

***INVESTIGACIÓN SOBRE LOS RECURSOS
NATURALES DEL NOROESTE DE MÉXICO,
PARA EL BIENESTAR COMUNITARIO***



ALFREDO ORTEGA-RUBIO

Coordinador

***INVESTIGACIÓN SOBRE LOS RECURSOS
NATURALES DEL NOROESTE DE
MÉXICO, PARA EL BIENESTAR
COMUNITARIO***

Alfredo Ortega-Rubio

Coordinador

***CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL
NOROESTE S.C. (CIBNOR) LA PAZ,
B.C.S. MÉXICO, 2025***

Investigación sobre los recursos naturales del noroeste de México, para el bienestar comunitario. Ortega-Rubio Alfredo. (Coordinador). 2025. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, Baja California Sur. México. 547 pág: il; 55.

© Derechos Reservados

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

Instituto Politécnico Nacional # 195. Col. Playa Palo de Santa Rita Sur
C.P. 23096. La Paz, Baja California Sur. México.

Todos los derechos reservados. El contenido de esta publicación se puede reproducir parcialmente únicamente con autorización previa por escrito de los autores de cada Capítulo y siempre y cuándo se den los créditos correspondientes a los mismos y al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

Las opiniones expresadas por los autores (Textos, Tablas, Figuras y Fotografías) no necesariamente reflejan la postura de la institución editora de la publicación.

Diseño Gráfico y Editorial. Alfredo Ortega-Rubio. Fotografía de la Portada. Rubén Andrade.

Primera Edición. Octubre 2025.

ISBN: 978-607-7634-51-5

Publicación de investigación del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

Preparación de este documento:

La edición del libro “*Investigación sobre los recursos naturales del noroeste de México, para el bienestar comunitario*”, estuvo a cargo del Dr. Alfredo Ortega-Rubio. En este libro se describen las principales contribuciones que el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., (CIBNOR), ha aportado en la generación de conocimiento, formación de recursos humanos, y apropiación social del conocimiento científico, enfatizando su incidencia en el bienestar social.

Agradecimientos:

El Coordinador de esta obra agradece a todas y todos las y los Coautores de esta obra, por compartir con la sociedad las aportaciones que en sus distintas actividades han generado para el bienestar de las comunidades humanas del noroeste de México, especialmente las más vulnerables. Asimismo, agradece al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste por la oportunidad de permitirnos generar, a través de los resultados de nuestras investigaciones científicas, alternativas viables con pertinencia social y ambiental, que realmente han sido aplicadas en beneficio de nuestra sociedad, quien es la que nos financia y a quien nos debemos.

Para citar esta obra:

Ortega-Rubio Alfredo. (Coordinador). 2025. *Investigación sobre los recursos naturales del noroeste de México, para el bienestar comunitario*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S. México. 547 pp.

**INVESTIGACIÓN SOBRE LOS RECURSOS NATURALES
DEL NOROESTE DE MÉXICO, PARA EL BIENESTAR
COMUNITARIO**

ÍNDICE

PRÓLOGO

*María Elena Álvarez-Buylla Roces ** 1

PREFACIO

*José Alejandro Díaz Méndez ** 3

**SECCIÓN I
INTRODUCCIÓN**

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

*José Alfredo Arreola Lizárraga * y Alfredo Ortega-Rubio* 7

**SECCIÓN II
PROGRAMAS ACADÉMICOS**

**CAPÍTULO 2. APORTACIONES HISTÓRICAS DEL PROGRAMA
ACADÉMICO DE PLANEACIÓN AMBIENTAL Y
CONSERVACIÓN AL BIENESTAR COMUNITARIO**

*Alejandro López Cortés ** 15

CAPÍTULO 3. APORTACIONES HISTÓRICAS DEL PROGRAMA DE AGRICULTURA EN ZONAS ÁRIDAS AL BIENESTAR COMUNITARIO	
<i>Luis Guillermo Hernández Montiel *</i>	39
CAPÍTULO 4. APORTACIONES HISTÓRICAS DEL PROGRAMA DE ACUICULTURA Y SU IMPACTO EN EL BIENESTAR COMUNITARIO	
<i>Carolina Casanova-Valero, Héctor Acosta-Salmon, Perla Sol Cervantes-Bernal y Danitzia Adriana Guerrero-Tortolero*</i>	55
CAPÍTULO 5. APORTACIONES HISTÓRICAS DEL PROGRAMA DE ECOLOGÍA PESQUERA COMO VÍNCULO VITAL AL BIENESTAR SOCIAL	
<i>Crisalejandra Rivera-Pérez *</i>	77

SECCIÓN III

UNIDADES FORÁNEAS

CAPÍTULO 6. LA UNIDAD FORÁNEA GUERRERO NEGRO: HISTORIA, HUMANISMO Y VINCULACIÓN	
<i>Raúl López Aguilar *, Rogelio Ramírez Serrano†, Rigoberto López Amador, Andrés Orduño Cruz y Marco Antonio Ramírez Mosqueda</i>	99
CAPÍTULO 7. CONTRIBUCIÓN AL BIENESTAR COMUNITARIO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA UNIDAD HERMOSILLO	
<i>Juan Bautista Vega Peralta * y José Arturo Sánchez-Paz</i>	117
CAPÍTULO 8. UNIDAD GUAYMAS: UNA TRAYECTORIA DE QUEHACER CIENTÍFICO CON COMPROMISO SOCIAL	
<i>José Alfredo Arreola Lizárraga *</i>	133

CAPÍTULO 9. APORTACIONES DE LA UNIDAD NAYARIT AL BIENESTAR COMUNITARIO

*Alfonso Nivardo Maeda-Martínez *, Rodolfo Navarro-Murillo, Ricardo García-Morales, Luis Daniel Espinosa-Chaurand, Rosa María Morelos-Castro y Rodolfo Garza-Torres*

149

**SECCIÓN IV
CASOS DE ESTUDIO DEL PROGRAMA DE PLANEACIÓN AMBIENTAL Y CONSERVACIÓN**

CAPÍTULO 10. VALORACIÓN ECONÓMICA DE RECURSOS GENÉTICOS ASOCIADOS A CONOCIMIENTOS TRADICIONALES EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Gerzaín Avilés-Polanco, Luis Felipe Beltrán-Morales y Alfredo Ortega-Rubio*

175

CAPÍTULO 11. CONTRIBUCIONES DE LOS MANGLARES DEL NOROESTE DE MÉXICO, PARA EL BIENESTAR COMUNITARIO

Patricia González-Zamorano, Giovanni Ávila-Flores, Blanca Estela Romero López, Jonathan Giovanni Ochoa-Gómez, Mercedes Marlenne Manzano-Sarabia, Joanna Acosta-Velázquez y José Alfredo Arreola-Lizárraga*

191

CAPÍTULO 12. COSTAS DEL NOROESTE DE MÉXICO

*Saúl Chávez López * y Miguel Ángel Imaz Lamadrid*

221

CAPÍTULO 13. AGROQUÍMICOS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD HUMANA

*Gerardo Alfonso Anguiano Vega, Estela Ruiz Baca, Jesús Ricardo Parra Unda, Jaime Rendón von Osten, María Guadalupe Nieto Pescador y Celia Vázquez Boucard**

