



# Pesca de moluscos y crustáceos en manglares de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México

## Mollusc and crustacean fisheries in mangroves of Magdalena-Almejas Bay, Baja California Sur, Mexico

Esteban Fernando Félix-Pico<sup>1</sup>\*, Mauricio Ramírez-Rodríguez<sup>1</sup> y Sofía Ortega-García<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, Baja California Sur, México.

\* Autor de correspondencia: efelix@ipn.mx

### RESUMEN

Para determinar cambios en las capturas de moluscos y crustáceos asociados a zonas de manglar en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas y el posible impacto de la variabilidad ambiental a mediano plazo, se analizaron tendencias de producción derivadas de datos registrados por la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca de 1992 a 2021. Además, se establecieron posibles relaciones con las condiciones ambientales asociadas con los periodos de presencia del El Niño-La Niña basados en valores de temperatura superficial del mar. Las pesquerías incluidas aprovechan las siguientes especies: almejas pata de mula (*Anadara tuberculosa*), catarina (*Argopecten ventricosus*), chocolata (*Megapitaria squalida*) y roñosa (*Chione californiensis*); callos de hacha (*Pinna rugosa* y *Atrina maura*), y caracoles murex negro y rosa (*Hexaplex nigritus* y *Phyllonotus erythrostomus*). También se consideraron las de camarón azul (*Penaeus stylirostris*), camarón café (*P. californiensis*) y jaiba verde (*Callinectes bellicosus*). Los resultados muestran variabilidad entre las series de cada pesquería, con tendencias positivas para almeja pata de mula, roñosa y caracol chino y negativas para almeja catarina, chocolata y camarón. Los cambios que suceden con mayor frecuencia parecen cíclicos y aparentemente relacionados con variaciones en las condiciones ambientales. Sin embargo, se concluye que es difícil diferenciar y cuantificar los posibles efectos en la disponibilidad de recursos por causa de la pesca o de modificaciones en los manglares, las condiciones del hábitat y su impacto en procesos biológicos como reproducción, alimentación, crecimiento, movilidad y reclutamiento.

**PALABRAS CLAVE:** capturas, disponibilidad, efectos ambientales, ENSO, pesquerías de pequeña escala.

### ABSTRACT

To determine changes in the catches of mollusks and crustaceans associated with mangrove areas in the lagoon complex of Magdalena-Almejas Bay and the possible impact of medium-term environmental variability, production trends derived from data recorded by the National Commission of Aquaculture and Fisheries from 1992 to 2021 were analyzed. In addition, possible relationships were established with environmental conditions associated with El Niño-La Niña periods based on sea surface temperature values. The fisheries included in the analysis targeted the following species: the black arks (*Anadara tuberculosa*), Pacific calico scallops (*Argopecten ventricosus*), squalid callista clams (*Megapitaria squalida*), Californian venus clams (*Chione californiensis*), pen shells (*Pinna rugosa* and *Atrina maura*), and the Murex snails the black and pink (*Hexaplex nigritus* and *Phyllonotus erythrostomus*). Blue shrimp (*Penaeus stylirostris*), brown shrimp (*P. californiensis*), and green swimming crab (*Callinectes bellicosus*) were also considered. The results showed variability among the series for each fishery, with positive trends for black arks, Californian venus clams, and Chinese snails, and negative trends for Pacific calico scallops, squalid callista clams, and shrimps. The most frequently occurring changes appeared to be cyclic and related to variations in environmental conditions. However, we concluded that it is difficult to differentiate and quantify the possible effects on resource availability due to fishing or modifications in mangroves, habitat conditions, and their impact on biological processes such as reproduction, feeding, growth, mobility, and recruitment.

**KEYWORDS:** catches, availability, environmental effects, ENSO, small-scale fisheries.

## INTRODUCCIÓN

Los manglares juegan un importante papel en las economías costeras tropicales y subtropicales, aportando a las poblaciones humanas bienes y servicios (Aburto-Oropeza et al., 2008; Rodríguez-Zúñiga et al., 2013; Costanza et al., 2014). En el sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas, en la costa occidental del estado de Baja California Sur (Fig. 1), los manglares aportan al desarrollo de importantes pesquerías de pequeña escala de peces, moluscos y crustáceos, generando hasta 76% de la captura del estado (Ramírez-Rodríguez y Ojeda-Ruíz, 2012). Además, contribuyen en la producción total de la materia orgánica depositada en los sedimentos y en la producción de follaje, y propician la reducción de corrientes que favorece la acumulación de sedimentos y la protección a las poblaciones humanas contra huracanes (Chávez-Rosales, 2006; López-Medellín et al., 2011).

