamics, seafood markets and trade, institutional arrangements, and current management approaches, on sustainability and equity outcomes. The aim of this research is to conduct an integral analysis about the current conditions of the cannonball jellyfish (hereafter CBJ) fishery in the Guaymas-Las Guasimas region, by identifying the ecological and social components under the framework of a complex social-ecological system. We therefore asked the question: is the

CBJ fishery being carried out in a sustainable way? Addressing this CBJ fishery under this framework, may help inform best practices to improve the co-management of an emerging and important regional fishery.

METHODS

STUDY AREA

CBJ is caught from the northern part of Sinaloa state to the upper Gulf of California in the state of Sonora (Figure 2.1a), however, the present study focuses on the region comprising Guaymas and Las Guásimas bays (see Figure 2.1a), located in the central part of the state of Sonora, México. It is the most productive area of the Gulf of California (Lluch-Cota et al. 2007) where commercial fishing of many marine resources in Guaymas has developed. The blooms of CBJ take place near the fishing fields El Golfo de Santa Clara, Puerto Peñasco, Bahía de Kino, Las Guásimas, and Bahía de Lobos, where improvised processing plants and the commercialization of CBJ are done to export the product to Asia. The CBJ aggregations are more frequent in Guaymas-Las Guasimas region where the CBJ has been caught during 15 of the 18 fishing seasons (except 2006, 2017 and 2018, see Figure 2.1), and where eight processing plants for jellyfish are located. The outbreaks occur from February to July, and intermittently (see Figure 2.1a) (Ocaña-Luna & Gómez-Aguirre 1999; Álvarez-Tello 2007; López-Martínez & Álvarez-Tello 2013; López-Martínez et al. 2009; Brotz et al. 2017). The high variability of the presence of CBJ turns this in a highly complicated fishing activity.

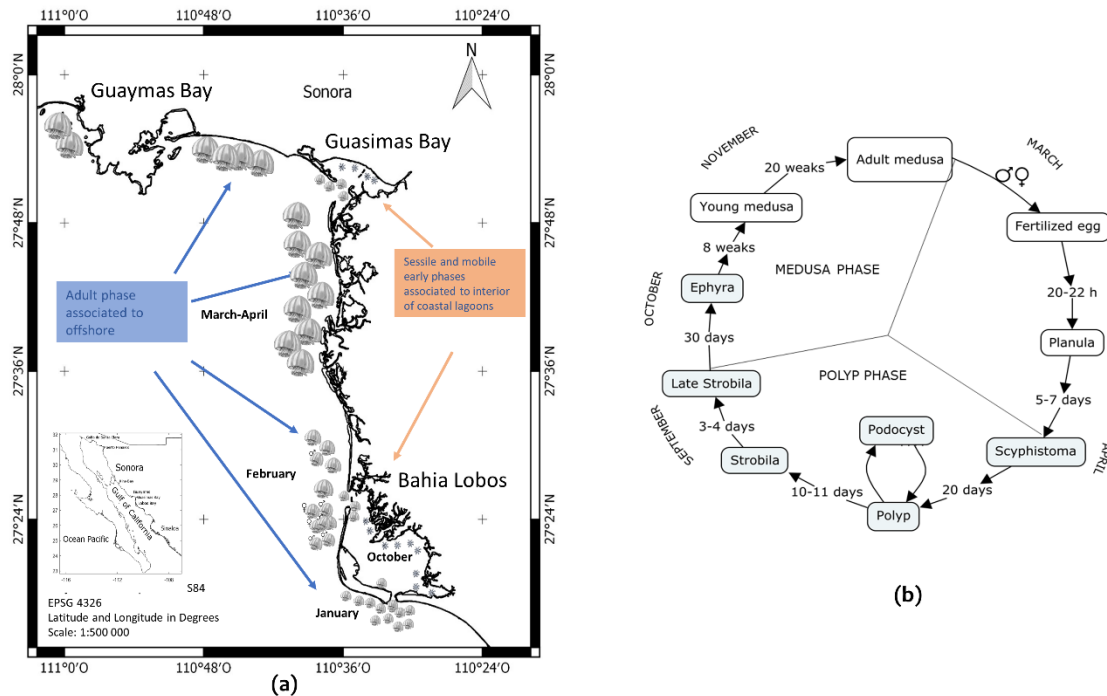


Figure 2.1 Gulf of California and study zone (a). Sites and months related to the cannonball jellyfish life cycle (b). Times of their stages in the region are indicated (after Calder 1982; Castelo-Bautista 2012; López-Martínez et al. 2009).

Information gathering

Four information sources were used to identify and describe the fishery elements:

- 1) A stratified sampling and the snowball method were used to conduct 96 semi-structured interviews to different groups of stakeholders involved in the activity: fishers (associated or not with a fishing cooperative), presidents of cooperatives, processors, women, technicians, researchers and authorities. The interviews were conducted in July 2016 in Guaymas and Las Guásimas. The purpose was to understand the perspective, participation level and knowledge of actors in their activity. The questionnaire used for this research is shown as Appendix 1, where it is indicated which questions were used to gain perceptions and opinions from actors.
- 2) Consultation and analysis of the annual statistics of the National Commission of Aquaculture and Fisheries (CONAPESCA); economic and demographic compilations published by the National Institute of Statistics, Geography and Technology Information (INEGI) and by the government of the state of Sonora, as well as the arrival notice reports of the Fisheries State Office of CONAPESCA.

- 3) Information collected from diverse bibliographic sources such as: Management Plan of the CBJ (INAPESCA 2014), a socio-economic study (Pérez-Ríos et al. 2014), internal reports, information bulletins and technical reports of studies prepared by the Fisheries Research Regional Center (CRIP-Guaymas), branch of the National Institute of Fisheries and Aquaculture (INAPESCA) and catch notices of fisheries reception from the Fisheries Office of Guaymas.
- 4) Notes gathered at work meetings of the Regional Advisory Committee of *Aguamala* (RACA) of Guaymas. The statistical information obtained from these sources was used to develop indicators which served as a quantitative tool.

These sources of information were used to describe and identify the existing conditions, problems and the elements of the jellyfish fishery in the Guaymas-Las Guásimas zone.

Research framework

The analysis of the CBJ fishery in Guaymas- Las Guasimas zone is an integration of the theoretical framework under a different vision than most fisheries studies. It is based on assessing fisheries as complex social-ecological systems (Berkes 2003; Garcia & Charles 2007; 2008), whose research base is interdisciplinarity (García 2006;) and its administration is arranged in management levels (Garcia & Charles 2007; Castañares-Maddox 2009).

1. The complex system is defined by:

- a. Observed conditions. Description of the current system conditions (García 2006).
- b. Systemic construction (Aguilar de la Peña 2008; Escofet & Monti 2012).
- c. Identifying the articulation processes and functioning of elements of the subsystems.
- d. Ambient systemic structure (García 2006; Garcia & Charles 2008; Castañares-Maddox 2009) considering:
 - Limits: elements inside and outside the system are outlined. These define the external boundaries located outside or around the core of the system.
 - Functions and linkages of the elements. The structure and operation of the system are identified to enable the identification of the relationships among the ecological and socioeconomic subsystems.
 - Processes levels. Spatial and temporal scales are defined, and relationships and processes are characterized in each time. Based on the observed conditions, the "split

point" is determined to describe the conditions of the CBJ fishery before, now and the desired conditions for the future.

2. Environmental management (Castañares-Maddox 2009). The management levels and the specific tasks of the involved actors in the administration of the CBJ fishery are defined to theoretically achieve sustainable exploitation.

Results

Cannonball jellyfish fishery timeline

In Mexico the CBJ is not consumed, therefore the emergence and development of this fishery in Sonora was driven by the international demand from China from 2001 onwards. In Figure 2.2 we present the timeline of the development of this fishery. The **exploration phase** from 1999 to 2001 is characterized by the search and location of the fishing resource, and economic feasibility studies. The **emerging extraction stage** was carried out using research and development permits (López-Martínez 2007). In Mexico, research and development permits (or "promotion fishing licenses") are those where the fishing activity is oriented to research, experimentation, exploration, prospection, development, re-population or conservation of floral and faunal resources, as well as on the development of fishing gears. If the marine resource is not included in the National Fishing Chart, harvesting can only be made under these "promotion fishing licenses" (CONAPESCA 2015). The **expansion stage**, from 2003 to 2015 is characterized by an increase in the number of processing plants, fishers, permits, and of boats (pangas). During the **management and control stage**, from 2012 to date, management instruments were established amongst them the RACA, which comprises two cooperative presidents and two processors. This committee meets with the rest of the representatives of the fishing cooperatives before opening the fishing season to achieve a consensus on the landed price of fresh jellyfish. Based on a recommendation from the CRIP-Guaymas (locally based federal fisheries research institute) they agree on the boat/trip quota and capture volume of jellyfish. Jellyfish capture size must be above 11 cm in bell diameter, which was established since 2012, when the cannonball was incorporated to the National Fisheries Chart (DOF 2012).

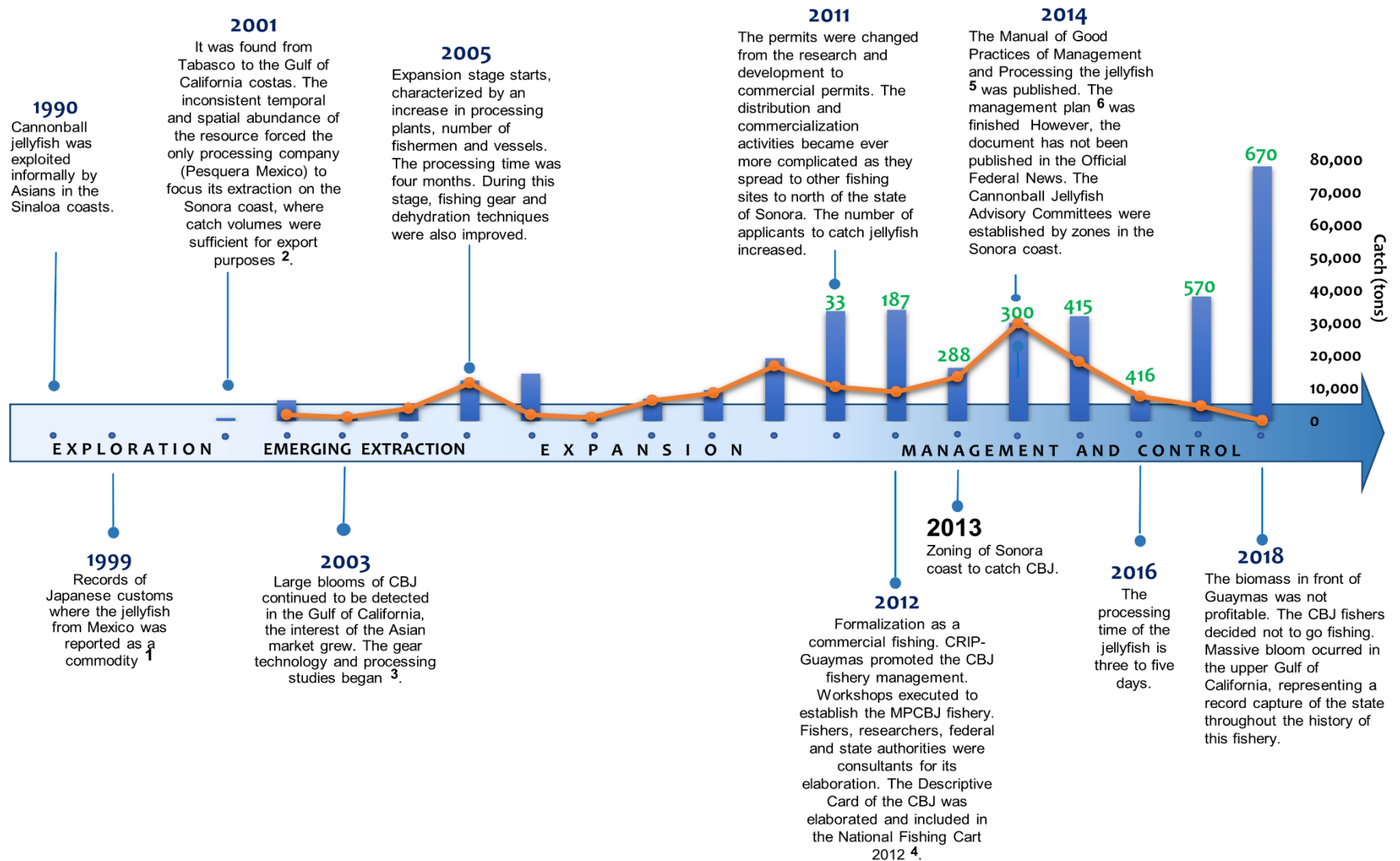


Figure 2.2. Timeline of the CBJ fishery in Sonora. The red line represents catch in the area of Guaymas-Las Guasimas-Bahia Lobos, blue bars represent the capture in Sonora. The values in green correspond to the number of permits. (¹Omori & Nakano 2001; ²Pérez-Ríos 2014; ³López Martínez et al. 2007; ⁴DOF 2012; ⁵López Martínez et al. 2012; ⁶Cisneros- Mata et al. 2014; Source of permits: Ulloa et al. 2011; Velasco 2013; Panorama Agrario 2017; Arrival Notice Report CONAPESCA 2011-2017; and pers. comm. Alan Gallardo Camacho, Golfo de Santa Clara Fish Office, Sonora, August 2018)

Cannonball jellyfish life cycle to determine catch suitability

Stomolophus meleagris was identified by Calder in 1942. However recent studies have shown that in the Gulf of California there are cryptic species of *Stomolophus*, that is, species that although different, are not morphologically distinguishable and cannot interbreed. Gómez-Daglio & Dawson (2017) studies revealed that this species had been misidentified. They assigned as *Stomolophus* sp. 1, to the amber color jellyfish located in the upper Gulf of California and as *Stomolophus* sp. 2, to the deep blue color jellyfish located from the middle to the mouth of the Gulf of California and on the southern coast of the Baja California peninsula.

Like all Schyphozoans, the life cycle of *Stomolophus* sp. 2. has two phases of reproduction, sexual and asexual (see Figure 2.1b) (Calder 1982; Álvarez-Tello 2007). The sexual reproduction is during its medusoid stage (nektonic). It is associated with the coastal zone off the southern Sonora, where it is grouped in long lines termed “veins” (see Figure 2.1a). The asexual reproduction is during polyp stages (benthic), most likely associated with coastal lagoons (Gómez-Aguirre 1980; López-Martínez 2007). These ontogenetic changes in morphology, physiology and behavior are associated with habitat changes and define a complex life cycle, necessary for the organism to adapt and use two distinct niches (Wilbur 1980; Roughgarden et al. 1988).

In the Guaymas region, the life cycle of the jellyfish lasts one year (see Figure 2.1b for details of the phases of the life cycle). The strobilation (ephyra detachment of the polyp by segmentation) occurs from April to September, the growth of the medusae phase is from November to February and its sexual reproduction stage during March and April (Carvalho-Saucedo et al. 2011). The last phase determines the start of the commercial catch season when the jellyfish has reached the size between eight and 14 centimeters in diameter of the umbrella (outer layer covering the mesoglea and oral arms). At this moment, fishers rush to extract it since right after releasing their gametes (reproductive cells) the medusae begin to decay and finally die. As in most jellyfish species, the exact sites where the polyp banks are located, the mechanisms that trigger strobilation and the lifespan of polyps, remain unknown (Luna-Vázquez 2011; Castelo-Bautista 2012). This knowledge gap and the type of its life cycle make it difficult to define recruitment rates, abundance, and estimate catch quotas.

Based on a literature review as well as on the perception of the actors interviewed, we analyzed the following aspects, considered the most relevant for the management of the jellyfish fishery:

increase in the number of fishers, distribution of permits, importance of the jellyfish resource compared to other fisheries, and profit obtained by fishers. With the information gathered it was possible to build a general CBJ fishery scenario from the point of view of the users themselves, that is the "observed conditions", the first principle for the systemic construction of the jellyfish fishery under the SESs framework.