243

**CAPÍTULO 14. APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DEL
BORREGO CIMARRÓN, POR COMUNIDADES EJIDALES DE
BAJA CALIFORNIA SUR.**

Israel Guerrero-Cárdenas, Rafael Ramírez-Orduña, Gustavo
Arnaud, Guillermo Romero-Figueroa, José Ángel
Armenta-Quintana y Fany Reyes-Bolaños.*

261

**SECCIÓN V
CASOS DE ESTUDIO DEL PROGRAMA DE
ECOLOGÍA PESQUERA**

**CAPÍTULO 15. VALORIZACIÓN DE PRODUCTOS PESQUEROS
DEL NOROESTE DE MÉXICO**

*Julio Humberto Córdova Murueta, Norma Y. Hernández
Saavedra y Crisalejandra Rivera Pérez**

295

**CAPÍTULO 16. APROVECHAMIENTO DE LA MEDUSA BOLA DE
CAÑÓN EN EL NOROESTE DE MÉXICO, LA PESQUERÍA Y
SU DIMENSIÓN HUMANA EN EL CONTEXTO DE LA CRISIS
DEL SECTOR RIBEREÑO**

*Juana López Martínez, Eloísa Herrera Valdivia, Cintya A.
Nevárez López *, Rufino Morales Azpeitia, Javier Álvarez
Tello y Edgardo B. Farach Espinoza*

319

**CAPÍTULO 17. INVASIÓN DE ASCIDIAS SOBRE BANCOS DE
HACHAS EN LA BAHÍA DE LA PAZ, BCS**

*Moreno-Dávila Betzabé y Leonardo Huato-Soberanis**

339

**CAPÍTULO 18. ESTUDIOS GENÉTICOS PARA LA CONSERVACIÓN
Y MANEJO DE RECURSOS PESQUEROS EN EL NOROESTE
DE MÉXICO: CASO DE ESTUDIO PESQUERÍA DE ABULÓN.**

*Jorge Alberto Mares-Mayagoitia, Carmen Elvira Vargas-Peralta,
Paulina Mejía-Ruíz, Fabiola Lafarga-de-la-Cruz, Fausto
Valenzuela-Quiñonez**

363

CAPÍTULO 19. IMPACTO SOCIAL DE LA PESCA EN LAS COMUNIDADES LITORALES DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA	
<i>Eugenio Alberto Aragón-Noriega *</i>	385

CAPÍTULO 20. LA PESCA COMO DETONANTE DEL BIENESTAR COMÚN DEL PUEBLO YAQUI.	
<i>Edgar Alcántara-Razo*, Jesús Guadalupe Padilla-Serrato, Eugenio Alberto Aragón-Noriega y Guillermo Ismael Padilla-Serrato</i>	405

CAPÍTULO 21. EL CALLO DE HACHA: BIOLOGÍA Y BASES PARA UN MANEJO SUSTENTABLE	
<i>Mercedes Magali Gómez Valdez * y Lucía Ocampo</i>	431

SECCIÓN VI
CASOS DE ESTUDIO DEL PROGRAMA DE
AGRICULTURA DE ZONAS ÁRIDAS

CAPÍTULO 22. CULTIVANDO EL FUTURO DE LAS ETNIAS DEL NOROESTE DE MÉXICO CON CIENCIA AGRÍCOLA Y BIENESTAR COMUNITARIO	
<i>Gracia Alicia Gómez Anduro *, David Raúl López Aguilar, Julio Antonio Hernández, Efraín Payan Cázares y José Manuel Melero Astorga</i>	455

CAPÍTULO 23. MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO EN LOS SISTEMAS AGROACUÍCOLAS	
<i>Yenitze Elizabeth Fimbres Acedo y Rodolfo Garza Torres *</i>	471

**CAPÍTULO 24. RECURSOS VEGETALES EMERGENTES PARA LA
AGRICULTURA DE ZONAS ÁRIDAS ANTE EL
AGOTAMIENTO HÍDRICO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO**

*Joselyn Seminario Peña, Alejandra Nieto Garibay *, Enrique
Trovo Diéguez y Bernardo Amador Murillo*

505

**SECCIÓN VII
CONCLUSIONES**

CAPÍTULO 25. CONCLUSIONES

*Luis Felipe Beltrán Morales * y Alfredo Ortega Rubio*

531

PRÓLOGO

Este libro integra investigaciones de diversos sistemas socioecológicos en ambientes terrestres, marinos y costeros del Noroeste de México. Refleja la calidad, diversidad y profundidad de las investigaciones que se llevan a cabo en uno de los más importantes Centros de Investigación de la Región: el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. CIBNOR, coordinado por el CONAHCYT.

Un grupo destacado de investigadores de este Centro Público del CONAHCYT resume sus resultados de sistemas agrícolas, de explotación de algunos recursos marinos, de manglares, hasta de microorganismos, entre otros. Todas las investigaciones reseñadas en este libro se han desarrollado con un claro compromiso social y se han desarrollado con rigor científico. Los resultados de los estudios integrados en este volumen son relevantes para la conservación, uso, manejo y aprovechamiento de importantes recursos naturales de la región Noroeste. El CIBNOR ha sido un faro de conocimiento y catalizador para el avance de las ciencias socio-ambientales en la Región y en el país.

Algunos de los resultados sintetizados en este libro, se podrán usar para elaborar propuestas más concretas de mayor incidencia en diversas comunidades a favor de la conservación de sus ecosistemas, de la biodiversidad regional, y también de la calidad de vida de sus comunidades, sobre todo, las más vulnerables. A partir de los estudios resumidos acá, se podrán, por ejemplo, elaborar planes de manejo, de explotación o conservación relevantes para la Región, en colaboración con las comunidades locales y los distintos niveles de gobierno.

Dra. María Elena Álvarez-Buylla Roces

Directora General del CONAHCYT.

Cd. de México, a 16 de junio, 2024

PREFACIO

A casi medio siglo de su creación, el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C (Cibnor-Conahcyt) ha mostrado su compromiso no solo con la generación de conocimiento de alto rigor y la formación de especialistas científicos, sino con la atención de problemáticas sociales y ambientales orientadas a la conservación y aprovechamiento de recursos naturales, por el sector social y productivo del Noroeste de México, impulsando también, desde uno de los territorios más aislados, la conciencia social sobre el cuidado de medio ambiente.

En el trabajo que han desarrollado a lo largo de los años, las y los investigadores del Cibnor, encontramos bosquejos de lo que en la nueva Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, se garantiza como derecho humano a la ciencia, con el fin de que toda persona goce de los beneficios del desarrollo científico y tecnológico y de otros derechos humanos facilitados por el ejercicio de las humanidades, ciencias, tecnologías e innovación, con un enfoque centrado en la persona, que incluya la preservación y protección del ambiente, pues es de esta forma, como el pueblo de México puede acceder al bienestar.