En Bahía Magdalena-Almejas, aunque predomina el clima seco semicálido con lluvias en invierno, la temperatura es el factor climático más relevante en la distribución de los manglares peninsulares que se ubican en el límite norte del Pacífico oriental. Los bosques de manglar, conformados por mangle rojo (*Rhizophora mangle*), negro (*Avicenia germinans*) y blanco (*Laguncularia racemosa*), constituyen un hábitat de refugio y alimentación para diversas comunidades de vertebrados e invertebrados marinos de origen tropical, pero como la región de Bahía Magdalena-Almejas es una zona de transición al sur de la corriente de California (Valderrama-Landeros et al., 2017), la presencia de especies templadas de moluscos y crustáceos no es infrecuente.

Las pesquerías de moluscos y crustáceos son fundamentales para la economía de las comunidades pesqueras de Bahía Magdalena-Almejas, especialmente en Puerto Adolfo López Mateos, Puerto San Carlos y Puerto Chale, donde habitan los pescadores y se tienen establecidas plantas procesadoras. La pesquería del camarón tiene mayor importancia socioeconómica, seguida de la almeja catarina. En la región también destacan la pesca ribereña de escama (peces) y la industrial de sardina (Ramírez-Rodríguez y Ojeda-Ruíz, 2012).

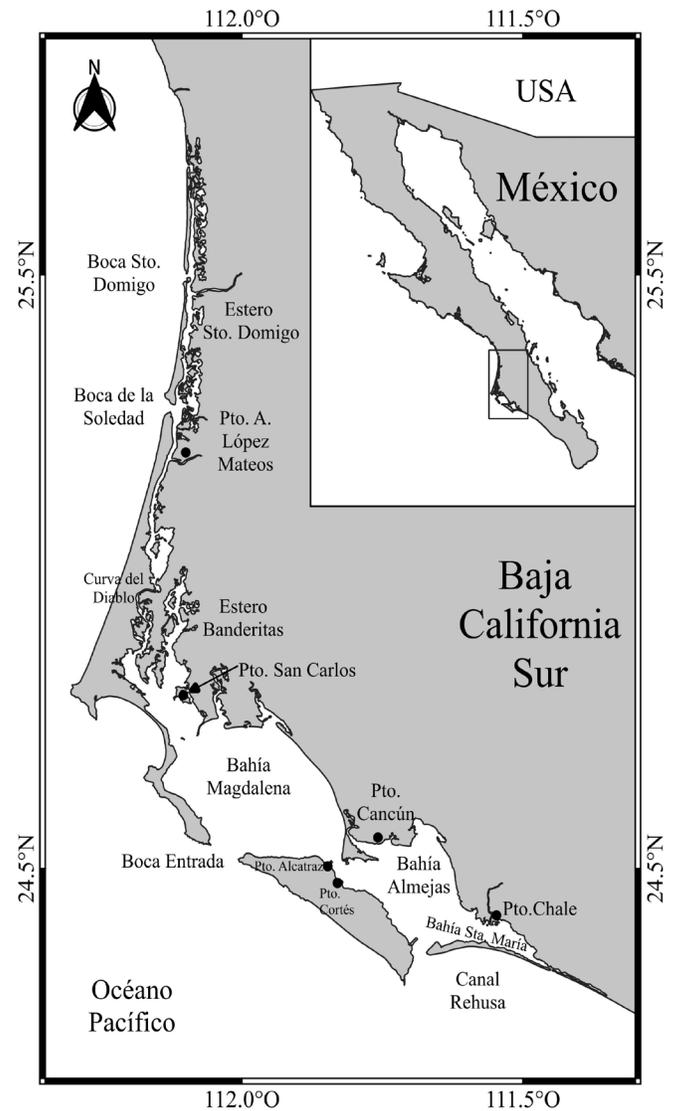


FIGURA 1. Ubicación del sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur (BCS), México.

Elaboración propia con el software para mapas QGIS ver. 3.34.1-Prizren.

Entre los invertebrados de importancia comercial sobresalen ocho bivalvos, tres gasterópodos y cuatro crustáceos asociados a manglares (Tabla 1) (Hernández-Valenzuela, 1996; Vélez-Barajas y Fajardo-León, 1996; Félix-Pico, 2006; Félix-Pico et al., 2009; Ojeda-Ruíz de la Peña y Ramírez-Rodríguez, 2014; Ruiz-Verdugo et al., 2016).