Observed Conditions

Increase in the number of fishermen and relative economic importance of the jellyfish fishery

The answers to the questions of perception and opinion made to the actors are shown below. Almost half of fishers interviewed (44%) joined the CBJ fishery in the last eight years; the majority have fished jellyfish for over 10 years (Figure 2.3). Fishers with more years fishing jellyfish expressed that fishermen with little seniority were preferably granted permits. However, our results in Figure 2.3 showed this not to be a fact. In the upper part of the graph are fishers with many years in the jellyfish fishery that have had permits since the beginning of the fishery; in the lower part are those who have less than 20 years as a fisherman and only eight years in the jellyfish. If the perception of long-term fishermen were true, this area of the figure should show a higher density of dots. Rather, the figure suggests that there are fishermen with less than 10 years working in this fishery that have not been granted new jellyfish permits. This illustrates the inequality in the distribution of permits.

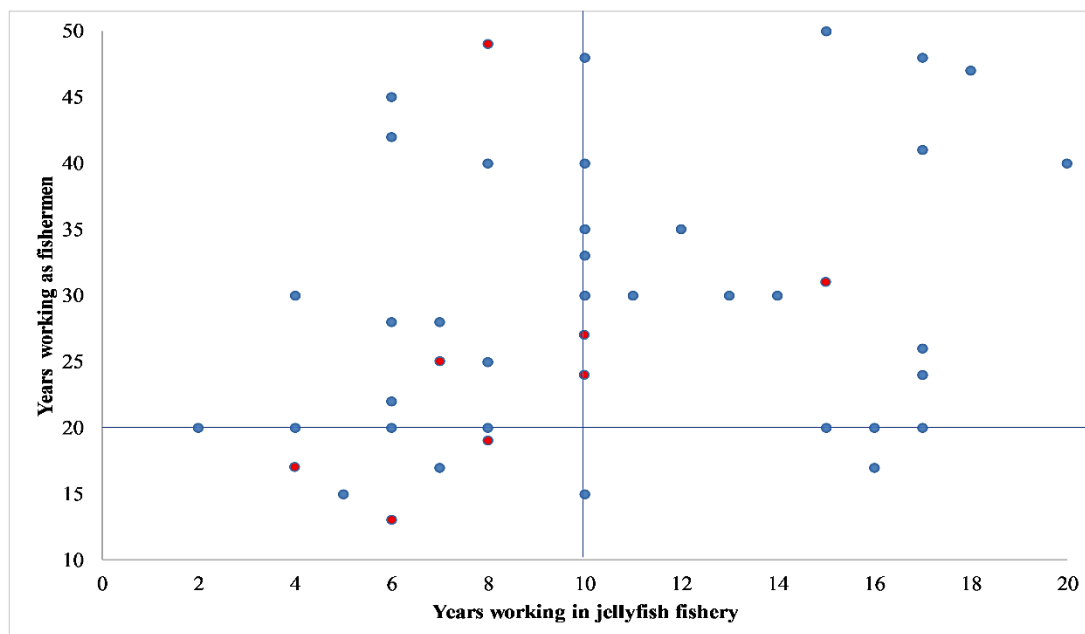


Figure 2.3 Plot showing years working as fishermen vs. years working in the jellyfish fishery for fishers interviewed during the research. Red dots are fishermen without permits, blue dots are fishermen with a permit to fish jellyfish.

“My cooperative has 422 members and we only have 2 permits. This situation is ridiculous, but I do not have money to bribe ... and to obtain more permits”

(Cooperative president, July 28, 2016)

“There is someone that has up to 30 permits, but with pangas of capacity of 8 tons, and can land it in two sites” (Cooperative president, July 21, 2016).

Importance of the CBJ resource compared to other fisheries

Artisanal fishers catch different commercially valuable species, most importantly shrimp (53%), followed by jellyfish (20%) and finfish (24%). Other species mentioned (2% each) were octopus, scallops and crab (Figure 2.4a). This perception is supported by landed values (fresh weight) from each fishery in the region, where the shrimp and finfish values are higher. However, we also observed that the landed values of the CBJ jellyfish are within the range, and in some cases higher, than the value of the rest of the species captured (Figure 2.4b). This is very relevant as the CBJ landed values - and the respective income it represents - are achieved in the course of a few

days, and most importantly during the months when the rest of the fisheries are scarce or closed. Therefore, the jellyfish fishery is considered as a source of additional income for the fishers, so this resource is at least as important as the rest of the species fished in the region.

Despite these observations, differences in the importance given to the CBJ fishery was found among interviewees. Fishers associated with cooperatives compare CBJ fishery of being "as important as shrimp fishery", however the presidents of these cooperatives mentioned that finfishes are more important than the CBJ. Independent fishers on the other hand mentioned that shrimp and finfish are equally important but did not mention the CBJ to be an important resource to them (Figure 2.5). The importance value given by the interviewees is clearly linked to the income that each fishery provides. For example, the percentage of annual income earned with jellyfish is different for each stakeholder (see Figure 2.6), representing less than 35% for cooperative presidents and almost the 100% of income for women. This is because the former fish other resources during the rest of year, and the latter only work in the activity of jellyfish. Differences were found between the answers of men and women (Figure 2.6). Women play an

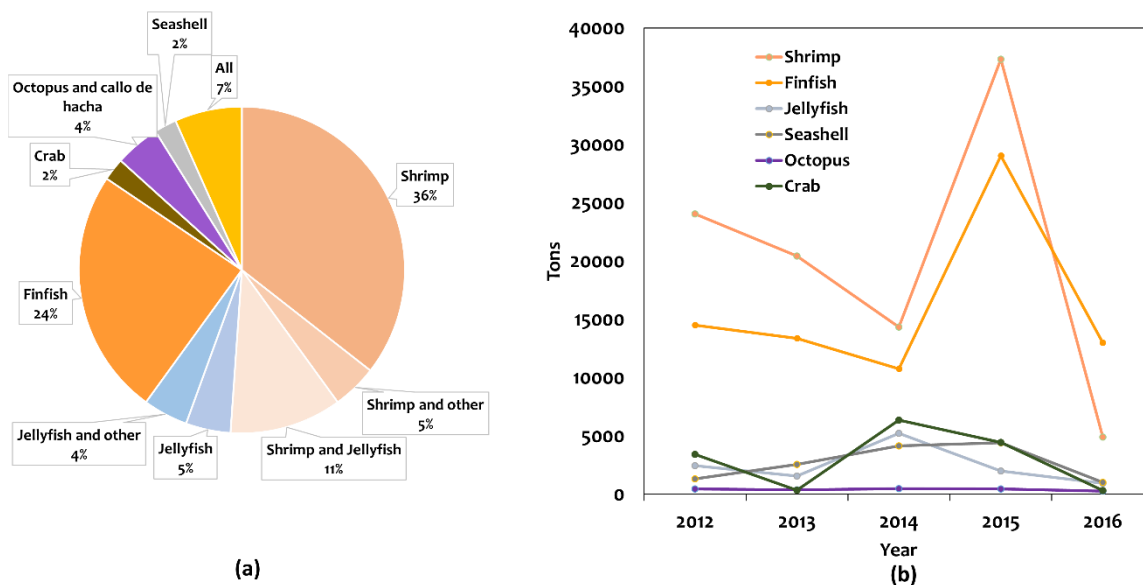


Figure 2.4 Artisanal fisheries in Guaymas -Las Guasimas. (a) The most important for interviewed fishers. (b) Catch. Values obtained from annual statistics of CONAPESCA (2012, 2013, 2014, 2015, 2016).

important role in the processing phase of fishing, for example by preparing or packing the shrimp and processing the CBJ. The interviewed women gave more importance to the CBJ fishery. 25% of the interviewed women indicated that this fishery represents 100% of their income and for 38% of women working in the processing plants the CBJ represents 60 to 100% of their annual income. Agricultural activities are other major source of income. Income from processing CBJ is highly valuable when considering that this activity lasts only for 3-10 days during the season. The salary of a *despiñadora* (female workers who detach the manubrium from the umbrella of the jellyfish) is eight pesos (0.4 dollars) for 30 kg of fresh jellyfish. A skilled, experienced woman may dismember 2.5 tons of jellyfish per day, which represents between 42-48 dollars per day. The minimum wage in the region was \$3.90 dollars per day in 2016.

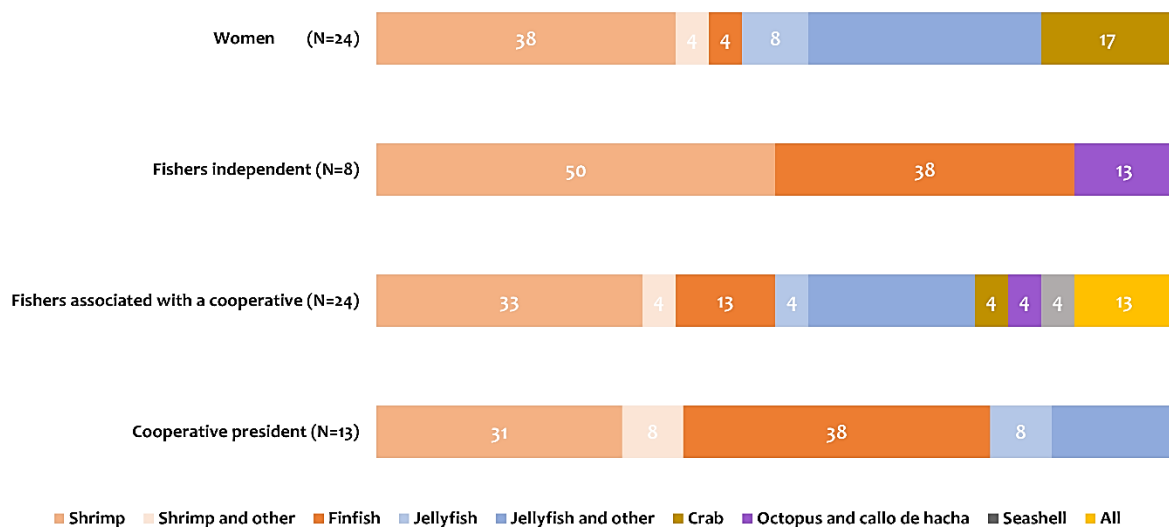


Figure 2.5 Percentage of importance (values in white) of artisanal fisheries (bars in colors) as perceived by each type of stakeholder interviewed in Guaymas-Guásimas. N is the number of interviewees.

Low profit obtained catching jellyfish

For independent fishers (not associated with a cooperative) and without a fishing permit, the most important resources are shrimp and finfish, while jellyfish is less important. This is so because the regulation of the CBJ fishery limits the number of fishing permits. Independent fishers mentioned that "there are too many" permits because more permits are conferred than the resource can support. This opinion contrasts with the opinion cooperative's presidents, who mentioned that the number of CBJ permits is insufficient (See Figure 2.6).

Analyzing the interviews and the bibliographic review revealed the observed conditions of the CBJ fishery in Sonora, which are described below.

How is it possible that they (the processors) want quality in the jellyfish and cannot afford to pay a good price? And we are so fool in not demanding a good price. OK, if there is no fair price then we do not deliver it to them, is what we should do”

(“Despiñadora” women, Cruz de Piedra locality, June 20, 2016)

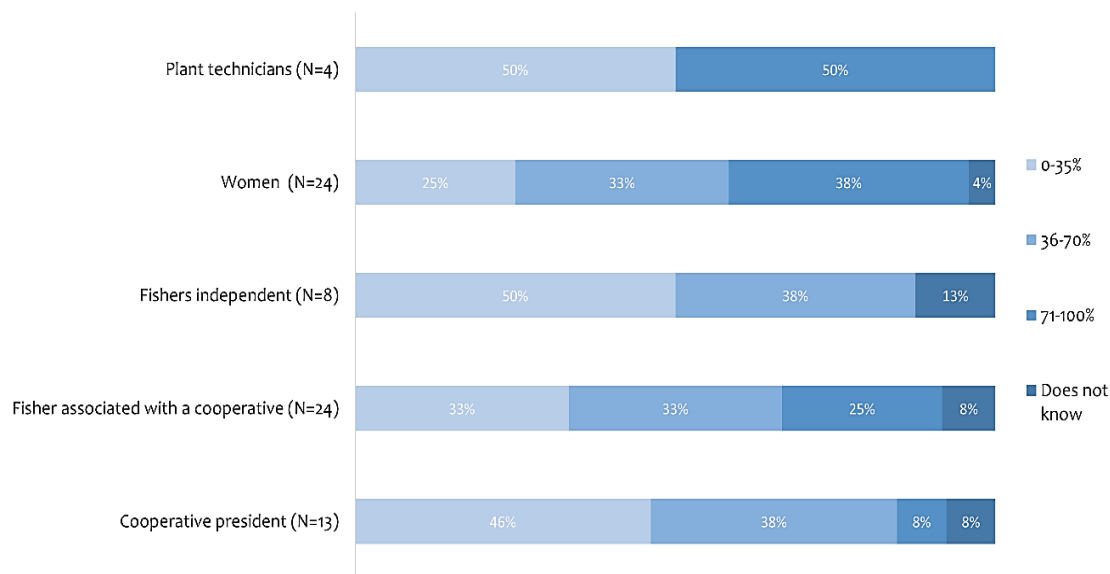


Figure 2.6. Percentage of annual income (values in white) earned with jellyfish according stakeholders interviewed. N is the number of persons interviewed, values in white proportion of N. For most of cooperative presidents (46%) the profit of jellyfish represents less than of 35% of their annual income, and for some independent fishers it represents over 70%. For the half of independent fishers jellyfish represent less than 35% of their annual income, because they work in the in the finfish fishery during the rest of the year.

Fishery problems

The problems generated by the jellyfish fishery and identified by stakeholders are shown in Table 2.1. We have separated them into ecological, social and economic components, and from this it was possible to obtain the systemic construction chart, where articulation processes or links and functioning of elements of the subsystems are established.

Systemic construction

Natural and social components, elements and links (articulation process) of the jellyfish fishery are shown in the Table 2.2. The links define the relationships among each component within the system. Linking components is also useful to find relationships among elements. For example,

fishers are closely related to the coastal lagoons where juvenile jellyfish develop. Fishers also depend on the type of fishing gear, quota, start dates for the fishing season, (all of them established by CRIP-Guaymas), as well as on the price that is set by the processor.

Table 2.1 . Component specific problems identified by stakeholders in the cannonball jellyfish (CBJ) fishery taking place in the Guaymas-Guásimas, Sonora, Mexico.

ECOLOGICAL	SOCIAL	ECONOMIC
• The life cycle of CBJ is complex. • CBJ aggregations present high spatial-temporal variability. • The environmental variables that favor CBJ blooms are unknown. • CBJ size at first reproduction has decreased since the fishery started • The fishery impact on the CBJ population is unknown. • CBJ polyp settlement sites are unknown. • Weather and oceanographic changes affect the onset or pause of the fishing season.	• The number of fishing permits assigned has increased in an inequitable way. • General awareness is missing, the interest by local research institutions to innovate and find alternative uses for jellyfish is still in its infancy. • Inspection and surveillance are scarce, and the level of corruption is high. • Low cooperation between stakeholders to comply agreements on minimum CBJ catch size • The understanding and commitment of fishers for sustainable fishing is not guaranteed. • The pressure into the CBJ resource has raised. • The Yaqui tribe does not comply agreements with the rest of fishers.	• Asian demand has created a monopsonic market for the CBJ. • The price paid for fresh CBJ to fishers is low and very variable. • The long chain of dehydrated CBJ processing precludes establishing a fixed price for the fishers. • The economic benefits generated by the CBJ fishery to local fishers are unaccounted. • The number of processing plants has increased, the variability of the resource and potential impact on the environment is not considered. • There is no intervention of governmental economic agencies to regulate trade with the Asian market.

Table 2.2 Systemic construction chart and identifying the articulation processes.

	ELEMENTS	ARTICULATION PROCESSES
Component Natural	Offshore	They shelter the adults' jellyfish over whom the fishery takes place ("veins").
	Coastal Lagoons	They shelter the juvenile jellyfish.
Component Social	Fishers	• They fish according CRIP indications. • They can develop fishing gear appropriate (like the net-spoon) for correct-sized jellyfish are caught.
	Processors ("planteros")	They own fishing resources processing plants and invest in infrastructure/supplies.
	"despiñadoras" (mainly women)	They perform the first phase of jellyfish processing ("despiñar").
	others	They perform other phases processing (wash, decolorate, dehydration, packaging, and transportation).
	Regional Fisheries Research Center (CRIP-INAPESCA)	Each season it: • performs spatial tracking of the vein; • evaluates the available biomass; • calculate the quota per unit of catch ("panga"); • determines the size structure of the population; • determines the capture size; • establishes the open season date; • communicates the results to fishers and processors.
	Consultive Committees of Aguamala	They call meeting pre-season consensus between fishers, processors, and authorities trying to agree on a price, opening date of the fishing season, and quotas by panga.
	Yaquis Tribu	They have autonomous government and fishing rights within their Yaqui territory and exclusive limits: Lobos Bay and Las Guasimas.
	Intermediary buyers	They buy the processed jellyfish and resell it to Asian buyers.
	CONAPESCA	Issues fishing permits and performs Inspection and Surveillance.
	Asian buyers	They finance the processing, buy the processed jellyfish and marketing it in the Asian trade.