Este libro que nos entrega el Cibnor, arroja luz sobre el excepcional trabajo llevado a cabo por las y los investigadores de este Centro Conahcyt, a lo largo de su historia. En sus líneas se encontrará como lugar común el diálogo de saberes, y con diferentes actores sociales que enriquecen el quehacer científico desarrollado en muchas ocasiones en el territorio, como el lugar de encuentro natural. La obra es más que un compendio de aportes y resultados de investigación, son testimonio del compromiso incansable de su personal científico, tecnológico y administrativo que han convertido a Cibnor-Conahcyt en una referencia nacional, indiscutible, en ciencias biológicas y en el uso, manejo y preservación de los recursos naturales.

Asimismo, esta obra es un homenaje a las Unidades Foráneas de Cibnor-Conahcyt que han nacido en varias ciudades de nuestro país convirtiéndose en motores que impulsan la búsqueda de respuestas a las preguntas más apremiantes de su entorno socio-ecológico relacionado con problemáticas regionales y locales. Temas comunes son el agua; la alimentación; la producción y el impacto ambiental de las actividades productivas como la agrícola, pecuaria y pesca; el valor de los conocimientos tradicionales; el impacto del cambio climático en los ecosistemas, entre otros temas, que se cruzan con los Programas Nacionales Estratégicos del Conahcyt, en la búsqueda de soluciones integrales que tengan incidencia en el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades y el bienestar de las personas.

Desde Conahcyt reconocemos el trabajo que se realiza en el Cibnor-Conahcyt y deseamos que esta obra contribuya a la reflexión del bien que representa la ciencia, cuando su interés es el bien público, el bien común.

Dr. José Alejandro Díaz Méndez

Titular de la Unidad de Articulación Sectorial y Regional, CONAHCYT.

Cd. de México, a 16 de junio, 2024

CAPÍTULO 16

Aprovechamiento de la medusa bola de cañón en el Noroeste de México, la pesquería y su dimensión humana en el contexto de la crisis del sector ribereño

Juana López Martínez, Eloisa Herrera Valdivia, Cintya A. Nevárez López *, Rufino Morales Azpeitia, Javier Álvarez Tello y Edgardo B. Farach Espinoza

cintya_nevarez@hotmail.com

Resumen

Las medusas son animales muy antiguos en el planeta, proveen de hábitat a juveniles de peces, crustáceos y otros grupos de animales. Son voraces depredadores del plancton y sirven de alimento para peces, tortugas y aves. Además del innegable valor biológico y económico del grupo zoológico, desde hace miles de años, las medusas han sido utilizadas como alimento en países orientales, como China y Corea, por su alto valor nutricional y bajo costo de producción comparado con otros productos. Es en los países asiáticos (donde mucha de la materia prima de productos marinos que se consume proviene de las pesquerías que se llevan a cabo en el Golfo de California) donde la captura de la medusa bola de cañón (*Stomolophus* spp.) ha cobrado relevancia, siendo México ya uno de los principales exportadores de medusa hacia China. La pesquería de medusa en aguas del litoral de Sonora oficialmente inicio como pesca comercial en 2012, siendo las investigaciones sobre la medusa llevadas a cabo por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC en conjunto con otras instituciones, trascendentales para implementar la pesca comercial, de esta pesquería, de la cual se ha llegado a obtener hasta cerca de 100,000 toneladas de producto fresco, lo

APROVECHAMIENTO DE LA MEDUSA

que se refleja en una derrama de 613 millones de pesos para todos los involucrados, desde la extracción hasta el producto final. Esta derrama económica ha representado un gran beneficio para uno de los sector más vulnerable de la población, los pescadores ribereños y coadyuvando al bienestar de las familias sonorenses.

Palabras clave: medusa, *Stomolophus*, bola de cañón, pesquerías, pescadores.

Abstract

Jellyfish are ancient organisms on our planet, providing habitats for juvenile fish, crustaceans, and other groups of animals. They are voracious predators of plankton and are food for various predators, including turtles and birds. In addition to their undeniable biological and economic value, jellyfish have been utilized as food in eastern countries such as China and Korea for thousands of years due to their high nutritional value and low production cost compared to other products. In Asian countries, where much of the raw material of marine products consumed originates from fisheries in the Gulf of California, the catch of cannonball jellyfish (*Stomolophus* spp.) has become significant. Mexico has emerged as one of the main exporters of jellyfish to China. The jellyfish fishery along the Sonoran coast officially began as commercial fishing in 2012. Research on jellyfish, conducted by the Northwest Biological Research Center, SC, along with other institutions, was essential in establishing commercial fishing practices. This fishery has yielded nearly 100,000 tons of fresh product, resulting in a revenue of 613 million pesos for all stakeholders involved, from extraction to the final product. This economic boom has been particularly beneficial for one of the most vulnerable sectors of the population: artisanal fishermen. It has contributed significantly to the well-being of Sonoran families.

Keywords: jellyfish, *Stomolophus*, cannonball, fisheries, fishermen.

Introducción

Las medusas también llamadas aguamalas, son organismos marinos de cuerpos gelatinosos, pelágicos y de amplia distribución mundial, pertenecientes al filo Cnidaria, con gran importancia biológica y ecológica, que juegan un papel relevante en los ecosistemas marinos. Son los organismos más abundantes en los mares tropicales y subtropicales, algunos de importancia médica por sus picaduras mortales para el ser humano. Evolutivamente, constituyen el grupo de animales vivos más primitivo (existen desde hace 650 millones de años). En particular, la clase Scyphozoa se distribuye ampliamente en muchas zonas costeras y del océano abierto, colonizando todos los ambientes marinos, permitiéndoles sobrevivir a condiciones ambientales diferentes, a menudo adversas, desde la era Cámbrica (Young & Hagadorn, 2010). Las medusas forman parte de las culturas ancestrales y es innegable su valor socioeconómico debido a su aprovechamiento alimenticio y médico que el hombre ha efectuado desde hace 17 siglos, la FAO recomienda su consumo. Por lo tanto, son un recurso pesquero importante, siendo una de las especies relevantes la medusa *Stomolophus meleagris*, llamada bola de cañón.

En México, la captura de esta medusa es realizada por pescadores del sector ribereño, contribuyendo económicamente y en el bienestar social de este sector en el Noroeste del país.

Este capítulo describe aspectos biológicos (reproducción) y ecológicos de las medusas y su aprovechamiento, también sobre la investigación efectuada por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) y los impactos económicos y sociales de la pesca de medusas en México.

Formas de reproducción de las medusas

Las medusas poseen la característica de reproducirse de forma sexual en su fase medusa y de forma asexual en su fase pólipo (Fig. 47). La forma adulta del ciclo de vida es la medusa, la cual tiene un periodo corto de vida y es planctónica, mientras que, en forma sésil, los pólipos, pueden vivir varios años produciendo más adultos cada invierno (López-Martínez et al., 2022). Aunque se han descrito muchas de las características reproductivas que tienen estos organismos, aún existen muchos huecos de información de muchas especies de medusas, siendo una línea de investigación a desarrollar en el futuro.