Systemic Environmental Structure

With the problems (Table 2.1) and the systemic construction (Table 2. 2), the scale, time, limits, functions, structure, levels and processes of the components of the CBJ fishery were identified.

The elements considered in this analysis, inside and outside of the limits or external boundary are within the spatial scale of 1: 500,000 (see Figure 2.1b) that includes Guaymas, La Manga and Las Guásimas fishing fields. The timescale covers the period between 2000-2018.

The structure, identified as a complex system for the CBJ fishery, is illustrated in Figure 2.7. The flow of information, communication, social relations and perceptions are explained as follows. In the first level, at the center or core of the system, the ecological and social subsystems (components) are found. The natural subsystem comprises the marine coast, coastal lagoons, environmental conditions, and the jellyfish as a resource and its life cycle as a determinant factor of the fishery. The social subsystem includes the fishing activity, processing, institutions, stakeholders, legal instruments, administrative arrangements and agreements between stakeholders and the rest of the economic activities. The second level or external boundaries of the ecological subsystem include the oceanographic conditions on which the jellyfish fishery

depends, while in the social subsystem the federal agencies are involved: CONAPESCA, Inspection and Vigilance Officers, the Civil Society Organizations (CSO) and other primary economic activities such as agriculture. At the third level, other sectors are included which interact indirectly with the jellyfish fishery related to operational or competition constraints, such as the sardine fishery. The jellyfish fishers complain that the sardine fishing fleet has recently captured jellyfish incidentally.

Other investigations of the jellyfish fishery carried out by academic institutions, which are discussed below, as well as political campaigns and the presence of illicit activities, such as drug trafficking, are included in this third level.

[illegible]

Figure 2.7 Current structure (2012-2018) of the cannonball jellyfish fishery in Guaymas, Sonora, México assessed under a complex system framework. Boundaries, components, linkages and management levels are presented. Middle horizontal dot-dashed-line represents the dive between the Ecological and Social subsystems. Solid arrows represent functions and the relationship between elements.

Discussion

The jellyfish fishery in Mexico is very similar to the rest of the world. Although in the Mediterranean Sea, Australia, Asia and Africa other species are captured (Omori & Nakano 2001; DNRE 2002; Magesh 2004; Lynam et al. 2006; Noshikawa et al. 2008; Kitamura & Omori 2010; Asrial et al. 2015; Brotz 2016; Brotz et al. 2016; Brotz & Pauly 2017;), the process of extraction, processing, packing and marketing is very similar to the one carried out in Mexico. In these countries the edible jellyfish, which belong to species other than *Stomolophus*, are found close to shore and in many cases are in semi-enclosed water bodies, including bays and estuaries (Kingsford et al. 2000). Most of the jellyfish fisheries are carried out with small boats (Fahrenbruch 2018), except in the United States, where fishermen have changed their shrimp trawl nets to purse seines to catch *Stomolophus meleagris* (Walter 2013; Brotz 2016). In fact, in this country, fishermen think the same of jellyfish fishing as Mexican fishermen, who equate the importance and profit obtained with jellyfish with shrimp fishing.

This fishery presents high production variability, due to the fluctuation of the available population biomass. Such population variability has also been observed in jellyfish species fished in USA, Australia, Mediterranean Sea and Asia (Brodeur et al. 2008; Brotz 2011; Robinson & Graham 2013; Graham et al. 2014; Keesing et al. 2015; Quiñones et al. 2015; Sun et al. 2015).

In our study case, fishers and processors must consider this variability aspect and refrain from establishing improvised processing plants along the coastline nearby where jellyfish aggregations suddenly appear. The environmental factors causing jellyfish outbreaks in this region are still unknown, therefore, monitoring should continue to take place. This is done in United States (Georgia Department of Natural Resources 2007; Brotz & Pauly 2017), Australia (Pitt & Kingsford 2000; DNRE 2002), Mediterranean (Benedetti-Cecchi et al. 2015), Namibia (Brodeur et al. 2002), Indonesia (Asrial et al. 2015).

Mexican jellyfish dehydration protocols (Hsieh et al. 2001) have improved over the years since the onset of the fishery. Initially it took 4 to 6 months to obtain a completely dry jellyfish, this meant employing staff longer in the plants (per. comm. manager of processing, June 16, 2016). Over the years, due to the demand, and the amount of jellyfish extracted, the chemical laboratory specialists from Mexico and Korea have improved the techniques and doses of alum, salts and chlorine used in the dehydration of the jellyfish. This resulted in the reduction of the processing

time from 3 to 5 days. Consequently, the dehydrated jellyfish is packed in plastic buckets, where it is kept brining during its trip to Asia. Shorter processing time means that the larger number of personnel employed in this part of the fishery, around 1000 people per day, occurs only during the jellyfish capture season, from 8 to 20 days. Despite this, actors such as fishers, processing women and transporters involved are still willing to participate in the activity, likely because increased productivity is reflected in the income obtained. This would support our findings that fishers and processing women associated with cooperatives give equal importance to jellyfish as shrimp and finfish. This is not the case for free fishermen, because they do not have jellyfish permits, therefore they do not always have access to this resource, unless they are hired by the permit holder, or because they resort to illegal fishing.

The success of the jellyfish fishery seems to not only depend on the availability of biomass to be exploited. Other factors such as ensuring that the jellyfish is edible and that the type of processing, although it was shorter than in the beginning, which typically involves an intense effort and time, must be appropriate to achieve the level of consistency required by Asian consumers (Hsie & Rudloe 1994; Hsie et al. 2001; Xu 2010; Khong et al. 2015). Cooperation between actors, as well as collaboration between buyers, processors, managers and researches are critical to ensure the sustainability of the jellyfish fishery (Brotz 2016).

Initial conditions of the fishery

Before 2011, a single company, the Moon-Pesquera Mexico Group, held all the available promotion permits (33) for this fishery, then this group hired fishers to capture jellyfish. Subsequently, the company processed and exported the pickled product to China. In that stage, relatively few actors were involved in the CBJ fishery (Figure 2.7). The processor hired prospective studies and a relatively small number of fishers extracted the CBJ; most fishers considered that the price of fresh jellyfish was too low to get involved in the activity. At that time, the price of fresh jellyfish was 0.70 pesos/kg (0.07 dollars).

Also, at that time, the Northwest Biological Research Center, Campus Guaymas (CIBNOR) began studies of juvenile and adult jellyfish biomass and feasibility of commercial fishing. Moon-Pesquera Group Mexico financed this research (Group MOON 2007, López Martínez et al. 2009). CIBNOR is considered to be in the external boundary because the jellyfish was already

being extracted by the processor before the feasibility studies to fish jellyfish in Sonora were made (see Figure 2.8).

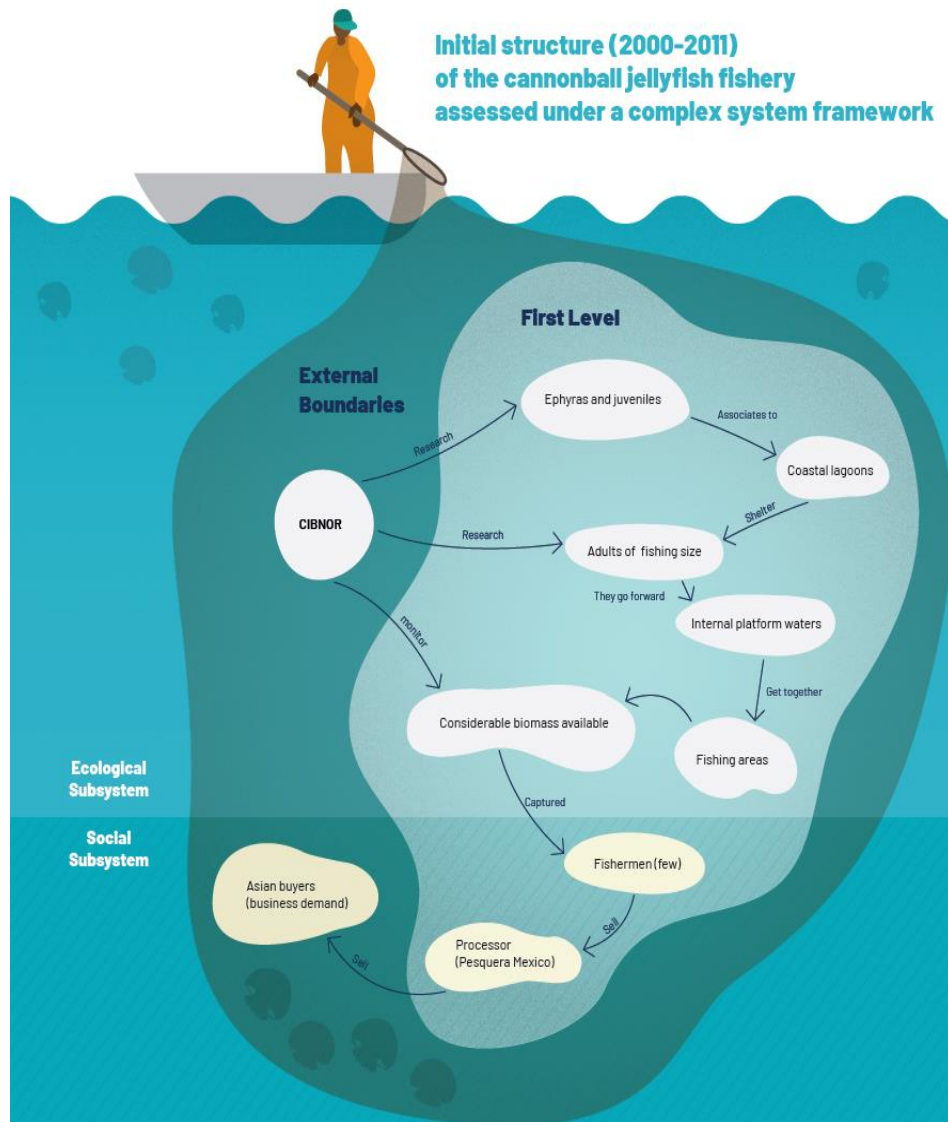


Figure 2.8 Initial structure (2000-2011) of the cannonball jellyfish fishery in the area of Guaymas-Las Guásimas, Sonora, Mexico assessed under a complex system framework Solid arrows represent functions and the relationship between elements..

Boundaries, components, linkages and management levels are presented. Middle horizontal dot-dashed-line represents the divide between the Ecological and Social subsystems.

Management levels

The structure found in the complex system of the CBJ fishery corresponds to the conceptual framework ruling the co-management problem of this emergent and important fishery. In the structure, we identified the elements that determine the government system, the governed system and the interactions between both, as well as its complexity, expressed by the facts and drivers rule over the scale and the limits (Jentoft & Chuenpagdee 2009) of the CBJ fishery. In a complex system there are three types of environmental management decisions associated to the organization levels: 1) operational in the first level, 2) tactics in the second level and 3) strategic in the third level (Castañares-Maddox 2009; Garcia & Charles 2008).

Fishers and processors follow the tactical actions proposed by CRIP-Guaymas, which communicate first to CONAPESCA, who rules at the federal level. Hence, CRIP-Guaymas serves as a joint and mediator in the system. Processors and fishers belong to the first-level social subsystem, yet they have different interests causing difficulties towards a successful co-management and governance. These contradictory interests prevent fishers and processors from making tactical and strategic decisions, the third level in the complex system.

Fishermen and processors operate by carrying out the actions and tactical measures proposed by CRIP-Guaymas, which in turn communicates them to CONAPESCA, which must ensure that they are executed. Therefore, CRIP functions as a hinge and mediator in the entire process. Although fishermen and processors appear in the same set of users of the first level, they have different interests, which causes difficulties in co-management and governance, preventing them go from just making operational decisions to tactical and strategic decisions. In other words, it is the lack of cooperation and commitment, identified in the analysis of actors (Cruz-Colin et al. in press) that prevents them moving up to the third level of the structure of the complex system.

How can they achieve the above? These two groups, although bound by their values and principles, must seek a flow of solid information of rules and instruments of co-management of the fishery achieved during the RACA. According to García and Charles (2008), global drivers, i.e. drivers who are in the third level, are important links in a fishing industry where 50% of production is destined for the international market. This aspect is very important, because in the case of the CBJ fishery, 100% of production is for export, so that income and demand depend on

the drivers of the third level. Decisions taken at the strategic management level should generate long-term benefits for fishers and processors, who are at the first operational level; but these in turn must be represented at the third level involving themselves in long-term decision making. In the *aguamala* fishery, the high-level decisions, the strategic ones, have been made by the Asian buyer. The local and federal governments have not regulated the purchase conditions of the jellyfish, but fishermen and processors could do it if consensus was achieved. For this to happen, between these groups there must be solid information flows and common interests.

The present analysis shows how processes and stakeholders, are related and interdependent. The relationship among stakeholders and the high dependence they have on the natural resource made it possible to establish an intricate network of actors as Funtowicz & Ravetz (2003) Garcia & Charles (2007; 2008) and Castañares-Maddox (2009) suggest defining any decision-making process in order to understand the complexity of a socio-ecological system. In a previous analysis of actors, Cruz-Colín et al. (in press) found that the fishermen's relationship with CONAPESCA is conflictive, since CONAPESCA continues issuing permits unequally, contrary to what CRIP-Guaymas, the local technical agency, has recommended to avoid further increasing the pressure on the resource. This causes social tension since it decreases the cooperation and commitment on the part of the fishers to comply with the management agreements. It is a known fact that permits are falsified which translates in excessive fishing effort, and a race for the CBJ disregarding its legal size.

"What is the use of many studies and the scientists suggesting a certain number of permits, if the administration office gives more; CRIP suggests that only 200 permits should be issued, and 500 were issued. Surveillance then does not work, because the cavalry is the same, but the fleet increases, forcing to the inspection and surveillance in a corrupt manner performance" (President of cooperative, June 13, 2016)

The CBJ fishery is made up of stakeholders with different levels of influence and interest. It seems that the competition to place the product in the Asian market is a determining factor so that the buyers who are in the first level cause that the commitments and agreements made in the lower levels to be broken. Fishers require to extract jellyfish in massive amounts as quickly as possible, and sometimes without respecting the legal size. Various plants process CBJ of small size or not reglementary, affecting the quality of the product and consequently the market price

and income to fishers. Moreover, the variability of the CBJ as a natural resource increases uncertainty which raises the risk of investments and potential profits.

Importance of inter and transdisciplinarity teams

The jellyfish fishery represents inter-related socio-ecological processes, whose problems cannot be solved considering only one sector. In a complex system, such as the CBJ fishery, all its elements are mutually dependent (Figure 2.6), analyzing each one individually could result in simplistic, erroneous conclusions and failure in the management decisions. To meetings of the RACA attend only the presidents of cooperatives, processors, CRIP-Guaymas staff and CONAPESCA office managers. However, others need to participate: local academic scientists doing research on jellyfish, economists, oceanographers, anthropologists, sociologists in addition to fishers, traders, processors, Asian buyers, enforcement agents, and fishing authorities. The decision-making process needs to be supported by academics of several disciplines using empirical, scientific and reflexive capacity of all stakeholders (García 2006). Addressing the jellyfish fishery only from a biological perspective will not guarantee the resolution of problems for the benefit of stakeholders and the jellyfish stock.

The meetings called by the RACA show perceptions, opinions and suggestions from a group of specialists in biology and fished populations dynamics, not by an interdisciplinary team. Women related to the fisheries as well as other researches Asian buyers not only the owners of the processors, but also the agents representing the Asians who are in Sonora should participate in these meetings; this will allow to achieve a consensus in teams and transdisciplinary committees, where women must be integrated into the decision-making processes to empower them. The fishermen's empiric knowledge and opinions should also be considered.

With the steady incorporation of legal and illegal fishers, the initial conditions of the CBJ fishery changed. Nowadays it urgent to generate a new, more comprehensive vision for this activity that follows the complexity of the system described in this paper. Time has demonstrated that the dependence on biomass and sizes estimates and location of aggregations or "veins" is insufficient to manage properly this complex fishery, as an example, it is the decrease in size to reach the sexual maturation that has presented the jellyfish in recent seasons, and that the fishermen and the CRIP have noticed, issue that need to be revised. Also, an investigation about the causes of massive blooms of CBJ is necessary.

This integration of disciplines would serve as a guide for making operational, tactical and strategic decisions of the highly variable CBJ fishery in Sonora, that still need to co-generate knowledge. There are some authors who proposed that community monitoring and citizen science could help redress the lack of data currently impeding adaptive management (Valentin and Spangenberg 2000). Effective governance can be achieved with interdisciplinary and transdisciplinary efforts will serve to cover the conceptual and technical gaps, and encourage compliance agreements, commitments and rules, ensuring solid, viable and flexible arrangements institutionalized by the same actors (Challenger et al. 2018).

Co-management as a basis for sustainability

The consensus reached so far is amongst key players, so the strategies and restructuring of the management has fallen only in the responsibilities of the CRIP-Guaymas, CONAPESCA and some processors. It is necessary, also the direct participation of fishers, not just the cooperative presidents, they need participate in this meeting and to learn to exert their power to influence decision-making. In this way, they are getting involved and their level of awareness will increase (Cruz-Colin *et. al* in press).

The RACA initiative to call meetings before the start of the fishing season should continue, although this initiative of the actors to carry out the activity is with a short-term vision, whose objective are to agree the price and know the quotas. However, the rest of the stakeholders should also be considered, since in those meetings the long-term strategies and the solution of problems are proposed. In the meetings fishers, processors, CRIP and administrators all have the same level of importance, but with different interests (Cruz-Colín et al. in press), but women, fishers, scientific must be present in that meeting.

Although all those involved have the same level of importance but different interests, they represent different visions and values that preclude achievement of the desired objectives, sustainable exploitation of jellyfish. However, in turn, it also diversifies the management and the options of solution to the problems. In this aspect the actors must learn to resolve their differences of opinion with an external coaching if it is necessary, perhaps financed by the producers, processors and buyers. To advance towards sustainability, it is necessary to generate and maintain collective awareness and commitment of all stakeholders (Berkes et al. 2001; FAO 2015), which can be done through active involvement of actors. In a previous study it was found

that the main actors, such as fishermen, do not belong to the category of key players in the CBJ fishery because they are not involved; if they are not considered, they do not develop an awareness and respect to the catch agreements reached in the RACA meetings (Cruz-Colin et al. in press).

Once the participation of all the actors and their commitment has been achieved the evaluation of the effects of management measures and the compliance of fishermen requires more attention from academics and researchers (García and Charles 2008) using indicators developed from interviews and a with public and readily available data base. To advance towards sustainability, it is necessary to generate and maintain collective awareness and commitment of all stakeholders (Berkes et al. 2001; FAO 2015). For example: So far, the management plan (CBJMP) has not been implemented, although already prepared by CRIP-Guaymas.

An integral environmental program including a social and economic evaluation of the jellyfish fisheries is needed in order to understand the potential impacts of the CBJ fishery in the ecosystem, the fishing communities and local culture. Due to the different functions and interests of each stakeholder, it is necessary to specify the needs and tasks each to achieve sustainability or at least good management of this resource.

Sustainable fishing of CBJ in Sonora depends on the commitment, compliance and awareness by all stakeholders involved in this economic activity. Sustainability in fisheries should not be conceived as a state but as a set of processes that lead to it (Berkes et al. 2003, Costanza et al. 1993).

Conclusions

Recognition of the cannonball jellyfish (CBJ) fishery of Guaymas-Las Guásimas as a complex system may improve the co-management of this economic activity, because in the solution of the problems all the actors and the different disciplines are considered.

Thus far, using an ad hoc consensus process including federal fishing entities and scientists, the main stakeholders have established management tools, although with little commitment, cooperation and compliance. The most interested parties are those directly depending on this resource: fishers, plant processors and local plant owners. However, management of this fishery requires a more active participation of authorities and additional human and economic resources. The tactical management activities done by the local government institution, CRIP-Guaymas, lacks enough funds to carry out the jellyfish monitoring and research program as stipulated in the

unpublished Cannonball Jellyfish Management Plan (CBJMP), despite this being a fishery with catch volume, number of jobs and income are considerable and comparable to other local resources such as shrimp and finfish.

The fishery of CBJ is not sustainable: it is not socially and economically equitable, socially and ecologically bearable and ecologically and economically viable. Many aspects remain to be determined, such as the implications of extracting large volumes of jellyfish biomass from the sea, or the risks of dumping wastewater produced during processing onto the beach or mangrove areas and knowing what the real benefits obtained by fishermen.

It should not be overlooked that this fishery is artisanal, which means that the economic spillover is socialized among a significant fraction of the marginalized population of the Guaymas-Las Guásimas region. Hence the need for the State to give it the required importance. The position of Asian buyers in the third level external boundary in a complex system structure antagonizes the intended purposes and achievements in a co-management system. As a result, the prevalence of sustainable local arrangements achieved by key actors, especially fishers and factory laborers, as well as Mexican industrial processors, is impeded or threatened.

The focus of the CBJ fishery as a complex system provides enough tools to seek support for this productive activity. It is essential to approach the fishing activity in an interdisciplinary and transdisciplinary manner, integrating research results around the biological and ecological realm of the species and the socio-economic realm of the fishing activity. The conditions of the CBJ fishery described and analyzed in the present study lead to the conclusion that to achieve sustainable conditions, an array of changes is much needed. Among these we identify the following: continue to develop co-management practices, learn from mistakes and successes, conduct interdisciplinary assessments, including the culture of local society as a primary factor, promote information and build cooperation and commitment among all stakeholders, yet is necessary to assign which specific task have each stakeholder.

References

- Adger W. N, Brown K. & Tompkins E. L. (2006). The Political Economy of Cross-Scale Networks in Resource Co-Management. *Ecology and Society* **10**, 9.
- Aguilar de la Peña J. M. (2008). Pobreza y marginación en la mixteca poblana: Un análisis desde el enfoque de sistemas complejos. In: B. Ortiz-Espejel & G. Duval-Berhmann (eds.) *Sistemas complejos, medio ambiente y desarrollo*, Puebla, México. Colegio de Postgraduados Puebla, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, pp. 19–60.
- Alvarez-Tello F.J. (2007). *La pesquería de la medusa bola de cañón (Stomolophus meleagris) en la región de Bahía de Kino-El Choyudo, Sonora, durante 2006*. Thesis. Instituto Tecnológico de Guaymas, Sonora, México. 74 pp.
- Arlinghaus, R., Alós J., Beardmore B., Daedlow K., Dorow M., Fujitani M. et al. (2017). Understanding and managing freshwater recreational fisheries as complex adaptive social-ecological systems. *Fisheries Science and Aquaculture* **25**(1), 1–41.
- Arreguín-Sánchez F., del Monte-Luna P., Zetina-Rejón M. J. & Albáñez-Lucero M.O. (2017). The Gulf of California Large Marine Ecosystem: Fisheries and other natural resources. *Environmental Development* **22**, 71–77.
- Asrial, E., Prajitno A., Susilo E. & Bintoro G. (2015). RAPJELLYFISH Method to evaluate the sustainability status of edible jellyfish resource management in the Saleh Bay, Indonesia. *International Journal of Recent Scientific Research* **6**, 5190–5198.
- Benedetti-Cecchi, L., Canepa A., Fuentes V., Tamburello L., Purcell J. E., Piraino S., Roberts J., Boero F. & Halpin P. (2015). Deterministic factors overwhelm stochastic environmental fluctuations as drivers of jellyfish outbreaks. *PLoS ONE* **10**, 1–16.
- Berkes F., Mahon R., Patrick M., Pollnac R. & Pomeroy R. (2001). *Managing Small-scale Fisheries. Alternative Directions and Methods*. International Development Research Center, Ottawa, Canada. 321 pp.
- Berkes F. (2003). Alternatives to conventional management: Lessons from small-scale fisheries. *Environments* **31**, 5–20.
- Berkes F., Colding J. & Folke C. (2003). *Navigating social-ecological systems. Building resilience for complexity and change*. Cambridge University, United Kingdom, pp 1-12.
- Berkes F. (2006). From community-based resource management to complex systems: the scale issue and marine commons. *Ecology and Society* **11**, 45.
- Brodeur R. D., Decker M. B., Ciannelli L., Purcell J. E., Bond N. A., Stabeno P. J., Acuna E., and Hunt G. L. (2008). Rise and fall of jellyfish in the eastern Bering Sea in relation to climate regime shifts. *Progress in Oceanography* **77**, 103–111.

Brotz L. (2011). Changing jellyfish populations: trends in large marine ecosystem. Fisheries Centre, University of British Columbia, Canada.

Brotz L. (2016). Jellyfish fisheries of the world. Thesis Ph. D. Faculty of Graduate and Postdoctoral Studies, University of British Columbia, Vancouver, Canada.

Brotz L., Schiariti A., López-Martínez J., Álvarez-Tello J., Hsieh J. P., Jones R. P., Quiñones J., Dong Z., Morandini A. C., Preciado M., Laaz E., Mianzan H. (2016). Jellyfish fisheries in the Americas: origin, state of the art, and perspectives on new fishing grounds. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **27**, 1. Published on line. DOI 10.1007/s11160-016-9445-y

Brotz L. & Pauly D. (2017). Studying Jellyfish Fisheries: Toward Accurate National Catch Reports And Ppropriate Methods For Stock Assessments In Jellyfish, Gian Luigi Mariottini (Eds). Nova Science Publishers, Inc.

Calder D.R. (1982). Life history of the cannonball jellyfish, *Stomolophus meleagris* L. Agassiz, 1860 (Scyphozoa, Rhizostomida). *Biological Bulletin* **162**, 149-162.

Carvalho-Saucedo L., López-Martínez J., García-Domínguez F., Rodríguez-Jaramillo C. & Padilla-Serrato J. (2011). Biología reproductiva de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* en la laguna las Guásimas, Sonora, México. *Hidrobiologica* **21**, 77–88.

Carvalho-Saucedo L., López-Martínez J. & García-Domínguez F. (2012). Fecundidad de la medusa *Stomolophus meleagris* (Rhizostomeae: Stomolophidae) en el Golfo de California. *International Journal Tropical Biology* **60**, 1721–1729.

Carlsson L. & Berkes F. (2005). Co-Management: Concepts and methodological implications. *Journal of Environmental Management* **75**, 65–76.

Cash D. W., Adger W., Berkes F., Garden P., Lebel L., Olsson P., Pritchard L. & Young O. (2006). Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world. *Ecology and Society* **11**(2): 8.

Castañares-Maddox E.J. (2009). *Sistemas complejos y gestión ambiental: el caso del Corredor Biológico Mesoamericano México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 14-20,

Castelo-Bautista B. B. (2012). Efecto de la temperatura en el metabolismo respiratorio en la fase pólipo de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* L. Agasiz, 1890 (Schyphozoa, Rhizostomida). Thesis. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Cisneros-Montemayor A. M., Cashion T., Miller D. D., Tai T. C., Talloni-Álvarez N., Weiskel H. W. & Rashid Sumaila U. (2018). Achieving sustainable and equitable fisheries requires nuanced policies not silver bullets. *Nature Ecology & Evolution*. Published on line. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0633-0>

CONAPESCA. (2015). Permiso de Pesca de Fomento. *Transparencia*. http://www.conapesca.gob.mx/wb/cona/requisitos_pesca_de_fomento. Accessed in 13 July 2017.

Costanza R., Wainger L., Folke C. & Mäler K.-M. (1993). Modeling complex ecological economic systems. toward an evolutionary, dynamics understanding of people and nature. *BioScience* **43**, 545–55.

Defeo O., Castrejón M., Pérez-Castañeda R., Castilla J. C., Gutiérrez N. L., Essington T. E. & Folke C. (2016). Co-management in Latin American small-scale shellfisheries: Assessment from long-term case studies. *Fish and Fisheries* **17**, 176–192.

De la Cruz-González F. J., Patiño-Valencia J. L., Luna-Raya M. C., Cisneros-Montemayor A. M. (2018). Self-empowerment and successful co-management in an artisanal fishing community: Santa Cruz de Miramar, Mexico. *Ocean and Coastal Management*, **154**, 96-102.

De Pourcq K., Thomas E., Arts B., Vranckx A., Léon-Sicard-T., Van Damme P. (2015). Conflict in Protected Areas: Who Says Co-Management Does Not Work?. *Plos One*, **10**(12): e0144943.

DNRE. (2002). Jellyfish. Developmental Fisheries Management Plan. Fisheries Victoria and the Marine and Freshwater Resources Institute. Department of Natural Resources and Environment, Victoria, Australia.

DOF. (2012). Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial* de la Federación, México. 24 de Agosto de 2012.

Escofet A. & Monti A. (2012). Gestión ambiental y niveles de decisión: reflexiones desde la complejidad. In *Jornadas Nacionales de Ambiente 2012, “Ambiente y Compromiso Para Todos”*. Tandil, Argentina.

Espinoza-Tenorio A., Espejel I., Wolff M. & Zepeda-Domínguez J. (2011). Contextual factors influencing sustainable fisheries in Mexico. *Marine Policy* **35**, 343–350.

FAO. (2015). Voluntary Guidelines for Securing Sustainable Small-Scale Fisheries. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 34 pp.

FAO. (2011). Code of Conduct for Responsible Fisheries Special Edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 108 pp. Accessed on 28 October 2018, from <http://www.fao.org/docrep/013/i1900e/i1900e.pdf>

Funtowicz S. & Ravetz J. (2003). Post Normal Science. *International Society for Ecological Economics, Internet Encyclopaedia*. Available online: <http://isecoeco.org/pdf/pstnormsc.pdf>

García Lozano A. J. & Heinen J. T. (2016). Property relations and the co-management of small-scale fisheries in Costa Rica: Lessons from Marine Areas for Responsible Fishing in the Gulf of Nicoya. *Marine Policy*, **73**, 96-103.

García R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Primera Edición. Edit. Gedisa, Barcelona, España, pp. 19-22, 64-65.

Garcia S.M. & Charles A.T. (2007). Fishery Systems and Linkages: From Clockworks to Soft Watches. *Journal of Marine Science* **64**, 580–87.

Garcia S.M. & Charles A.T. (2008). Fishery Systems and Linkages: Implications for Science and Governance. *Ocean and Coastal Management* **51**, 505–27.

Garcia S.M. & Prouzet P. (2009). Towards the implementation of an integrated approach to fisheries resources management in Ifremer, France. *Aquatic Living Resources* **22**, 381–394.

Gómez-Aguirre S. (1980). Variación estacional de grandes medusas (Schyphozoa) en un sistema de lagunas costeras del sur del Golfo de México (1977/1978). *Boletim do Instituto Oceanográfico, Sao Paulo* **29**, 183–185.

Gómez-Daglio L. & Dawson M.N. (2017). species richness of jellyfishes (Scyphozoa: Discomedusae) in the Tropical Eastern Pacific: missed taxa, molecules, and morphology match in a biodiversity hotspot. *Invertebrate Systematics* **31**, 635–63.

Graham W. M., Gelcich S., Robinson K. L., Duarte C. M., Brotz L., Purcell J. E., Madin L. P., Mianzan H., Sutherland K. R., Uye S. I, Pitt K. A., Lucas C. H., Bøgeberg M., Brodeur R. D. & Condon R. H. (2014). Linking human well-being and jellyfish: Ecosystem services, impacts, and societal responses. *Frontiers in Ecology and the Environment* **12**, 515–523.

Harper S., Grubb C., Stiles M. & Rashid Sumaila U. (2017). Contributions by Women to Fisheries Economies: Insights from Five Maritime Countries. *Coastal Management*, **45**, 91-106.

Harper S., Salomon A .K., Newell D., Hilistis Waterfall P., Brown K., Harris L. M., Rashid Sumaila U. (2018). Indigenous women respond to fisheries conflict and catalyze change in governance on Canada’s Pacific Coast. *Maritime Studies* **17**, 189–198.