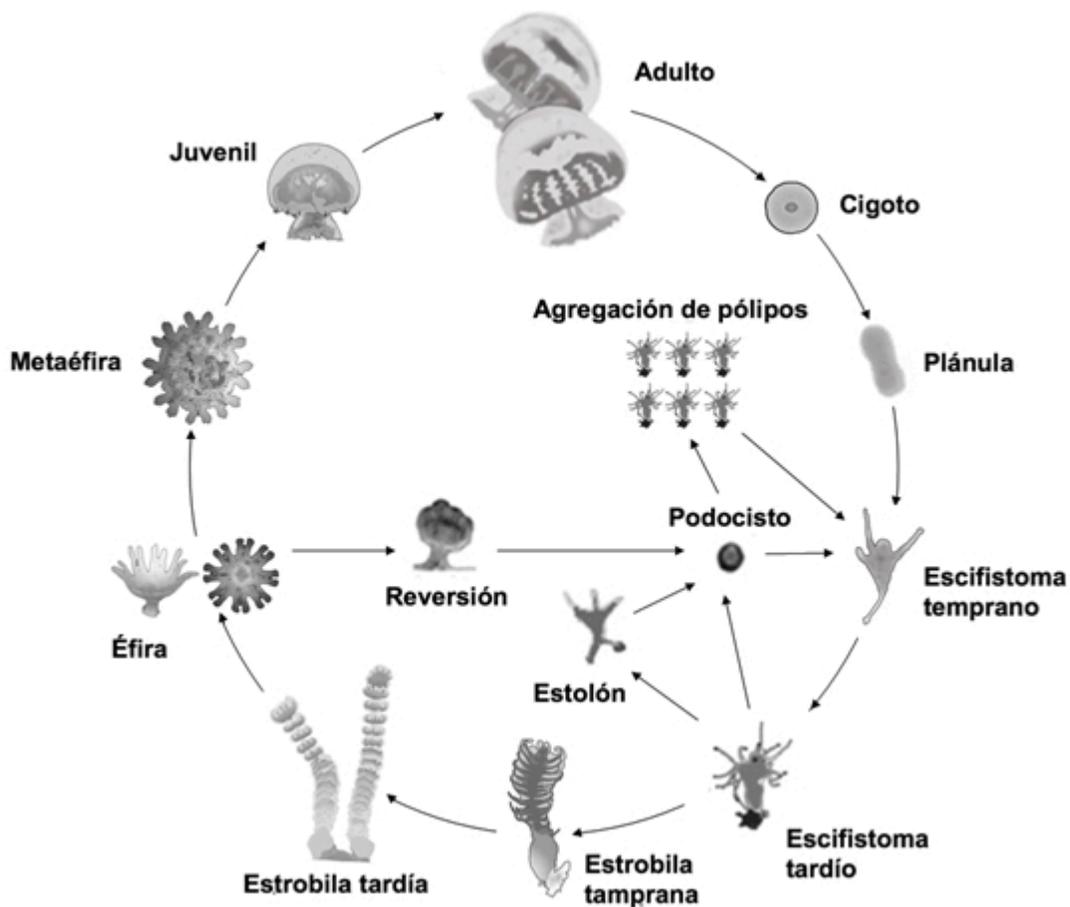


Figura 47. Fases del ciclo de vida de la medusa bola de cañón del Golfo de California, México (López-Martínez et al., 2022).

Causas del incremento de las medusas

Las medusas forman enjambres espectaculares por sus volúmenes, siendo muchos y complejos los factores que contribuyen a su formación, su llegada a nuestras costas es un fenómeno natural que ha ido en aumento, pero también ha despertado una preocupación que es mayor por ser escasas las investigaciones al respecto. Dentro de las potenciales causas del incremento se encuentran: 1) la alteración de las corrientes; 2) la sobrepesca y la alteración de las cadenas alimenticias; 3) la contaminación industrial; 3) las especies invasoras; 4) eventos climáticos. Sea cual sea la causa, parecen estarse creando las condiciones favorables para la proliferación de las medusas, con la consecuente reducción de las larvas de organismos de importancia pesquera y ecológica y los cambios en los ecosistemas donde habitan (Liu, 2023). Las medusas son consideradas estructuradoras de los ecosistemas y son temas centrales que demandan investigación con fines de prevención y control de sus poblaciones.

Aprovechamiento de las medusas

El incremento de sus poblaciones ha despertado el interés del potencial aprovechamiento biotecnológico y alimenticio. Desde los años 1700, las medusas han formado parte de platillos típicos en festividades importantes en los países orientales, principalmente China y Japón. En las décadas siguientes, derivado de investigaciones en biotecnología se han descrito propiedades medicinales importantes como su efecto antihipertensivo, anticoagulante, antimicótico, antioxidante, anti-obesidad, anticancerígenas, antienvjecimiento por su alto contenido de colágeno, también como marcadores para medicina molecular y como péptidos bioactivos a partir del veneno de algunas medusas (Duarte et al., 2022).

Otros usos que se le han dado a las medusas es 1) como alimento para ganado, 2) como plaguicida en la industria agrícola, 3) como biomonitores, 4) como biofiltro para recuperar

APROVECHAMIENTO DE LA MEDUSA

micro plásticos (EU-project GoJelly Project), 5) para confeccionar pañales, tampones y toallas de papel biodegradable, 6) en biomecánica, el movimiento de nado de las éfiras ha inspirado el desarrollo de robots blandos para exploraciones submarinas (Hussein et al., 2015, Christianson et al., 2019, Duarte et al., 2022).

Pesca de medusas

Se capturan principalmente en países del sureste asiático, como China, Tailandia, Indonesia y Malasia, además de Australia, en países europeos como Rusia y España, países africanos como Namibia y más recientemente en países como EE. UU., México y Ecuador. Las capturas mundiales en 2018 fueron cercanas a las 300,000 T.M. (FAO, 2024). Las pesquerías de medusa son de únicamente 34 especies y se caracterizan por su estacionalidad, efectuándose en un periodo corto del año, además presentan alta variabilidad en las abundancias de las poblaciones de un año a otro, lo cual se le ha asociado principalmente a factores ambientales (Decker et al., 2023); esto hace que las inversiones en infraestructura para crear nuevas pesquerías sean bastante desafiantes.

Algunos países asiáticos que históricamente capturan medusas han implementado diversas estrategias, como el uso de plantas de proceso móviles, que les permiten trasladar la infraestructura de procesamiento a las localidades donde se capturan y descargan. Otra estrategia desarrollada por productores de China, es llevar a cabo investigaciones orientadas a desarrollar cultivos de medusa y actualmente se crían y liberan medusas juveniles, siendo una práctica exitosa para mantener la población y las capturas (Duarte et al., 2022).

Pesca de medusas en México

La medusa *Stomolophus spp* conocida como bola de cañón, posee una estructura semiesférica llamada campana y un tronco central que forman los brazos orales carentes de tentáculos, al cual se le llama piñón (Fig. 48). Internamente presentan una estructura

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

gelatinosa consistente de una epidermis, con una gruesa capa de material semitransparente (mesoglea), seguido por otra fina capa recubriendo la parte interna de la cavidad gástrica.

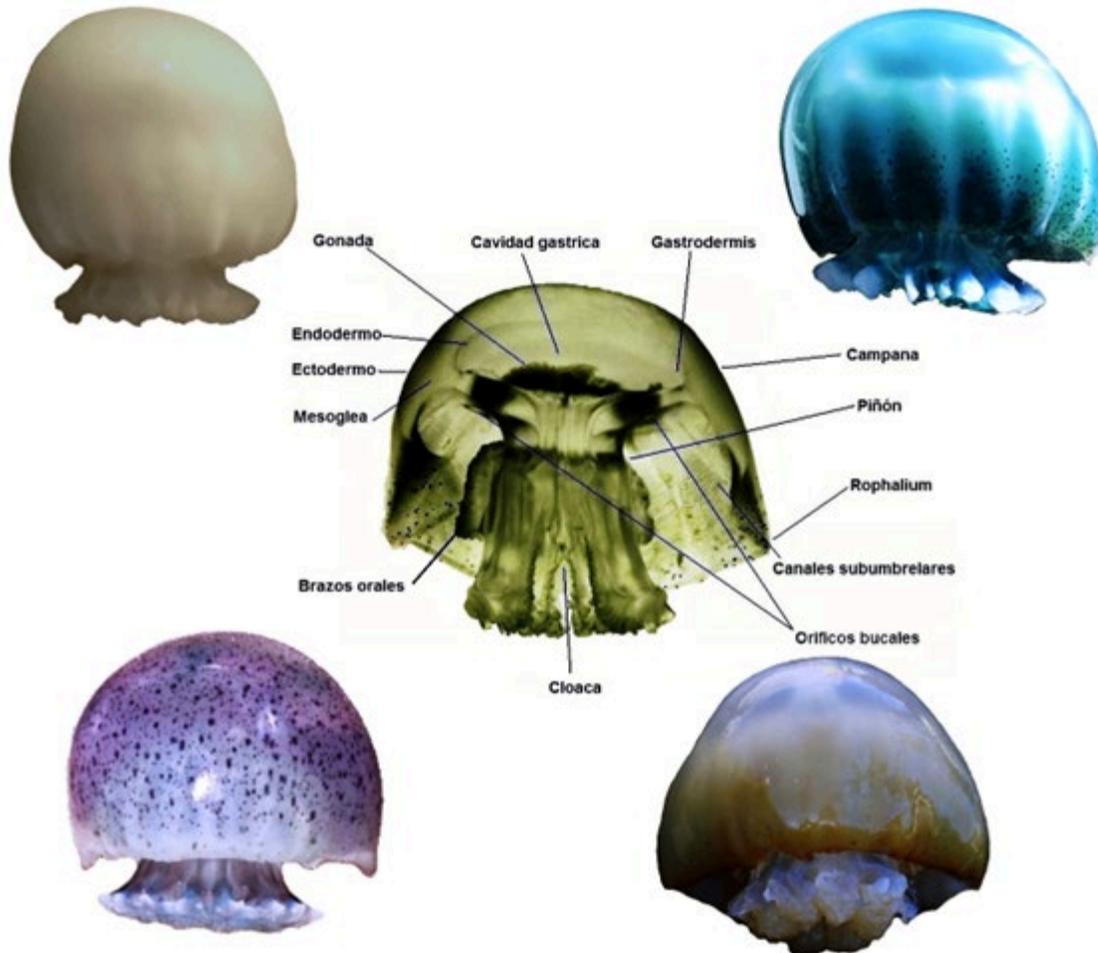


Figura 48. Esquema de la anatomía y de la variedad de fenotipos de la medusa bola de cañón del Golfo de California, México.

APROVECHAMIENTO DE LA MEDUSA

En la base de la cavidad se ubican los filamentos gástricos que digieren el alimento, a la vez que comparten el espacio con las gónadas del organismo. Su color varía desde azul cobalto, azul cielo, blanco, morado y café (Nevárez-López et al., 2021). Su dieta incluye huevos de peces, copépodos, larvas de moluscos, crustáceos como camarones, jaibas, entre otros (Álvarez-Tello et al., 2016). Durante el periodo reproductivo sexual (de marzo a mayo, como máximo en abril-mayo) se presentan grandes agregaciones de medusas, lo que incrementa su éxito reproductivo (López Martínez et al., 2022). Después de este evento, la medusa alcanza su máximo periodo de vida, de alrededor de 6 meses, posteriormente ocurre una mortandad masiva, una gran cantidad de medusas son arrojadas a las playas o flotando cerca de la orilla, muchas otras se van al fondo del mar, donde ayudan a mantener la productividad de las aguas. Después de ese periodo, las medusas desaparecen de la zona y aparecen como juveniles o éfiras durante octubre-noviembre.

Aunque esta especie ya era conocida en México desde hace décadas, no se conocía un mercado de consumo para ella. A principios de este siglo se tuvo conocimiento de su gran demanda en países asiáticos; así, se abrió la oportunidad para la comercialización y dio inicio su aprovechamiento como pesca de fomento.

En el Golfo de California desde el 2001 la explotación de medusa se ha realizado de manera ininterrumpida (Fig. 49) a lo largo de la costa del litoral sonorenses (López-Martínez & Álvarez-Tello, 2013).



Fotografía: Javier Álvarez-Tello

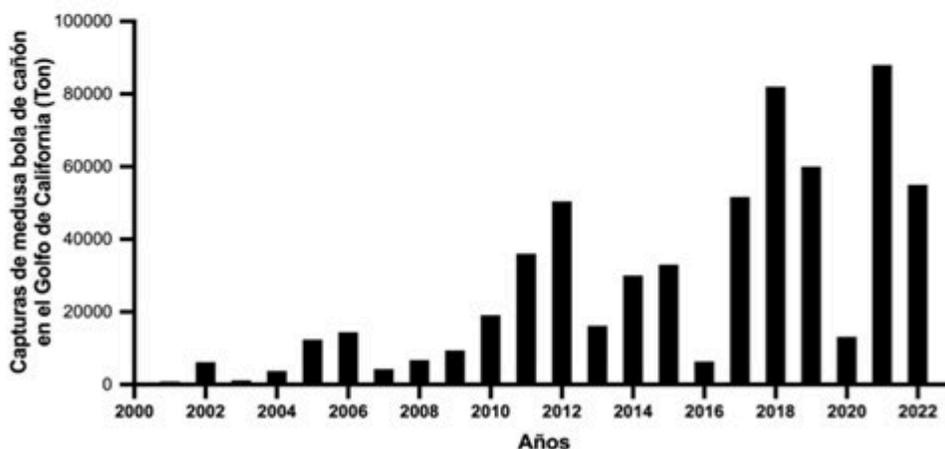


Figura 49. Actividad de la pesca (panel superior) y valores de las capturas (panel inferior) de la medusa bola de cañón del Golfo de California, México.

En Sonora, la pesca de medusa se desarrolló fuertemente, siendo las zonas de Guaymas-Empalme, Bahía de Kino-El Choyudo y El Golfo de Santa Clara las más relevantes en cuanto a empleos y flujo económico (Fig. 50). La pesca comercial inició a partir del 2012 en algunas regiones del Golfo de California y desde entonces su explotación se ha realizado ininterrumpidamente a lo largo de la costa centro-sur del litoral sonorense (López-Martínez & Álvarez-Tello, 2013).