Hsieh Y.-H. P. & Rudloe J. (1994). Potential of utilizing jellyfish as food in Western countries. *Trends in Food Science and Technology* **5**, 225–229.

Hsieh Y-H. P., Leong F-M & Rudloe J. (2001). Jellyfish as food. *Hydrobiologia* **451**, 11–17.3

INAPESCA. (2014). Plan de Manejo de la Pesquería de Medusa Bola de Cañón en el Golfo de California. Instituto Nacional de Pesca, SAGARPA (edit). Resp: M. A. Cisneros-Mata.

Janssen M.A., Walker B.H., Langridge J. & Abel N. (2000). An adaptive agent model for analysing co-evolution of management and policies in a complex rangeland system. *Ecological Modelling* **131**, 249–68.

Jentoft S. & Chuenpagdee. R. (2009). Fisheries and coastal governance as a wicked problem. *Marine Policy* **33**, 553–560.

Keesing J. K., Gershwin L. A., Trew T., Strzelecki J., Bearham D., Liu D., Wang Y., Zeidler W., Onton K. & Slawinski D. (2015). Role of winds and tides in timing of beach strandings, occurrence, and significance of swarms of the jellyfish *Crambione mastigophora* Mass 1903 (Scyphozoa: Rhizostomeae: Catostylidae) in north-western Australia. *Hydrobiologia*. DOI 10.1007/s10750-015-2525-5

- Khong N. M. H., Yusoff F. M., Jamilah B., Basri M., Maznah I., Chan K. W. & Nishikawa J. (2015). Nutritional composition and total collagen content of three commercially important edible jellyfish. *Food Chemistry* **196**, 953–960.
- Kingsford M. J., Pitt K. A. & Gillanders B. M. (2000). Management of jellyfish fisheries, with special reference to the Order Rhizostomeae. *Oceanography and Marine Biology* **38**, 85–156.
- Lebel L., Garden P. & Imamura M. (2005). The politics of scale, position, and place in the governance of water resources in the Mekong region. *Ecology and Society* **10**(2): 18.
- Lehuta S., Girardin R., Mahévas S., Travers-Trolet M. & Vermard Y. (2016). Reconciling complex system models and fisheries advice: Practical examples and leads. *Aquatic Living Resources* **29**, 1–20.
- Levin S., Xepapadeas T., Crépin A.S, Norberg J., de Zeeuw A., Folke C. et al. (2012). Social-ecological systems as complex adaptive systems: modeling and policy implications. *Environment and Development Economics* **18**, 111–32.
- Liu X., Guo L., Yu H. & Li P. (2012). Mineral Composition of Fresh and Cured Jellyfish. *Food Analytical Methods* **5**, 301–305.
- Lluch-Cota S.E., Aragón-Noriega E.A., Arreguín-Sánchez F., Aurióles-Gamboa D., Bautista-Romero J.J., Brusca R.C. (2007). The Gulf of California: review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progress in Oceanography* **73**, 1–26.
- López-Martínez J. (2007). *Estimaciones complementarias para el potencial de aprovechamiento de la medusa “bola de cañón” (Stomolophus meleagris) al sur de Sonora*. Guaymas, Sonora. Pesquera México, S.A. de C.V. y CIBNOR, S.C., pp. 12.
- López-Martínez J., Ocampo-V. L., Rodríguez-R. J., Hernández-S. N. (2009). Medusa bola de cañón: un recurso con potencial pesquero.” *Biosis*, **2**.
- López-Martínez J., Nevárez-López C.A., Barreiro-Isabel J.A. & Arroyo Gómez G. (2012). *Manual de buenas prácticas de manejo y procesamiento de medusa*. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural A. C. 65 pp.
- López-Martínez J. & Álvarez-Tello F.J. (2013). The jellyfish fishery in Mexico. *Agricultural Sciences* **4**, 57–61.
- Luna-Vázquez L.I. (2011). Tolerancia de los pólipos de la medusa bola de cañón (*Stomolophus meleagris*) a condiciones de hipoxia, amonio y cadmio. Thesis. Departamento Académico de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Lynam C. P., Gibbons M. J., Axelsen B. E., Conrad A. J., Sparks C. A., Coetzee J. J., Heywood B. J. & Brierley A. S. (2006). Jellyfish overtake fish in a heavily fished ecosystem. *Current Biology* **16**, 13.
- Kitamura M. & Omori M. (2010). Synopsis of edible jellyfishes collected from Southeast Asia, with notes on jellyfish Fisheries. *Plankton Benthos Research* **5**, 106–118.

- Magesh S. J. (2004). Bloom o bust?. *SAMUDRA Report* **39**, November.
- Mahon R., Mcconney P. & Roy R.N. (2008). Governing fisheries as complex adaptive systems. *Marine Policy* **32**, 104–112.
- Nishikawa J., Thi Thu N., Manh Ha T. & The Thu P. (2008) Jellyfish fisheries in northern Vietnam. *Plankton Benthos Research* **3**, 227–234.
- Ocaña-Luna A. & Gómez-Aguirre S. (1999). *Stomolophus meleagris* (Scyphozoa: Rhizostomeae) en dos lagunas costeras de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* **70**, 71–77.
- Omori M. & Nakano E. (2001). Jellyfish Fisheries in Southeast Asia. *Hydrobiologia* **451**, 19–26.
- Ostrom E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science, New Series* **325**, 419–422.
- Panorama Agrario. (2017). *En costas de Sonora inicia pesca de medusa bola de cañón*. México. Accessed on 8 December 2017 from <https://panoramaagrario.com/2017/03/en-costas-sonora-inicia-pesca-medusa-bola-canon/>
- Pérez-Ríos R., Mendoza-Sánchez M.A., Canizales-Lucero A.A. & Cisneros-Mata M.A. (2014). *Estudio socioeconómico para el ordenamiento pesquero de la medusa bola de cañón (Stomolophus meleagris)*. Universidad de Sonora, México.
- Quiñones J., H. Mianzan, S. Purca, K. L. Robinson, G. D. Adams & E. Marcelo Acha. (2015). Climate-driven population size fluctuations of jellyfish (*Chrysaora plocamia*) off Peru. *Marine Biology* **162**, 2339–2350.
- RAMSAR. (2014). The Ramsar Sites. México. *The RAMSAR Convention Secretariat*. Accessed on 10 October 2017 from <https://www.ramsar.org/es/humedal/mexico>.
- Robinson K. L. & W. M. Graham. (2013). Long-term change in the abundances of northern Gulf of Mexico scyphomedusae *Chrysaora* sp and *Aurelia* spp. with links to climate variability. *Limnology and Oceanography* **58**, 1.
- Roughgarden J., Gaines S. & Possingham H. (1988). Recruit dynamics in complex life cycles. *Science* **241**, 1460–1466.
- Sun S., F. Zhang, C. Li, S. Wang, M. Wang, Z. Tao, Y. Wang, G. Zhang, and X. Sun. (2015). Breeding places, population dynamics, and distribution of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* (Scyphozoa: Rhizostomeae) in the Yellow Sea and the East China Sea. *Hydrobiologia* **754**, 59–74.
- Syed S., Borit M. & Spruit M. (2018). Narrow lenses for capturing the complexity of fisheries: A topic analysis of fisheries science from 1990 to 2016. *Fish and Fisheries* **19**(4), 643–661.
- Ulloa-H. R., Miranda-Mier E. & Torres-Jiménez R. (2011). La pesca de aguamala: nueva

pesquería comercial en el noroeste de México. Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas. *Boletín trimestral del Instituto Nacional de Pesca*. **1**, 7.

Valentin, A. & Spangenberg J. H. (2000). A guide to community sustainability indicators. *Environmental Impact Assessment Review* **20**, 381-392. [http://dx.doi.org/10.1016/S0195-9255\(00\)00049-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0195-9255(00)00049-4)

Velasco P.A. (2013). Prometedora Temporada Aguamalera. *Periódico El Vigia*: 2ª, Guaymas, Sonora. Accessed on 10 April 2017, from <https://issuu.com/bermudez/docs/090413>.

UN. (2015). Sustainable Development Goals. United Nations. Accessed on 20 August 2018, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

UN. (2000). Millenium Declaration. United Nations. Accessed on 25 October 2018, from <http://www.un.org/spanish/milenio/ares552.pdf> Whitehouse L. M. & Fowler M. S. (2018). Meta-analysis reveals that fisheries co-management alters socio-economic outcomes and resource well-being. *Marine Ecology Progress Series* **600**, 127-140.

Wilbur H.M. (1980). Complex life cycles. *Annual Review of Ecology and Systematics* **11**, 67–93.

Wilson J.A. (2006). Matching social and ecological systems in complex ocean fisheries. *Ecology and Society* **11**, 9.

Wilson J.A., Acheson J.M., Metcalfe M. & Kleban P. (1994). Chaos, complexity and community management of fisheries. *Marine Policy* **18**, 291–305.

Xu C. (2010). Determination of Aluminum Content in Food Products and Texture Profile of Jellyfish Products. Thesis Degree Master of Science. Graduate Faculty of The University of Georgia, Athens, Georgia. 104 pp.

Young O. (2006). Vertical interplay among scale-dependent environmental and resource regimes. *Ecology and Society* **11**(1): 27.

Capítulo 3 . Discusión General.

El objetivo de este capítulo es analizar si las estrategias de manejo utilizadas en la pesquería de medusa bola de cañón funcionan para regular esta actividad y cómo los elementos analizados en este trabajo (Capítulos 1 y 2) pueden ser considerados para mejorar las estrategias de manejo de esta pesquería.

El análisis de actores y las características de la pesquería de medusa bola de cañón descritas en los capítulos anteriores demandan acciones de corto, mediano y largo plazo. En el presente capítulo se realizan sugerencias orientadas a mejorar los siguientes aspectos

- los aspectos que se consideraron en la elaboración del Plan de Manejo de Medusa Bola de Cañón, realizado por el CRIP-Guaymas en 2013 y que no ha sido publicado,
- las acciones descritas en dicho plan,
- las acciones que están incluidas en el Plan y que han sido utilizadas para la operación de la actividad.
- los lineamientos, normas y estrategias establecidos en la actualización de la ficha de medusa bola de cañón en la Carta Nacional Pesquera 2018.

ACCIONES A CORTO PLAZO

1. Seguir con las medidas de manejo derivadas del PMMBC

Durante la temporada de pesca 2014 se establecieron las siguientes medidas de manejo consensuadas con los actores durante varias reuniones, de hecho, son las únicas medidas de manejo derivadas del PMMBC (INAPESCA 2014) que se han implementado y con las que ha operado la actividad:

- Zonificación. Se establecieron cinco zonas de pesca, aunque es discutida más adelante.
- Captura máxima de cuatro toneladas por panga por día
- Centros de descarga designados
- Pausas en la pesca para proteger juveniles de aguamala
- Talla mínima de captura de 110 mm de diámetro de campana
- Luz de malla de la red cuchara mayor a cinco pulgadas

2. Realizar una reasignación de permisos, para lograr una distribución equitativa de los mismos.

En el año 2012 se otorgaron 187 permisos, número que aumentó a 670 en el 2018. Los pescadores en general mencionan que sobran los permisos otorgados por las autoridades de CONAPESCA ya que temporada tras temporada hay más pescadores capturando medusas, así que el recurso tiene que repartirse entre más pescadores. También perciben una falta de equidad al otorgarlos, ya que existen organizaciones que tienen más de 35 permisos, sin embargo, no

tienen pangas, en contraste hay organizaciones que tienen 15 pangas y solo cuentan con tres permisos. Además, en el PMMBC se menciona que los criterios para decidir el número de permisos que se pueden otorgar por zona deben estar de acuerdo con la capacidad instalada para el proceso del producto, número de embarcaciones menores, la captura histórica y la presencia de MBC previo a la temporada (INAPESCA 2014, pág. 10). Por lo anterior, en la Zona 3, donde se encuentran Guaymas y Las Guásimas, hay mayor número de permisos asignados. En el mismo plan se recomendó para la temporada 2014 la emisión de 525 permisos, para un mismo número de pangas, sin embargo, para el año siguiente había 524 permisos y 413 pangas registradas (Oficina de Pesca, Guaymas, Sonora). (Figura 3.1). La expedición de un número de permisos superior al necesario o el otorgar permisos a quienes no son pescadores afecta a los verdaderos pescadores y no permite que las cuotas de captura sean repartidas equitativamente y respetadas. Debido a la gran variabilidad del recurso las autoridades de CONAPESCA deben considerar un reajuste en la expedición de permisos. Es necesario verificar si el solicitante pertenece a una cooperativa pesquera y otorgar el número de permisos correspondiente a el número de pangas registradas. Así mismo las empresas que no cuentan con flota deben ajustar el número de permisos con los que cuentan para poder dárselos a otros que no tienen.

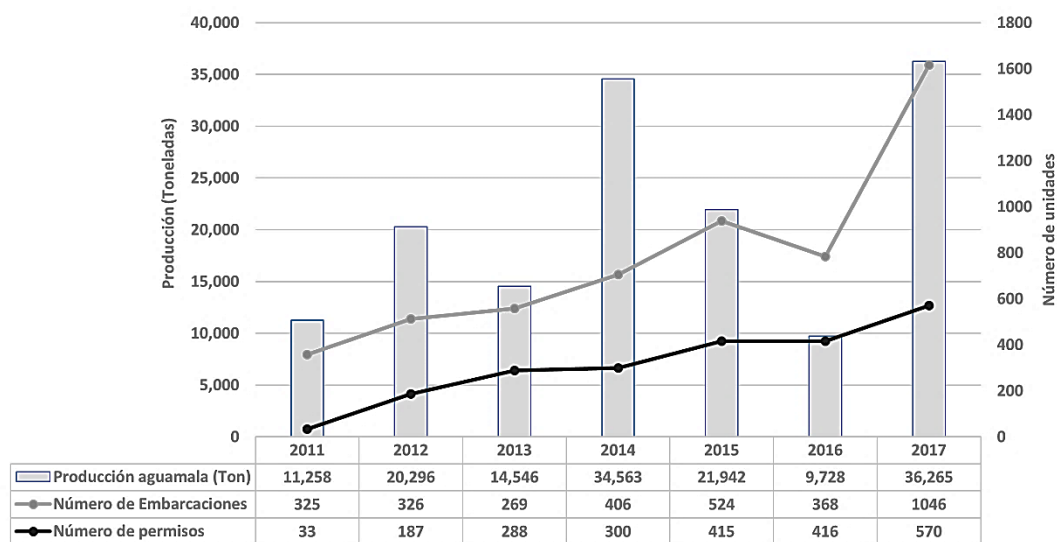


Figura 3.1 Producción de medusa (toneladas), número de embarcaciones (línea negra) y número de permisos (línea gris) en Sonora desde que la pesquería se formalizó comercialmente.

Fuente: CRIP, Oficinas de Pesca de Guaymas y Santa Clara. Para el 2104 se había recomendado no otorgar más permisos, sin embargo, el número de solicitantes siguió en ascenso

3. Empoderamiento e involucramiento de los pescadores y mujeres en la toma de decisiones.

En la red de actores presentada en el Capítulo 1 que muestra las dos dimensiones de interés/influencia en explotar el recurso de manera equitativa se presenta a los pescadores con un alto interés, pero con un poder/influencia medianos. Se enfatiza la necesidad de empoderamiento de los pescadores y mujeres para participar en la toma de decisiones. Se requiere de cooperación entre actores de distintos grupos, entre los actores clave y los modificadores de contexto, por ejemplo, o entre los modificadores de contexto y los que llamamos observadores.

Esta acción implica integrar en la directiva del Comité Consultivo de Medusa Bola de Cañón, a un representante de los pescadores con permiso, y un representante de los pescadores libres, una representante de las mujeres, un científico académico y una autoridad de cada nivel de gobierno (federal, estatal y municipal), además de los presidentes de cooperativas. Para ello será necesario buscar medios para actividades de culturización y capacitación de mujeres, así como talleres de concientización de pescadores.

4. Iniciar un programa de concientización amplio y permanente

La concientización debe realizarse en todos los actores: pescadores, procesadores, mujeres, Tribu Yaqui, científicos, autoridades. Esta iniciativa puede realizarla las Organizaciones de la Sociedad Civil, ya que implica esfuerzo y necesidad de fondos para su ejecución, y debe llevarse a cabo de manera constante y permanente, durante y después de la temporada.

5. Establecer un comité de vigilancia conformado por los mismos pescadores, mujeres, inclusive un representante de la Tribu Yaqui.

6. No instalar más plantas de procesamiento

El PMMBC menciona que para el ordenamiento de la pesquería es necesario establecer principios básicos de manejo, como zonificación, monitoreo intensivo, evitar la captura de organismos que no han realizado la reproducción sexual, límite de captura por viaje, centros de acopio controlados, y no instalar más plantas. De estas acciones las que no se han podido cumplir son el de ya no instalar más plantas y el contar con centros de acopio controlados. Debido a la variabilidad espacial de la presencia de la medusa, se instalan puntos de entrega a lo largo de la costa de Sonora, y si estos se encuentran en sitios alejados a Guaymas, Hermosillo o Puerto

Peñasco, se improvisan plantas de deshidratación. Esto ocasiona que la planta no pueda cumplir con lineamientos de higiene. Los volúmenes varían considerablemente año con año e invertir en infraestructura, equipo y entrenamiento para extraer medusa no es una acción muy rentable, sobre todo para las comunidades que dependen fuertemente de los recursos marinos como principal fuente de ingresos (Girón-Nava et al. 2015).

7. Revisar las ventajas y desventajas de la zonificación.

Durante la temporada 2014 se establecieron cinco zonas de pesca para aguamala, quedando como sigue (INAPESCA 2014):

ZONA	LÍMITES
1	San Felipe (Baja California) a Puerto Libertad (Sonora)
2	Desemboque de Caborca a El Colorado
3	La Manga a Bahía De Lobos Norte
4	Bahía De Lobos Sur a El Siaric Norte
5	Siaric Sur a Navachiste (Sinaloa.)

La finalidad de establecer esta zonificación, propuesta por los mismos procesadores y permisionarios, fue para ordenar la expedición de permisos y las áreas de injerencia de éstos. Teóricamente los permisos habilitan al portador para extraer aguamala en una zona específica y no pueden ser utilizados para otra zona, y para evitar que los más poderosos dueños de las pangas y permisos se trasladen de una zona a otra, permitiendo a los pescadores locales acceder a la pesquería. Sin embargo, no contaban con la alta variabilidad en espacio y biomasa de este organismo, ya que no presenta un florecimiento constante y homogéneo a lo largo de toda la costa de Sonora. La iniciativa funcionaría bajo el supuesto de que los florecimientos se presentaran en igual volumen y tiempo a lo largo de la costa de Sonora, así todos los pescadores podrían pescar en su zona y la cuota de captura se repartiría equitativamente. Sin embargo, la presencia de biomasa de medusa es muy variable y en algunas zonas o temporadas puede no presentarse en cantidades comercialmente atractivas. Esto sucedió la temporada 2018, cuando frente a Guaymas (Zona 3), no hubo biomasa disponible, sin embargo, días después la aguamala (de la especie *Stomolopohus* sp.2) se presentó en el Alto Golfo de California (Zona 1) con volúmenes récord de 75,000 toneladas. Los pescadores, procesadores y despiñonadoras de Guaymas se desplazaron a la Zona 1 para realizar el proceso de captura, deshidratación y empaque de la aguamala. Esto implicó el traslado de los actores involucrados en la captura y procesamiento desde Guaymas a Santa Clara (casi 1000 km de distancia) que se colocaran

plantas improvisadas, y que algunas cargas de aguamala fresca fueran transportadas a Puerto Peñasco, Mexicali (a 115 km) y Ensenada (a 400 km) para deshidratarla. Además, este evento requirió que se expidieran 100 permisos más de los ya existentes para la Zona 1, sumando 670 permisos para captura de aguamala en todo el estado de Sonora para el 2018 (Figura 2.2). Para que todos tuvieran acceso al recurso, fue necesaria a una negociación entre los permisionarios de la Zona 3 y la Zona 1. Debido a lo anterior es necesario realizar una revisión por parte de los actores y discutir si la zonificación es una estrategia adecuada o se debe considerarse su aplicación cada año dependiendo de la disponibilidad y distribución del recurso, siguiendo una estrategia adaptativa. Esto atacaría parte del problema que radica en los tiempos de expedición de permisos, así como la forma inequitativa de asignarlos.

8. Seguir practicando el co-manejo adaptativo en la toma de decisiones

Debido a que esta actividad está conformada por actores con distintos intereses y elementos que interactúan con enlaces fuertemente definidos, y dada la alta variabilidad del organismo a explotar, entonces es imperante que las acciones de manejo estén encaminadas o enfocadas a que sean operantes bajo condiciones variable y de incertidumbre. Para que se cumpla lo anterior, los actores deben estar conscientes de que las medidas de manejo que se establecen (como ajuste del número de permisos por zona y cuota por panga) para la siguiente temporada o dentro de la misma temporada pueden cambiar de acuerdo a la cantidad de biomasa presente ese año y/o a la presencia de las venas en diferentes localidades. Los actores deben desarrollar su capacidad de adaptación para que se pueda implementar un manejo adaptativo, considerando que en cada temporada se debe realizar una evaluación de las acciones tomadas en temporadas anteriores, conservar las que han servido y modificar las que no han funcionado. Con los resultados del análisis de actores se deberán establecer los flujos de información necesarios para llevar a cabo las estrategias y líneas de acción propuestas de manera eficiente. En dicho análisis se encontró que es necesario mejorar los mecanismos de información, ya que no toda la información generada en las reuniones del Comité Consultivo de Aguamala llega a todos los pescadores o no es entendida adecuadamente, de tal manera que las estrategias y líneas de acción propuestas no son aplicadas eficientemente. Adicionalmente, durante el planteamiento de las acciones a tomar y dependiendo de la importancia de su implementación debe quedar más claro que actividades llevará a cabo cada actor.

Todos los actores deberán estar conscientes de que constantemente habrá cambios y reestructuraciones: que pueden repercutir en una menor o mayor utilidad económica, traslado a otros sitios, cambios en la talla mínima de captura (que implica un cambio del tamaño de la luz de malla utilizado en el arte de pesca -red cuchara-) y variaciones en las cuotas. Los procesadores y sus financiadores, por su parte, deben considerar que las inversiones previas a la temporada podrían ser riesgosas, ya que se depende de la biomasa disponible.

La operatividad de la pesquería de MBC es un claro ejemplo de que no es forzosamente necesario contar con un plan de ordenamiento oficializado para llevar a cabo la actividad. El PMMBC elaborado en el 2014 no ha sido publicado oficialmente por la CONAPESCA. Los actores involucrados han implementado algunas acciones para operar la actividad. El CRIP-Guaymas fue el encargado de coordinar los talleres, entrevistas, elaboración y presentación del PMMBC. Dicha institución sigue siendo el órgano consultor táctico, quien, junto con el Comité Consultivo Local de Medusa Bola de Cañón fomentó el consenso para realizar las acciones establecidas en el documento del PMMBC. En el caso de esta pesquería el plan de manejo no es del todo útil debido a que adolece de un marco que permita implementar un manejo adaptativo, por ejemplo, el determinar a priori y desde 2014 que se elaboró el PM, el número de permisos a otorgar, así como sugerir una cuota fija. Adicionalmente, se elaboraron entrevistas para conocer la percepción de los actores involucrados en esta pesquería y en algunas acciones se consideró su opinión, sin embargo, no se contaba con un análisis de actores, que pudiera ayudar a determinar el tipo de relaciones entre actores y su nivel de cooperación para realizar las estrategias de manejo. Por lo que se deberá revisar y actualizar el PMMBC, utilizando los resultados y conclusiones del análisis de actores realizado en la presente investigación.

9. Iniciar el manejo inter y transdisciplinario

Es necesario involucrar a los especialistas ya mencionados en la discusión del capítulo anterior por medio de talleres convocados por el Comité Consultivo de Aguamala para realizar una revisión de las estrategias, y considerar las propuestas de investigación e intervención de los especialistas, así como también la participación de los pescadores y procesadores. Así mismo se deben generar soluciones a la problemática o proponer estrategias de manejo basadas en el conocimiento tradicional de su entorno natural y en el conocimiento científico de las instituciones fortalece los procesos orientados a la conservación y sustentabilidad del recurso (Delgado Ramírez y Soto-Aguirre, 2018).

10. Iniciar gestiones para financiar estudios de investigación urgentes.

A continuación, se mencionan los estudios necesarios para el manejo de esta pesquería:

- Estudio de la disminución de talla de maduración para actualizar la talla de captura.
- Actualizar la cuota por panga cada temporada, dependiendo de la abundancia de recurso y el número de permisos ya expedidos.
- Determinar la correlación entre la abundancia de medusa y las condiciones ambientales.
- Establecer cuáles son las causas de la variabilidad en abundancia y distribución en las costas del sur de Sonora y de las altas biomásas algunos años en el Alto Golfo de California.
- Realizar un estudio socioeconómico para conocer cómo se reparten las utilidades en la cadena de valor.
- Generar más información sobre preferencias alimentarias, relevancia ecológica a la abundancia del zooplancton y al medio ambiente y hábitat preferidos del organismo.
- Estimar las tasas de mortalidad total y natural de la medusa bola de cañón.
- Desarrollar modelos bioeconómicos para esta pesquería.

Acciones a mediano plazo

11. Incluir el recurso en los anuarios estadísticos de CONAPESCA

En la Carta Nacional Pesquera (DOF 2012; 2018) se menciona que el producto es dirigido a los mercados de China, Indonesia, Malasia, Corea, Tailandia y Singapur y que también cuenta con mercado en algunos países europeos y en Estados Unidos de Norteamérica. Esta aseveración es discutible ya que realmente el mercado que se cubre es el de Singapur y Vietnam, ya que no es exportada directamente desde México a los países mencionados, éstos dos países se encargan de introducirla ilegalmente a China, sin embargo, no se tiene registro que compruebe lo anterior. Adicionalmente, no existen registros de producción en los boletines de exportación de México a Asia (CONAPESCA 2013, 2014; SAP 2017) ni en los anuarios de CONAPESCA (CONAPESCA 2012, 2014). El boletín de comercio exterior de CONAPESCA del 2013 reporta a la medusa dentro de la categoría de Otros, que incluye berrugata, merluza, raya y otras. Si esta actividad se encuentra consolidada en el estado de Sonora, y representa un desbordamiento económico en una fracción marginada significativa de la población pesquera de Guaymas y el alto Golfo de California, es necesario que el Estado le dé la debida importancia a este recurso, aunque no sea de consumo nacional. Al considerarla una pesquería importante es probable que los recursos destinados por la federación para su manejo y control dejen de reducirse.

12. Certificación de plantas de deshidratación de medusa. Nivel 2, según COFEPRIS:

En México, la Secretaría de Salud, a través de la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) estableció seis niveles según el grado de cumplimiento normativo sanitario aplicables a la industria de la transformación (SAGARPA, 2008, pág. 26). De acuerdo con esta clasificación el producto de la medusa se encuentra en el Nivel 1, indicado como de Incumplimiento Normativo. Esto se debe a que la actividad se realiza improvisando instalaciones, utensilios y personal de proceso para manejo primario de materias primas pesqueras, en condiciones antihigiénicas y al margen de la normatividad sanitaria aplicable. Además, los sitios de arribo y la deshidratación de la medusa carecen de control sanitario. Esta es la principal razón por la que toda la producción de medusa exportada no pueda ingresar directamente a China o a Japón, y que sea introducida por Singapur y Vietnam (CONAPESCA 2013).

En la entrevista con la Coordinadora del Departamento de Productos y Servicios de la Dirección de Control Sanitario y con el líder estatal del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (Ensenada, Baja California, septiembre 2018), ellos mencionaron que si los productores y procesadores de medusa cumplieran con la norma de prácticas de higiene y sanidad (NOM120) y con la norma de sistemas de análisis de riesgos (NOM-128), pudieran contar con los certificados que China solicita para introducir el producto a ese país (SAGARPA 2008). La certificación de productos de la pesca ante COFEPRIS y ante el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria (SENASICA) es reconocida por la Unión Europea, la República de Brasil y la República Popular China (COFEPRIS, 2018). Es admisible que para lograr lo anterior se requiere un Nivel 4 de cumplimiento Normativo Internacional⁷ y que es difícil lograrlo a mediano plazo. Sin embargo, los productores y procesadores deberían comenzar gestiones para obtener un Nivel 2 de buenas prácticas de manufactura de alimentos. En este caso

⁷ Para cumplir con la normativa internacional y certificar la planta de procesamiento pesquero se debe de contar con un sistema de aseguramiento de calidad certificado por COFEPRIS en nivel 4, que requiere que se cumpla con los requisitos de la normativa Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) que son contempladas en las Normas Mexicanas: NOM-120 prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, la NOM-128 que establece la aplicación de un sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos y otros cinco reglamentos de control sanitario y normas de higiene de productos alimenticios y normas específicas para productos de origen animal (SAGARPA 2008).

la planta deshidratadora debe cumplir con al menos el 80% de los requisitos de la Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA-1994 de Bienes y Servicios, prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas y con el Certificado de inocuidad que otorga el SENASICA. De esta manera podría pensarse en la posibilidad de añadir valor agregado al producto, como una meta a largo plazo. Esto atendería el riesgo actual de una desaparición repentina del comprador, y facilitaría encontrar otras opciones de venta de este producto, considerar que cada vez son más demandadas las medusas no precisamente para consumo humano, sino para la extracción de colágeno para manufacturar tecnología médica de alta calidad (Niamh 2017).

Acciones a Largo Plazo

13. Involucramiento directo de las autoridades económicas en la gestión de precio pagado al pescador

Una de las principales inquietudes reflejada durante las entrevistas realizadas en el 2016 y durante las entrevistas en el 2013 para realizar el PMMBC fue el de buscar que el procesador pague un mejor precio por kilogramo de medusa fresca. Esto quedó establecido como línea de acción en el PMMBC y la meta era de unificar los precios pagados al pescador. Sin embargo, a pesar de que el precio pagado en playa es muy bajo, éste no es nada diferente al precio pagado (en dólares) en el resto de los países productores de medusa. En la presente investigación se encontró que en Nicaragua (Ubieta 2018), Ecuador (El Productor 2014), Estados Unidos de América (Walter 2013), Pakistán (Gul et al. 2015) el precio de medusa fresca pagada al pescador oscila entre los 10 y 30 centavos de dólar por kilogramo, similar a México. Esto sugiere que este precio es definido por el comprador final, el asiático, y no por el procesador local. Se comprueba que quienes definen las acciones estratégicas globales, elementos ubicados en el tercer nivel de contorno de la estructura ambiental compleja de la pesquería (Figura 2.7), son los asiáticos. Si este es el caso, entonces es necesario buscar un mecanismo para que además de ellos, también se involucren las autoridades económicas locales mexicanas para establecer las acciones estratégicas para comercializar el producto. Se sugiere que la mejor manera de optimizar el precio pagado al pescador es el de eliminar el intermediarismo. Esto nos lleva a la siguiente acción de largo plazo en donde se busca el establecimiento de agentes de ventas mexicanos en Asia.

14. Acabar con el intermediarismo

Para lograr el acceso directo al mercado en el extranjero, es necesario un agente de venta mexicano en Asia que conozca o pertenezca al grupo de actores mexicanos de la pesquería de medusa bola de cañón. La medusa se podría vender directamente en Asia o incluso en Estados Unidos de América. En general, no existe interés de los procesadores mexicanos por certificar sus plantas de deshidratación debido a los costos que esto implica. Aunque el producto es considerado delicatessen en Asia, los consumidores no exigen que la pesquería sea certificada internacionalmente, sin embargo, los compradores asiáticos tienen agentes en México supervisando que el producto tenga la talla y las especificaciones de deshidratación que exige el consumidor final.

15. Elaborar y publicar la Norma Oficial Mexicana de la medusa

Si se desea añadir un valor agregado al producto, acabar con el intermediarismo y colocar el producto en otros mercados, será necesario elaborar una Norma que regule este producto. Acción que coincide con la ficha de medusa del Carta Nacional Pesquera del 2017, en donde como primera recomendación de manejo mencionan elaborar y publicar la Norma Oficial Mexicana para medusa (DOF 2018). Sin embargo, los motivos que se mencionan para normar esta actividad como el inicio de temporada, que son: la talla mínima de captura, la tasa de incidentalidad de organismos menores a la talla mínima y el arte de pesca ya están bien establecidos desde el 2011 sin norma y sin PMMBC. Se sugiere entonces, derivado de la presente investigación, que más bien la norma regule el uso de los permisos, el número de viajes, el número de pescadores sobre cada embarcación menor, respetar la talla establecida en la temporada, la captura diurna del organismo y la fecha de apertura de temporada, todas estas estrategias adaptadas a la incertidumbre del recurso y fomentando el manejo adaptativo adecuado a las condiciones de cada temporada.