En el comienzo de la pesquería, la captura se concentraba en la región centro-sur del litoral de Sonora, la temporada era de marzo a julio, incluso agosto, con alrededor de 215 embarcaciones participando. Actualmente, la pesca se realiza en todo el litoral del estado, en localidades como Golfo de Santa Clara, El Desemboque, Bahía de Kino,

APROVECHAMIENTO DE LA MEDUSA

El Sahuímaro, El Choyudo, Yavaros, Agiabampo entre otros. En la laguna costera Las Guásimas, se extrajeron capturas todos los años hasta el 2018 que no hubo por no presentarse medusa en las cantidades suficientes para hacer rentable las actividades extractivas. Desde entonces a la fecha (2024) no se han capturado los volúmenes que se obtuvieron en años anteriores, si bien recientemente se ha observado un incremento paulatino en las abundancias, esperándose capturas cercanas a las 8000 toneladas en la temporada 2024 en Las Guásimas. En localidades como en Bahía de Kino y El Desemboque de Caborca donde se ha pescado medusa, se ha dado un crecimiento espectacular en sus abundancias y después de 2-3 temporadas de pesca desaparecen; esta es una línea de trabajo que deberá abordarse en un futuro.

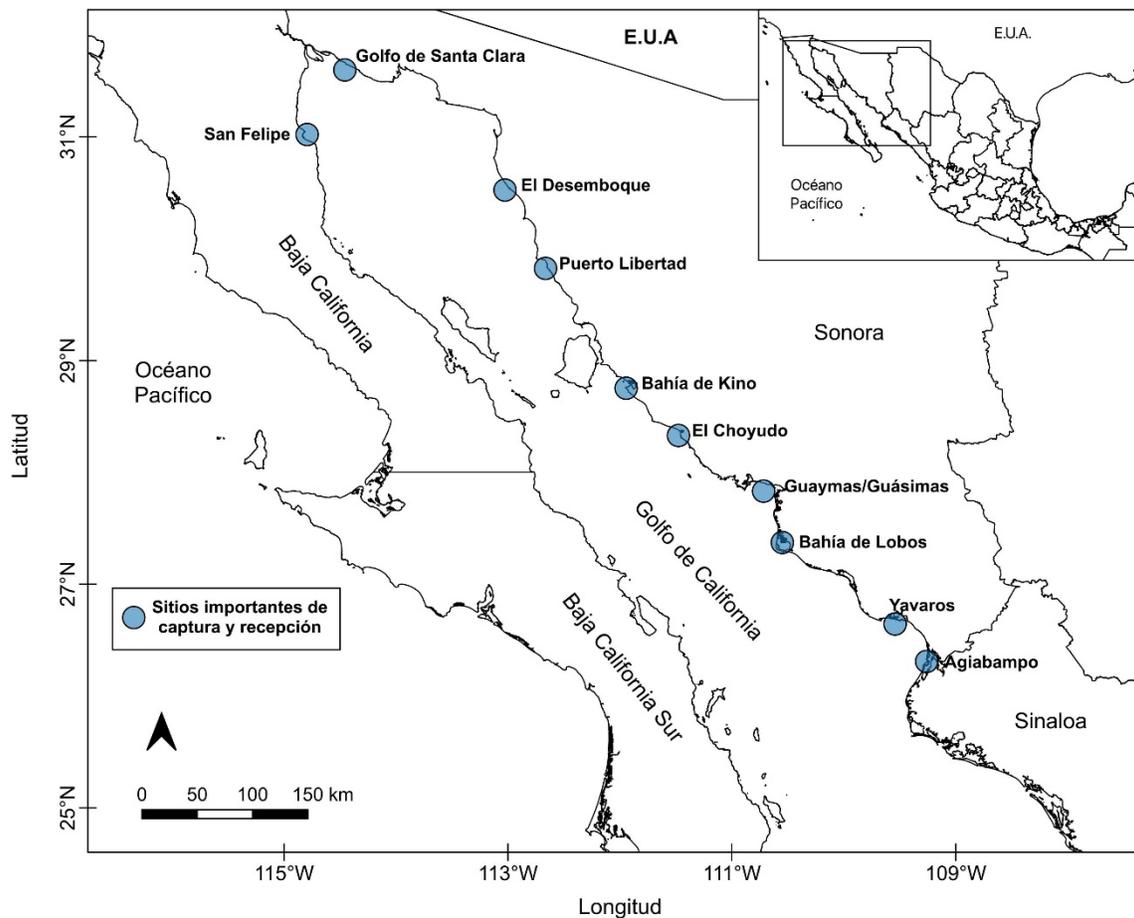


Figura 50. Sitios de importancia para la captura y el procesamiento de la medusa bola de cañón del Golfo de California, México.

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

En el Golfo de Santa Clara (donde la captura se lleva a cabo en los meses de mayo a agosto) se han obtenido las mayores capturas de México, cercanas a las 100,000 T.M. de la medusa café; la cual a partir de investigaciones con marcadores moleculares se ha planteado que es otra especie del mismo género (Gómez-Daglio & Dawson 2017), otra línea de trabajo que deberá abordarse con mayor profundidad. Otras localidades que han reportado capturas de medusa bola de cañón son Guerrero Negro y Bahía Magdalena, en Baja California Sur; Topolobampo, Navachiste y Teacapán, en Sinaloa; El Novillero, Nayarit y en el complejo lagunar Superior e Inferior de Oaxaca. Sin embargo, en ninguno de ellos los intentos para desarrollar una pesquería han sido exitosos.

Su pesca se realiza con una red tipo cuchara muy económica, a bordo de una embarcación menor (lancha) de fibra de vidrio de siete a diez metros de longitud, con un motor fuera de borda de 100 caballos y una tripulación de tres a cuatro pescadores. La captura por unidad de esfuerzo es de aproximadamente 3 T.M. por viaje, en algunas ocasiones se hacen hasta 3 viajes por embarcación por día cuando el recurso se encuentra muy cercano a la costa.

Impacto de la investigación efectuada por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, CIBNOR

Aunque esta medusa fue estudiada desde la década de los setenta, fue hasta el año 2001 en el que se incrementaron las actividades de investigación, donde se detectó un alto potencial de este recurso en los estados colindantes con el Golfo de California y dando como resultado, el desarrollo oficial de una pesquería con la generación de la ficha técnica para la carta nacional pesquera.

Paralelamente al desarrollo de la pesquería de medusa, se evaluaron sus aspectos biológicos fundamentales para plantear medidas administrativas de manejo pesquero que aseguraran su aprovechamiento sustentable.

APROVECHAMIENTO DE LA MEDUSA

El ciclo de vida, la dinámica poblacional, la biología reproductiva, fisiología, dieta, papel funcional y genética, entre otras líneas de investigación, fueron desarrollándose como producto de la coordinación y colaboración de instituciones mexicanas de investigación científica, lideradas por el CIBNOR, centro de excelencia del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología CONAHCYT, a través de sus múltiples laboratorios de alta especialidad como el de Pesquerías, Histología, Fisiología, Ictiología, Genética y Manejo Costero, en colaboración con el sector productivo pesquero del Estado de Sonora (Pesquera México, SA de CV, diversas cooperativas pesqueras y dueños de plantas procesadoras) e instituciones como el Instituto Mexicano de Investigaciones en Pesca y Acuicultura Sustentable IMIPAS, la Universidad de Sonora, la Universidad Nacional Autónoma de México y el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo.