En México es posible establecer este tipo de lineamientos en las normas de pesca, existen otros recursos pesqueros que cuentan con su norma oficial mexicana como tiburones y rayas, langosta, abulón, almeja generosa, pulpo, erizo, y que representan productos de alta demanda en Asia por su excelente calidad.

16. Añadir valor agregado al producto

Dentro de la componente económica del PMMBC se señala instaurar valor agregado al producto. Durante las entrevistas a los procesadores y comercializadores de la medusa en Guaymas se

preguntó si existía la demanda del producto deshidratado en su totalidad, los entrevistados mencionaron que la deshidratación total del producto permitía que se conservara por más tiempo, sin embargo, este proceso se realiza únicamente en Asia. La medusa procesada que se exporta en cubetas ya está lista para su consumo, no recibe otro proceso, solo le quitan la salmuera y lo re-empacan en bolsas selladas para ser vendidas en anaquel (com. pers. procesador coreano, Guaymas, 5 de agosto 2016). Por lo tanto, es posible agregar valor empacando la medusa dejándola lista para su consumo (Figura 3.2). Las ventajas de esto es que la medusa mexicana tendría una garantía de origen, no correría el riesgo de ser falsificada (Jacquet y Pauly 2008; Armani et al. 2012), es decir rotulada para simular otro alimento conocido o de composición que no corresponda a lo declarado, y su distribución se abriría a otros mercados.



Figura 3.2 Medusa empacada en su presentación para venta de anaquel para consumo en el mercado de Estados Unidos. Fuente: Propia.

FODA

El panorama que enfrentan los actores de la pesquería de medusa en Guaymas-Guásimas no es fácil; el presente trabajo no pretende desanimar a los actores ni a los tomadores de decisiones, tampoco criticar las medidas que han tomado o que hayan omitido. A continuación, se presenta un análisis Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas de la pesquería de medusa, que incluye las experiencias adquiridas durante la presente investigación. En las páginas anteriores se ha expuesto cómo es posible convertir las debilidades en fortalezas, quedando entonces por resolver solo las amenazas, que también ya han sido abordadas en este trabajo.

Los actores y elementos de la actividad presentan las siguientes:

Fortalezas

- Práctica de captura de medusa bien conocida.
- Técnica de procesamiento de la deshidratación especializada.
- Análisis de actores en donde se han identificado el tipo de relaciones e intereses de cada actor involucrado.
- Camino de comercialización bien conocido.
- Conocimiento que son dos especies diferentes las que se producen en el Golfo de California.
- Conocimiento de las condiciones en laboratorio que fomentan la estrobilación.
- Cuentan con el Manual de Manejo y Procesamiento de Medusa

Oportunidades

- Aumento del consumo de este producto en Asia.
- Al no haber un PMMBC, los mismos actores involucrados pueden establecer sus estrategias de manejo, generándolas desde abajo (bottom up) en donde el conocimiento ecológico tradicional ayuda en la solución de problemas
- Es posible crear un producto con valor agregado.
- Integrar un grupo de manejo de la pesquería de aguamala conformado por especialistas de diferentes disciplinas.
- Empoderar a las mujeres y pescadores

Debilidades

- Imposición del precio por el comprador asiático por estar ubicado en el nivel de gestión estratégica en el sistema complejo de la pesquería, que no permite pagar a precio justo la medusa fresca a los pescadores.
- Baja cooperación y nula colaboración entre algunos actores.
- Inspección y vigilancia deficientes.
- No consideran a todos los actores involucrados en las reuniones de consenso
- Falta de flujos adecuados de información.
- Desorden en la expedición y en el uso de permisos.
- Desorden en la colocación de plantas de deshidratación
- No tienen un agente de ventas en Asia.
- Falta de conocimiento de las condiciones ambientales que fomentan los florecimientos de aguamala frente a la costa de Sonora.

Amenazas

- Alta variabilidad del organismo.
- Escasez de otros recursos marinos, lo que ocasiona fuerte presión sobre la aguamala.
- Competencia con otros países productores de medusa.

Referencias

- Armani, A., D'Amico P., Castigliego L., Sheng G., Gianfaldoni D. & Guidi A. (2012). Mislabeled of an “unlabelable” seafood sold on the European market: The jellyfish. *Food Control* **26**, 247–251.
- Atrill M. J., Write J., Edwards M. (2007). Climate relates increases in jellyfish frequency suggest a more gelatinous future for the North Sea. *Limnology and Oceanography*, Notes. **52**, 480-485.
- Brotz, L., Cheung W. W. L., Kleisner K., Pakhonov E. & Pauly D. (2012). Increasing jellyfish populations: trends in Large Marine Ecosystems. *Hidrobiologia* **690**, 3-20.
- Calder D. R. & B. S. Hester. (1978). Phylum Cnidaria en R. G. Zingmark (Editor). Annotated checklist of the biota of the coastal zone South Carolina. University South Carolina Press, Columbia S.C.
- Ceh, J., González J., Pacheco A. S. & J. M. Riascos. (2015). The elusive life cycle of scyphozoan jellyfish – metagenesis revisited. *Scientific Reports* **5**, 12037. DOI: 10.1038/srep12037.
- Cheng, X., Shao Z., Li C., Yu L., Raja M. A. & Liu C. (2017). Isolation, characterization and evaluation of collagen from jellyfish *Rhopilema esculentum kishinouye* for use in hemostatic applications. *PLoS ONE* **12**, 1–21.
- Cisneros-Mata, M. A., Apolinar-Romo A. A., Rodríguez-Delgado L. G., Castellanos-Rico M., Roldán-Luna M. y Domínguez-Domínguez F. (2014). Manejo Dinámico de la pesquería de la medusa bola de cañón (*Stomolophus meleagris*) en el Golfo de California. Foro de Instituto Nacional de Pesca.
- Cisneros-Mata, M. A., Apolinar-Romo A. A., Curiel-Bernal M.V., Castellanos-Rico M. A. y Domínguez-Domínguez F. (2017). Evaluación de la pesquería de medusa bola de cañón (*Stomolophus meleagris*) en el litoral de Sonora. Informe Final de Investigación 2016. CRIP-INAPESCA.
- COFEPRIS. (2018). Oficio No. COS/DEPE/835/2018. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. Secretaría de Salud. Recuperado en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/399096/Oficio_835_seguimiento_exportacion_pesca_Brasil.pdf)
- CONAPESCA. (2012). Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2012 de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación.
- CONAPESCA. (2014). Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2014 de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación.

CONAPESCA. (2013). Balanza comercial mexicana de productos pesqueros y acuícolas. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación.

CONAPESCA. (2014), Comercio exterior acuacultura y pesca. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación.

Condon R. H., Steinberg D. K., Del Giorgio P. A., Bouvier T. C., Bronk D. A., Graham W. M and Ducklow H. W. (2011). Jellyfish blooms result in a major microbial respiratory sink of carbon in marine systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. **108**, 10225-10230.

DOF. (2012). Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial* de la Federación, México. 24 de Agosto de 2012.

DOF. (2018). ACUERDO por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial* de la Federación, México. 11 de junio de 2018. Recuperado en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/334832/DOF - CNP 2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/334832/DOF_-_CNP_2017.pdf)

Dong, Z., Liu D. & Keesing J. K. (2010). Jellyfish blooms in China: Dominant species, causes and consequences. *Marine Pollution. Bulletin*. **60**, 954-63.

EDF-CAPLOG. 2014. La demanda China de productos marinos de lujo y las pesquerías mexicanas. México. Un reporte de CAPLog Group y EDF México. 38p.

El Productor (13 de abril de 2014). Ecuador: La medusa da empleo a 3 mil personas. Recuperado de <http://elproductor.com/noticias/ecuador-la-medusa-da-empleo-a-3-mil-personas/>

Fontoura, N. F., Braun A. S. & Milani P. C. C. (2009). Estimating size at first maturity (L_{50}) from Gonadosomatic Index (GSI) data. *Neotropical Ichthyology* **7**, 217-222.

Garrido-Mora, M. A., Félix-Torres F. J. y Sánchez-Martínez A. J. (2007). La pesca de fomento de la schyphomedusa bola de cañón (*Stomolophus meleagris*) en la República Mexicana. *Kuxulcab. Revista de Divulgación, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*. Vol. XII, **25**, 37-40.

Garrido-Mora M. A. Castillo-Enríquez, P. A. y Félix-Torres F. J. (2010). Las escifomedusas bola de cañón *Stomolophus meleagris* especie de gran interés en el mercado internacional. *Kuxulcab. Revista de Divulgación, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*. Vol. XVII, **31**, 69-74.

Girón-Nava, C. López-Sagastegui, O. Aburto-Oropeza. (2015). On the conditions of the 2012 cannonball jellyfish (*Stomolophus meleagris*) bloom in Golfo de Santa Clara: a fishery opportunity? *Fisheries Management and Ecology*, **22**, 261–264.

Gul, S., Jahangir S. & Shiariti A. (2015). Jellyfish fishery in Pakistan. *Plankton Benthos Research* **10**, 220–224.

- Huang, Y.-W. (1988). Cannonball jellyfish (*Stomolophus meleagris*) as a food resource. *Journal of Food Science* **53**, 341–343.
- INAPESCA. (2014). Plan de Manejo de la Pesquería de Medusa Bola de Cañón en el Golfo de California. Instituto Nacional de Pesca, SAGARPA (edit). Resp: M. A. Cisneros-Mata.
- Jacquet, J. L. & Pauly D. (2008). Trade secrets: Renaming and mislabeling of seafood. *Marine Policy* **32**, 309–318.
- Kingsford, M. J., K. A. Pitt & B. M. Gillanders, 2000. Management of Jellyfish fisheries with special reference to the order Rhizostomeae. *Ocean and Marine Biology: an annual Review*: **38**, 85-156.
- Kramp, P. L. (1961). Synopsis of the medusae of the world. *Journal of Marine Biological Association of the UK* **40**, 7-382.
- Niamh M. E. (2017). Jellagen launches jellyfish collagen manufacturing facility. European Pharmaceutical Review. Recuperado en <https://www.europeanpharmaceuticalreview.com/news/51664/jellagen-launches-jellyfish-collagen/>
- Martínez-Zavala, M. A. y Nevárez-Martínez M. O. (2011). Centro Regional de Investigación Pesquera-Guaymas. *Boletín Trimestral*. Instituto Nacional de Pesca **1**, 1.
- Mills, C. E. (2001). Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions? *Hidrobiologia* **51**, 55-68.
- Olariaga A., Guallart E. F., Fuentes V., López-Sanz A., Canepa A., Movilla J., Bosch M., Calvo E. & Pelejero C. (2014). Polyp flats, a new system for experimenting with jellyfish polyps, with insights into the effects of ocean acidification. *Limnology Oceanography Methods* **12**, 212-222.
- Parsons, T. R. & C. M. Lalli, 2002. Jellyfish population explosions: revisiting a hypothesis of possible causes. *Mar* **40**, 111-121.
- Prieto, L., Astorga, D., Navarro G. & Ruiz J. (2010). Environmental control of phase transition and polyp survival of massive-outbreaker jellyfish. *PLoS ONE*. **5**, 11.
- Purcell, J. E., Uye S. I. & Lo W. T. (2007). Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: A review. *Marine Ecology Progress Series* **350**, 153–174.
- Purcell, J. (2012). Jellyfish and ctenophore blooms coincide with human proliferations and environmental perturbations. *Annual Review of Marine Science* **4**, 209-235.
- Purcell, J. E., Atienza D., Fuentes V., Olariaga A., Tilves U., Colahan C. & Gili J. M. (2012). Temperature effects on asexual reproduction rates of scyphozoan species from the northwest Mediterranean Sea. *Hydrobiologia* **690**, 169–180.

Richardson, A. J., Bakun A., Hays G. C. & Gibbons M. J. (2009). The jellyfish joyride: causes, consequences and management response to a more gelatinous future. *Trend in Ecology and Evolution*. **24**:6.

Ruiz, J., Prieto L. & Astorga D. (2012). A model for temperature control of jellyfish (*Cothylorhiza tuberculata*) outbreaks: A Causal analysis in Mediterranean coastal lagoons. *Ecological Modelling* **233**, 59-69.

Rupert, E. E. y R. D. Barnes. (1996). Zoología de Invertebrados. Sexta Edición. McGrawHill Interamericana. Impreso en México. pp 128-138.

SAGARPA (2008). Diagnóstico y Planificación Regional de la Pesca y Acuicultura en México. Región I: Pacífico Norte. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación

SAP. (2017). Análisis de la Balanza Comercial Agroalimentaria de México. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Recuperado en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/395299/Balanza Comercial Agropecuaria y Agroindustrial noviembre 2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/395299/Balanza_Comercial_Agropecuaria_y_Agroindustrial_noviembre_2017.pdf)

Ubieta, J. (13 de octubre de 2018). Aguamala para exportación. Recuperado de <https://www.laprensa.com.ni/2008/10/13/departamentales/1344220-aguamala-para-exportacion>

Walter's Caviar (Productor) (2013). Jelly Balls Harvested by Boone Seafood Darien Georgia [Youtube]. <https://www.youtube.com/watch?v=laArO6Yk-W0>

Conclusiones

El Objetivo general del PMMBC (INAPESCA 2014) realizado menciona:

“En 2018, la pesquería MBC del Golfo de California cuenta con un ordenamiento pesquero y un programa de concientización, inspección y vigilancia; la temporada de pesca se abre oportunamente; existen procesos diversos, de calidad y con valor agregado en plantas locales, monitoreo e investigación acorde a cada zona y se genera beneficio socioeconómico al sector pesquero”.

Las condiciones descritas y discutidas en los dos capítulos anteriores demuestran por qué esta condición deseada que describe como objetivo general el PMMBC, no se ha podido lograr. Las causas principales detectadas son la alta variabilidad del organismo y la falta de cooperación de los actores.

El análisis de actores es importante para

- 1) Identificar las principales razones por las cuales la pesquería de medusa no ha podido cumplir con el objetivo general del PMBC descrito. Las cuales son una falta de cooperación entre actores y diferentes intereses entre los actores, ocasionando conflictos en la actividad, como son falta de concientización, presión sobre el recurso, asignación de permisos no equitativa, bajo precio pagado al pescador.
- 2) Apoyar en la elaboración de un diagnóstico de la pesquería.
- 3) Identificar que es necesario reforzar las relaciones débiles entre actores por medio de reuniones de consenso.

Por su parte el enfoque de la pesquería de la medusa bola de cañón como un sistema complejo proporciona herramientas suficientes para sugerir que el manejo de esta pesquería debe ser de manera interdisciplinaria y transdisciplinaria, promoviendo investigaciones en torno al ámbito biológico y ecológico de la especie y el ámbito socioeconómico de la actividad pesquera, cuyos resultados ayuden a resolver los problemas que presenta esta actividad.

Esta actividad resultó ser un claro ejemplo de que no es necesario oficializar un Plan de Manejo, precisando a los actores a implementar sus propias medidas de gobierno, sin embargo, para tener éxito en su implementación, éstos necesitan desarrollar su capacidad de cooperación, colaboración y mejorar sus flujos de comunicación. Todos los actores involucrados y las

comunidades pesqueras ribereñas deben reconocer la importancia de la comunicación y la información, las cuales son necesarias para la toma de decisiones efectiva (FAO, 2015)

Con ambos análisis, el de actores y el diagnóstico de la pesquería se realizan las siguientes sugerencias de manejo. Lo expuesto a continuación no pretende reemplazar lo establecido en el PMBC o en la Carta Nacional Pesquera 2018, pero sí complementarlos.

Sugerencias de Manejo de la pesquería de Medusa Bola de Cañón

Objetivo General

Evaluar y administrar la pesquería de la medusa bola de cañón para garantizar los máximos beneficios sociales, económicos y ecológicos para los habitantes que dependen de este recurso.