El trabajo del CIBNOR inicio en 2004, con la solicitud por parte de productores pesqueros de evaluar el recurso. Como producto de este esfuerzo se generó la información que ayudó, en conjunto con el INAPESCA (hoy IMIPAS), a plantear medidas de manejo sustentable y elaborar la ficha técnica del recurso medusa bola de cañón en la Carta Nacional Pesquera y en la Carta Nacional Acuícola que permitieron la pesca comercial en 2012. Derivado de estas investigaciones, se pudo atender la demanda de 32 cooperativas pesqueras ribereñas, que ampararon 280 embarcaciones, generado cerca de 900 empleos directos, y cerca de 300 empleos indirectos.

Se dio apoyo a CONAPESCA, INAPESCA, y Subsecretaría de Pesca y Acuicultura del Estado de Sonora en la toma de decisiones respecto al recurso. A partir del 2012, el IMIPAS lleva a cabo las evaluaciones y el manejo del recurso, tal cual lo mandata la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.

El CIBNOR se ha enfocado en investigar el papel funcional de la medusa bola de cañón en el ecosistema, su interacción con otras pesquerías y el efecto del

ambiente (y su variabilidad en diferentes escalas, incluyendo el cambio climático) en las poblaciones de medusa. En este contexto, la investigación del CIBNOR ayudó a iniciar una pesquería, que genera miles de dólares y fuentes de empleos.

Impactos económicos y sociales de la pesca de medusas en México

Para las comunidades costeras del noroeste de México, la pesca es fundamental en la estructura social, debido a que, en muchas ocasiones, es la única fuente de ocupación y aporta tanto seguridad como soberanía alimentaria, sobre todo en localidades geográficamente remotas o marginadas (Ibarra-Morales et al., 2023), como es el caso de la mayoría de las zonas donde se pesca medusa en el Golfo de California.

Esta pesquería ha adquirido gran relevancia por sus implicaciones socioeconómicas altamente favorables. Esto es debido a que la pesca se da en los siguientes entornos:

1. la actividad extractiva es llevada a cabo exclusivamente por el sector pesquero ribereño, uno de los sectores más vulnerables de la sociedad. En la fase de procesamiento participan miembros de las familias de los pescadores.

2. la temporada de pesca de medusa ocurre cuando la actividad pesquera de otros recursos disminuye debido al inicio de la época de veda de otras especies comerciales (López-Martínez et al., 2018).

Actualmente hay 34 plantas procesadoras temporales de medusa en Sonora, distribuidas en Guaymas, Bahía Kino, Puerto Peñasco, San Luis Río Colorado y Golfo de Santa Clara, principalmente, así como en Baja California (San Felipe y Ensenada). El precio promedio a pie de playa es de \$12.00 pesos por kilo, en algunas zonas se realizan dos viajes diarios, con pesca de 3 T.M. en cada uno, el pago aproximado es de \$72,000.00 pesos, de los cuales, se cubren el costo del permiso, combustible, comida, renta de los aparejos de pesca, pago de hasta 8 pescadores que apoyan en la pesca y captura, servicios preventivos al motor, reparaciones al motor, entre otros (Ibarra-

APROVECHAMIENTO DE LA MEDUSA

Morales et al., 2023). A pesar de lo artesanal de esta labor, las cifras de la pesca de medusa son considerables: en 2017 se capturó en Guaymas-Las Guásimas, Yavaros y Golfo de Santa Clara, aportando esta última zona el 86% del volumen de extracción, con una captura total de 46,400 T.M. El costo del producto fue de \$18,804,190.00 USD, mientras que se vendió en \$29,696,000.00 USD, con un margen de ganancias de \$10,891,809 USD, mientras que el pescador percibió un ingreso de \$56 USD, esto es, \$1,060 pesos mexicanos diarios por un periodo de 45 días tan solo en El Alto Golfo de California.

La captura máxima de medusa se obtuvo en 2021, arriba de 80,000 T.M., convirtiendo a México en uno de los principales productores a nivel mundial. Esto representó casi 613 millones de pesos de derrama para pescadores, comerciantes, transportistas y el gobierno vía pago de impuestos. Además, se emplean poco más de 4,500 personas en la fase de procesamiento y otros 1,500 empleos indirectos relacionados a transporte de personal, alimentos y hospedajes, en la región del Alto Golfo.

La cadena de valor de la pesquería involucra también a las familias de los pescadores, los procesadores, los intermediarios, los compradores, las instancias federales y los actores indirectos (Cruz-Colin, 2019). Resaltando la inclusión de las mujeres en los trabajos de procesamiento en planta, donde la mayoría es realizado por mujeres, lo que las ha visibilizado en la pesca a nivel nacional.

Conclusiones

Las medusas son consideradas como los grandes estructuradores de los ecosistemas, en los últimos años, y en particular en el litoral sonoreño, sus apariciones masivas han traído beneficios para uno de los sectores más vulnerables de la población, los pescadores ribereños, los cuales han tenido bajas capturas de otros recursos como el camarón, pero con la pesquería de medusas, sus condiciones de vida han mejorado.

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

Este es un ejemplo de éxito de las investigaciones en materia de pesca por parte del CIBNOR, las cuales deben ser impulsadas y replicadas para otras localidades y especies buscando generar otras opciones de pesca al sector para la diversificación de sus actividades extractivas. Esta información ayudaría así mismo a las autoridades en la planeación de la diversificación y adaptación del sector pesquero del país ante las potencialmente adversas situaciones que se prevén en un futuro mediano ante el Cambio climático donde muy probablemente las medusas sean unas de las especies que logren adaptarse a dicho cambio.

Importancia social

La medusa bola de cañón representa la pesquería más nueva de México, actualmente el país ocupa el 5º lugar como productor de medusa en el mundo, con un promedio de 45,000 toneladas anuales, generando 19,000 empleos y una derrama económica de 36 millones de dólares, más del 75% de este ingreso se queda en los pescadores y los trabajadores de las plantas procesadoras. A nivel nacional esta pesquería ocupa el tercer lugar en volumen, además, tiene un alto impacto social, ya que se lleva a cabo por el sector social ribereño y muchos familiares de los mismos pescadores trabajan en las plantas procesadoras; por lo que esta pesquería se convirtió en una verdadera alternativa para el sector ribereño de Sonora.

Perspectivas

Por la importancia que este recurso está alcanzando, y con fines de lograr su sustentabilidad, es necesario llevar a cabo un manejo dinámico y participativo, involucrando a miembros de todos los sectores de la pesquería en la toma de decisiones.

APROVECHAMIENTO DE LA MEDUSA

Uno de los problemas en la pesquería de la medusa, es la dependencia de intermediarios asiáticos para su venta, al no poder acceder a la venta directa en China.

Es necesario contar con el apoyo conjunto de autoridades y procesadores, para abrir canales de comercialización.

Es necesario contar con apoyos económicos en infraestructura y asesoría para cubrir los requisitos para diferentes certificaciones de las plantas para la exportación.

Se debe impulsar el aprovechamiento de la medusa dando valor agregado y valor terminal para buscar nuevas formas de aprovechamiento, como encapsulado para insumos médicos, industria cosmética, entre otros. Además de su viabilidad de cultivo para fines de repoblamiento como se realiza en otros países como China.

Es esencial promover la investigación en un enfoque basado en ecosistemas, para avanzar en el conocimiento y el modelado predictivo de su proliferación e implementar planes estratégicos para desarrollar este recurso como fuente de alimento sostenible.

Es necesario conocer el impacto de los crecientes afloramientos de este tipo de organismos en mares mexicanos, su potencial efecto en el ecosistema como especie que probablemente se verá beneficiada con el calentamiento del mar.

Todas estas acciones ayudarían a mejorar la calidad de vida de los pescadores, esfera prioritaria del nuevo Marco estratégico de la FAO para 2022-2031 concebida para acelerar la consecución de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible en el ámbito de alimentación (SOFIA 2022).

Agradecimientos

Se agradece el apoyo de Cirilo Soto (Comité de Aguamala, productor y exportador internacional de medusa “bala de cañón” de Guaymas, Sonora, México) y Marcos Navarro (Asociación de procesadores y comercializadores de aguamala en el Estado de Sonora).

Literatura citada

Álvarez-Tello, F. J., López-Martínez, J., & Lluch-Cota, D.B. (2016). Trophic spectrum and feeding pattern of cannonball jellyfish *Stomolophus meleagris* (Agassiz, 1862) from central Gulf of California. *Marine Biological Association of the United Kingdom* 96 (6), 1217-1227. <https://doi.org/10.1017/S0025315415001605>

Carta Nacional Pesquera 2023. Diario Oficial de la Federación.

Christianson, C., Bayag, C., Li, G., Jadhav, S., Giri, A., Agba, C., Li, T., & Tolley, M.T. (2019). Jellyfish-Inspired Soft Robot Driven by Fluid Electrode Dielectric Organic Robotic Actuators. *Frontiers in Robotics and AI* 6, 126. <https://doi.org/10.3389/frobt.2019.00126>

Cruz-Colin, M. E. Cisneros-Mata, M. Á., & Montaña-Moctezuma, G. (2019). Análisis de actores de la pesquería de medusa en Guaymas, Sonora. *Región y sociedad*. 2019, vol.31, e1104. <https://doi.org/10.22198/rys2019/31/1104>

Decker, M. B., Brodeur, R. D., Ciannelli, L., Britt, L. L., Bond, N. A., DiFiore, B. P., & Hunt Jr, G. L. (2023). Cyclic variability of eastern Bering Sea jellyfish relates to regional physical conditions. *Progress in Oceanography*, 210, 102923. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2022.102923>

Duarte, I. M., Marques, S. C., Leandro, S. M., & Calado, R. (2022). An overview of jellyfish aquaculture: for food, feed, pharma and fun. *Reviews in Aquaculture*, 14(1), 265-287. <https://doi.org/10.1111/raq.12597>

FAO 2024. Consultado 24/01/2024. <https://www.fao.org/3/cb8667en/online/src/html/chapter-4.2.html>

APROVECHAMIENTO DE LA MEDUSA

- Gomez-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(5), 635-663. <https://doi.org/10.1071/IS16055>
- Hussein, O.S., Sayed, R. M., & Saleh, O. I. 2015. Uses of jellyfish in pre sowing seeds treatment and pest control. *American Journal of Experimental Agriculture* 5 (1), 60-69. <http://doi.org/10.9734/AJEA/2015/12196>
- Ibarra-Morales, L. E., Carrillo-Cisneros, E., & Huerta-Dueñas, M. (2023). Caracterización de la pesquería medusa bola de cañón (*Stomolophus meleagris*) y su efecto en el desarrollo económico de la región sur del estado de Sonora. Un estudio exploratorio. *Revista De Investigación Académica Sin Frontera: Facultad Interdisciplinaria De Ciencias Económicas Administrativas - Departamento De Ciencias Económico Administrativas-Campus Navojoa*, 39. <https://doi.org/10.46589/rdiasf.vi39.553>
- Liu, Y. (2023). Impact, Responses and Future Prediction of Climate Change on the Phenology of Jellyfish. *Theoretical and Natural Science*, 3: 658-665. <http://doi.org/10.54254/2753-8818/3/20220413>
- López Martínez, J., Álvarez Tello, F. J., Porchas Cornejo, M. A., Nevárez López, C. A., Muhlia Almazán, A., & Urias Padilla, K. V. (2022). Multiple reproduction forms in the polyps of the cannonball jellyfish *Stomolophus* sp 2: Probable life-cycle reversal. *Journal of Experimental Zoology Part A-Ecological and Integrative Physiology*, 339 (3), 1-14. <https://doi.org/10.1002/jez.2673>
- López-Martinez, J., & Álvarez-Tello, F. J.. (2013). Jellyfish fishery in Mexico. *J. Agricultural Science*, 4 (6), 57-61. <http://doi.org/10.4236/as.2013.46A009>
- López-Martínez, J., Álvarez-Tello, F. J., Navarro-Fernández, M., Cisneros-Mata, M. A., Ross-Guerrero, M., Soto-Murillo, C., & Arzola-Sotelo, E. A. (2018). La medusa en México: Importancia socioeconómica y su futuro en la acuicultura. *Panorama Acuícola Magazine*, 23 (3), 56-61.
- Mills, C. E. (1984). Density is altered in hydromedusae and ctenophores in response to changes in salinity. *The Biological Bulletin*, 166 (1), 206-215. <https://doi.org/10.2307/1541442>
- Nevárez-López, C., Hernández-Saavedra, N., Sánchez-Paz, A., Rojas-Posadas, D., Muhlia- Almazán, A., & López-Martínez, J. (2021). Colour polymorphism and genetic structure in the cannonball jellyfish (*Stomolophus meleagris*, L. Agassiz, 1860) in the Gulf of California. *Marine Biology Research*, 16 (10), 714-728. <https://doi.org/10.1080/17451000.2021.1887495>
- SOFIA 2022. <https://www.fao.org/documents/card/es?details=CC0461ES>. CONSULTADO 01/02/2024.

Raposo, A., Alasqah, I., Alfheaid, H. A., Alsharari, Z. D., Alturki, H. A., & Raheem, D. (2022). Jellyfish as food: a narrative review. *Foods*, 11, 2773. <https://doi.org/10.3390/foods11182773>

Young, G.A., & Hagadorn, J.W. (2010). The fossil record of cnidarian medusae. *Palaeoworld*, 19, 212–221. <http://doi.org/10.1016/j.palwor.2010.09.014>

Para citar esta obra:

López Martínez J., E. Herrera Valdivia, C. A. Nevárez López*, R. Morales Azpeitia, J. Álvarez Tello y E. B. Farach Espinoza. 2025. Aprovechamiento de la medusa bola de cañón en el Noroeste de México, la pesquería y su dimensión humana en el contexto de la crisis del sector ribereño. En: Ortega-Rubio A. (Coord.) Investigación sobre los recursos naturales del noroeste de México, para el bienestar comunitario. (pp. 319-337). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S. México. 547 pp.