Descripción de la Pesquería:

Pesquería ribereña comercial de alta variabilidad e incertidumbre espacial y temporalmente, cuya producción es enfocada a exportación en su totalidad una vez que el producto es deshidratado. Se lleva a cabo desde el año 2000, pero en su modalidad comercial desde el 2011. Actualmente 1024 pangas activas con 670 permisos, en la panga abordan hasta 5 pescadores que extraen la medusa con una red cuchara con ojo de malla de 6 pulgadas, sin pesca incidental. La maniobra de captura se realiza sobre la agregación de las medusas maduras, a una distancia de no más de 5 kilómetros de la línea de costa. La medusa es descargada en las orillas para ser transportada de inmediato a las plantas de procesamiento. El tiempo de deshidratación es de 3 a 5 días, cuando la medusa es empacada en cubetas de salmuera de 18 kgs para ser apilada y llevada en contenedores a puerto, de Ensenada o Topolobampo.

Regulaciones

Talla mínima. - Mayor a 11 centímetros de diámetro de campana, sin embargo, en las últimas dos temporadas se ha observado que los organismos llegan a su madurez sexual en tallas menores a 90 centímetros, por lo que es necesario realizar los estudios correspondientes.

Límite de Cuota. - Depende de la densidad de biomasa disponible y del número de permisos.

Apertura Temporada. - Depende de la talla media estimada de los organismos agregados para ser pescados

Zonificación. - Establecida para beneficiar con la pesca a las embarcaciones locales, las cuales deben contar con permiso para pescar en su zona.

Acciones de manejo urgentes de la pesquería de aguamala en Guaymas

A corto plazo:

1. Seguir con las medidas de manejo derivadas del PMMBC.
2. Realizar una reasignación de permisos para lograr una distribución equitativa de los mismos.
3. Empoderamiento e involucramiento de los pescadores y mujeres en la toma de decisiones.
4. Iniciar programa de concientización amplio y permanente.
5. Establecer un comité de vigilancia conformado por los mismos pescadores y mujeres.
inclusive un representante de la Tribu Yaqui.
6. No instalar más plantas de procesamiento.
7. Revisar las ventajas y desventajas de la zonificación.
8. Seguir practicando el co-manejo adaptativo en la toma de decisiones.
9. Iniciar el manejo inter y transdisciplinario.
10. Iniciar una propuesta de solicitud para financiamiento de estudios de investigación urgentes.

Acciones a mediano plazo

11. Incluir el recurso en los anuarios estadísticos de CONAPESCA.
12. Certificación de plantas de deshidratación de medusa. Nivel 2 según COFEPRIS.

Acciones a largo plazo

13. Involucramiento directo de las autoridades económicas en la gestión del precio pagado al pescador.
14. Acabar con el intermediarismo.
15. Elaborar y publicar la Norma Oficial Mexicana de la medusa.
16. Añadir valor agregado al producto.

Anexo 1. Revisión a Girón-Nava, C. López-Sagastegui, O. Aburto-Oropeza, 2015. On the conditions of the 2012 cannonball jellyfish (*Stomolophus meleagris*) bloom in Golfo de Santa Clara: a fishery opportunity? *Fisheries Management and Ecology*, 22, 261–264.

Los autores describen y tratan de explicar el evento de arribazón y florecimiento masivo de medusa bola de cañón (MBC) que se presentó en el Golfo de Santa Clara en el año 2012. El cual permitió que pescadores de la zona y también de Guaymas obtuvieran una producción de 20, 000 toneladas, generando ingresos de 3.5 millones de dólares. La pesca duró alrededor de 40 días, del 24 de mayo a 9 de julio. De tal manera que, al año siguiente, 2013, los mismos pescadores, esperaban la temporada con gran optimismo y los procesadores invirtieron en insumos para la deshidratación del producto, pero ese año, la medusa nunca llegó.

El evento masivo lo explican con tres factores: la presencia de una corriente del Golfo de California que fluye hacia el norte, florecimientos de fitoplancton frente a Guaymas para ese año, y el rango de temperatura ideal para la estrobilación⁸ y sobrevivencia de medusas adultas.

En base a los estudios reportados e información bibliográfica, los autores plantean la posibilidad de que la corriente del Golfo de California, que fluye hacia el norte a lo largo de la costa Este de la península de Baja California, podría haber advectado larvas éfiras desde Guaymas, principal y conocido campo de producción de larvas de medusa, hasta el Golfo de Santa Clara, y que al llegar a este sitio encontraron densidades de comida suficientes para sostener su presencia. También mencionan que los organismos recorrieron 700 kilómetros hasta el norte, y que si la corriente viaja a una velocidad de 30 cm/seg (como lo reporta Lavín et al. 2006), las larvas se tardaron 30 días en llegar, tiempo en el que las éfiras lograr su desarrollo completo para convertirse en medusas adultas, pero a *Catostylus mosaicus*, otra especie que pertenece a la misma clase, la cual, dicen, tiene un ciclo de vida similar. De hecho, mencionan que no existe información acerca de los tiempos de maduración de *S. meleagris*.

Para explicar los días de alta producción de biomasa de medusa, correlacionan estos datos con valores de concentración de clorofila diarios durante los mismos días de pesca. Estos valores fueron obtenidos de imágenes de satélite. El resultado de la correlación fue de 0.6 con una $p < 0.01$.

⁸ Estrobilación: Fase de reproducción asexual sésil, durante la cual los pólipos liberan medusas en su estadio temprano en forma de estrellas llamadas éfiras.

Con base en esta información los autores proponen que la abundancia de medusa pudo estar regulada por la disponibilidad de comida en los campos de reproducción durante el 2012. Además, esta hipótesis la refuerzan con el valor del rango ideal de temperatura idónea para la estrobilación y sobrevivencia de organismos adultos, que es entre 23-27°C. En los días que la temperatura superficial del mar estuvo dentro de estos rangos de temperatura, y durante los cuales hubo altos valores en las concentraciones de clorofila, las biomasas abundantes de medusa se mantuvieron. Sin embargo, cuando la concentración de clorofila regresó a sus valores bajos se presentó el fin del florecimiento de medusa.

¿Qué pasó entonces en el 2013? El florecimiento de fitoplancton fue muy conspicuo en Guaymas, aunque las temperaturas del agua estaban en el rango idóneo para la estrobilación. En el 2013 hubo un desove de las medusas y se desarrollaron, pero la densidad de los organismos no fue lo suficientemente alta para sostener una pesquería que pudiera trasladarse al norte.

Finalmente concluyen que la pesquería de la MBC en el Golfo de California pudiera estar regulada por el rango ideal de temperatura para la estrobilación y supervivencia de organismos adultos, pero también podría estar asociada con la disponibilidad de comida. Aún si las condiciones de temperatura superficial del mar son las idóneas, no siempre habrá alimento suficiente para soportar el bloom de las medusas.

Los autores también hacen mención que, a la fecha los estudios han sido enfocados a entender la biología reproductiva de *S. meleagris* y su respuesta al estímulo del medio ambiente, pero que existen pocos esfuerzos emprendidos para ligar esta información con aspectos sociales y la información económica. También aclaran que es importante que los pescadores y administradores de las pesquerías entiendan que el bloom de la medusa ocurrido en el 2012 en el Golfo de Santa Clara fue un caso excepcional y que aún en sitios donde este recurso es disponible regularmente, es un reto establecer una pesquería responsable. Los volúmenes varían considerablemente año con año e invertir en infraestructura, equipo y entrenamiento para extraer tales recursos de oportunidad no es una acción muy responsable, aún más para las comunidades que dependen fuertemente de los recursos marinos como principal fuente de ingresos.

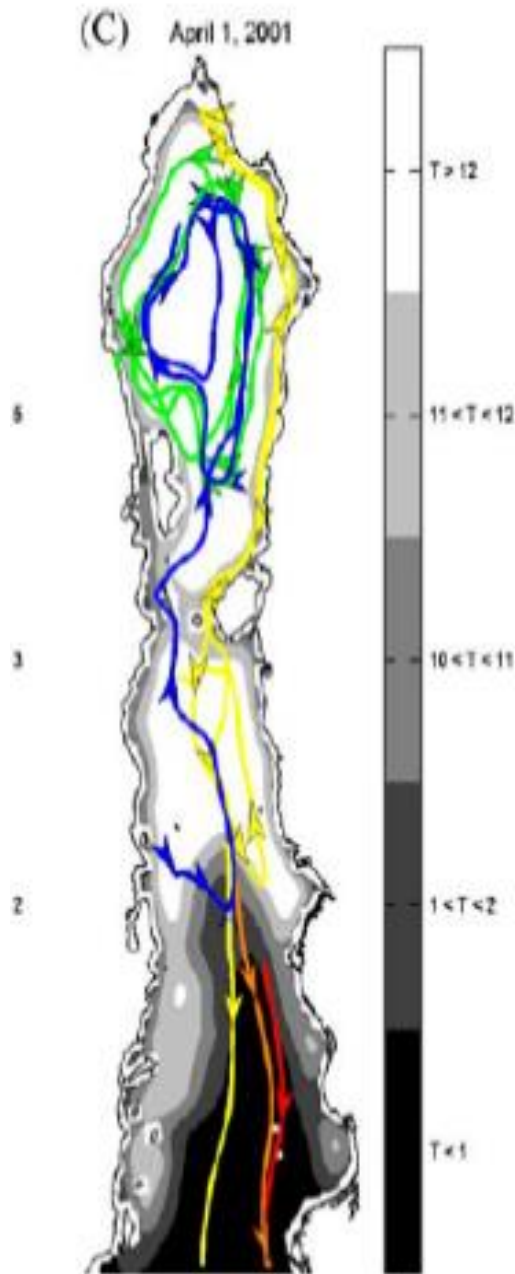


Figura 1. Modelación de la circulación lagrangeana en parte central del Golfo de California. Tomado de Gutiérrez et al. 2004. Las líneas muestran la trayectoria de partículas suspendidas resultantes de un modelo numérico de circulación bajo las condiciones durante los meses abril y mayo. “Las partículas cerca de la boca escapan en menos de 2 meses (líneas rojas y naranjas). El siguiente grupo que escapa es el que se encuentra cerca de la costa continental de la región norte (línea amarilla). En los primeros meses, estas partículas viajan hacia el norte y luego regresan siguiendo la costa, cruzando el límite 11 meses después. Las partículas de las regiones norte (línea verde) y central (línea azul) permanecen dentro del golfo atrapadas por el giro durante todo el experimento”.

La corriente a la que se refieren los autores se desarrolla durante el verano al sur de la boca del Golfo de California, es decir en el Océano Pacífico frente a las costas entre Manzanillo y Mazatlán. Aunque Lavín et al. (2006) observaron que una parte de ésta continua hacia dentro del Golfo de California, Badán-Dangon (1988) menciona que al menos una parte entra al Golfo y que no se tienen datos para reforzar la conexión de ésta más allá de su interior. Por otro lado, estudios de modelación de circulación lagrangeana

llevados a cabo por Gutiérrez et al. (2004), demuestran que durante invierno y primavera existe una corriente frente a la región de Guaymas y Topolabampo que fluye hacia el sur (Figura 1). La modelación también muestra la presencia de un giro permanente frente a las costas entre Guaymas y Bahía Kino durante los mismos meses, con transporte neto hacia el sur.

Resulta difícil pensar que una medusa pudiera “dejarse llevar” por una corriente como un cuerpo inerte, aún en su estado juvenil de medusa, que para *Stomolophus melagris* es alcanzado en ochos semanas, después de la estrobilación y 20 semanas más para llegar a la adultez madura (Calder 1982; Carvalho Saucedo et al. 2011). La medusa es un organismo que tiene movilidad propia, y que tienen como función principal, después de reproducirse, comer y seguir comiendo. Por lo que estos organismos buscan y persiguen la fuente de alimento, posteriormente una vez maduros se agregan para reproducirse. Además, sus tentáculos que funcionan como poderosos motores, le dan dirección y velocidad en el nado.

En el caso que existiera una corriente hacia el norte, ¿cómo pudieron haber recorrido tanta distancia sin ser comidos por sus depredadores? Y si esa corriente es permanente, porque no se ha mostrado este mismo efecto el resto de los años.

¿Cómo pudo haberse mantenido el transporte de los organismos conservando el arribo de éstos durante casi 40 días? El proceso debe ser mucho más complejo. Por ejemplo, no mencionan que estos organismos presentan dos fases en su ciclo de vida, la reproducción sexual en su fase móvil y asexual, en su fase sésil. Una de estas fases, la asexual, no se sabe en qué sitio se lleva a cabo, debido a que no se conoce en donde se asientan los pólipos, nadie nunca los ha visto en vida libre. Los pólipos producen por gemación, el proceso de estrobilación, y es muy probable que existan muchas colonias de éstos a lo largo de las costas del Golfo de California. Por lo que el reclutamiento debe suceder en diferentes cohortes (comunic. pers. Cisneros-Mata, jefe del Departamento de Medusa, CRIP-Guaymas). Llama la atención que los autores mencionan que no hay información de las épocas de maduración para la especie *Stomolophus meleagris*, por lo que se basan en los períodos de ciclo de vida de otra especie perteneciente también a la clase Scyphozoa (*Catostolys mosaicus*). Sin embargo, existen estudios de biología reproductiva (Carvalho et al. 2011), de la fecundidad de la medusa azul del Golfo de California (Carvalho et al. 2012), y del mismo ciclo de vida (Calder 1982), en donde se describe que el tiempo desde la liberación del estado éfira hasta la maduración a estado medusoide es de 32 semanas para *Stomolophus meleagris*. De hecho, tienen citados a estos autores, pero en referencia a otro aspecto.

Todo lo anterior es reforzado con los resultados de estudios filogenéticos publicados el año pasado, realizados por investigadores de la School Natural Sciences de la Universidad de California, en Merced. Dichos estudios revelaron que todas las especies de *Stomolophus meleagris* que se presentan en las costas mexicanas y de Centroamérica que se tenían identificadas dentro de

la misma especie pertenecen a otras diferentes, descubriendo nuevas especies de medusas endémicas. La medusa bola de cañón azul de Guaymas quedó clasificada como *Stomolophus* sp. 2 y la medusa bola de cañón de color ámbar del Alto Golfo de California como *Stomolophus* sp 1. De hecho, *Stomolophus meleagris* solo fue ubicada en las aguas del Golfo de México (Gómez-Daglio y Dawson 2017).

Las observaciones de campo realizadas durante los muestreos de monitoreo del CRIP-Guaymas, sugieren la posibilidad de que la región sur de Guaymas no es el único campo de producción de medusas. Es muy probable que existan otros campos, que son los que abastecen la producción de biomasa de medusa al norte del Golfo de California. Pero se requieren más observaciones y trabajo de campo para comprobarlo.

Referencias

- Badan-Dangon, A., 1998. Coastal Circulation from the Galápagos to the Gulf of California. The Sea, Vol. 11, The Global Coastal Ocean, Regional Studies and Syntheses, editado por A. R. Robinson y K. H. Brink, pp. 315–343. John Wiley, Hoboken, N. J.
- Calder, D. 1982. Life History of the Cannonball Jellyfish, *Stomolophus meleagris* L. Agassiz, 1860 (Scyphozoa, Rhizostomida). *Biology Bulletin* **162**, 149-146
- Carvalho-Saucedo, L., J. López-Martínez, F. García-Domínguez, C. Rodríguez-Jaramillo y J. Padilla-Serrato. 2011. Biología reproductiva de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris*, en la laguna Las Guásimas, Sonora, México. *Hidrobiológica* **21**, 77-88.
- Carvalho-Saucedo, L., J. López-Martínez, F. García-Domínguez, 2012. Fecundidad de la medusa *Stomolophus meleagris* (Rhizostomeae: Stomolophidae) en el Golfo de California. *Revista de Biología Tropical* **60**, 1721-1729.
- Gutiérrez, O. Q., S. G. Marinone, A. Parés-Sierra, 2004. Lagrangean surface circulation in the Gulf of California from a 3D numerical model. *Deep-Sea Research I* **51**, 659–672.
- Gómez-Daglio, L. y M. N. Dawson, 2017. Species richness of jellyfishes (Scyphozoa: Discomedusae) in the Tropical Eastern Pacific: missed taxa, molecules, and morphology match in a biodiversity hotspot. *Invertebrate Systematics* **31**, 635–663.
- Lavín, M. F., E. Beier, J. Gómez-Valdés, V. M. Godínez y J. García, 2006. On the summer poleward coastal current off SW Mexico. *Geophysical Research Letters* **33**, 1–4.