De acuerdo con varios autores, las capturas de moluscos y crustáceos en Bahía Magdalena-Almejas han presentado amplias variaciones debido a la pesca intensiva, lo que ha llevado al cierre de la pesca de los callos de hacha,



la almeja catarina y la almeja chocolata (García-Borbón et al., 1996; Félix-Pico, 2006; Amezcua-Castro et al., 2015; Jiménez-Quiroz et al., 2021). Sin embargo, no se pueden descartar posibles efectos de variables ambientales en los procesos biológicos de las especies aprovechadas (Cervantes-Duarte y García-Romero, 2007; Jiménez-Quiroz et al., 2021). Como apuntan Velázquez-Salazar et al. (2021), ante el crecimiento de la actividad pesquera, acuícola y turística, es necesario efectuar su seguimiento para aportar información a planes de desarrollo, conservación y manejo en el marco del aprovechamiento sustentable y el cambio climático. En este trabajo se considera que las capturas de moluscos y crustáceos asociadas a zonas de manglar en el complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas son afectadas de forma diferencial por la presencia de El Niño-La Niña.

## OBJETIVOS

Determinar las tendencias históricas de las capturas de moluscos y crustáceos en las áreas de manglar del complejo

lagunar Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, y analizar su relación con factores ambientales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron los datos sobre producción de moluscos y crustáceos, en el sistema Bahía Magdalena-Almejas, registrados en avisos de arribo de embarcaciones menores y facilitados por la Dirección de Planeación de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (Conapesca). Los datos se revisaron construyendo filtros para identificar valores extremos y corregir errores de digitalización cuando era posible; de lo contrario, el dato fue eliminado. Para el caso de los moluscos y los crustáceos se dispuso de datos de 1992 hasta 2021.

Los datos de captura se agruparon considerando las especies asociadas a manglares (Tabla 1). Cuando no fue posible diferenciar por especie, los grupos se formaron según el nombre comercial general (callos de hacha, caracoles, camarones, jaibas). Para cada grupo se analizaron las tendencias de captura desembarcada por año.

Tabla 1. Especies de bivalvos, gasterópodos y crustáceos de importancia comercial asociados con manglares en el sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas.

<i>Nombre común</i>	<i>Familia</i>	<i>Nombre científico</i>
Bivalvos		
Pata de mula	Arcidae	<i>Anadara tuberculosa</i>
Almeja roñosa o chirla	Veneridae	<i>Chione californiensis</i>
Almeja chocolata	Veneridae	<i>Megapitaria squalida</i>
Callo de hacha larga	Pinnidae	<i>Pinna rugosa</i>
Callo de hacha chino	Pinnidae	<i>Atrina maura</i>
Almeja catarina	Pectinidae	<i>Argopecten ventricosus</i>
Gasterópodos		
Caracol chino negro	Muricidae	<i>Hexaplex nigritus</i>
Caracol chino rosa	Muricidae	<i>Phyllonotus erythrostomus</i>
Crustáceos		
Camarón azul	Penaeidae	<i>Penaeus stylirostris</i>
Camarón café	Penaeidae	<i>Penaeus californiensis</i>
Jaiba verde	Portunidae	<i>Callinectes bellicosus</i>

Elaboración propia con listado corregido con datos de de WoRMS Editorial Board (2024).

Con el fin de establecer posibles relaciones entre las tendencias de producción de los grupos de especies y las condiciones ambientales, se consideraron los periodos de presencia del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), que presenta periodos con condiciones cálidas y frías en el ecosistema, El Niño y La Niña respectivamente, definidos de acuerdo con los reportes de la National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA] (s/f a). No se dispuso de datos sobre precipitación y temperatura en la región, pero se reconoce que estas variables están relacionadas con la presencia de El Niño-La Niña [NOAA] (s/f b). Los valores de temperatura superficial del mar (1993-2020) fueron derivadas de imágenes de satélite a través de la información de Copernicus Marine Service (2022).

Dada la disponibilidad y calidad de datos sobre captura de las diferentes especies, se aplicó un análisis formal de correlación cruzada entre las series de tiempo de temperatura superficial del mar y la producción pesquera analizada. Los promedios anuales para el área de estudio fueron realizados en el lenguaje de programación R (R Core Team, 2023). Ambas series (temperatura superficial

del mar y captura de moluscos y crustáceos) se sometieron a un suavizamiento con un promedio móvil de orden tres y se aplicó un análisis de correlación cruzada, este proceso se realizó utilizando el software StatSoft, Inc. STATISTICA versión 10 (StatSoft, 2011).

## RESULTADOS

Durante el periodo analizado, la tendencia de producción de moluscos incrementó, pero presentó variaciones temporales asociadas con la contribución de los diferentes grupos de especies. Destacó el predominio de la almeja catarina en periodos relacionados con la presencia de La Niña y su ausencia o escasa participación durante los periodos de El Niño (Fig. 2). La producción promedio anual de moluscos fue de 1336 t. Solo se incluyeron las especies registradas en los sitios de captura en las cercanías de los manglares; el resto no se contabilizó, los registros incluidos representan 79% de la captura total del sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas.

La mayor diversidad se registró en Bahía Magdalena (la zona central del sistema lagunar). El grupo mejor

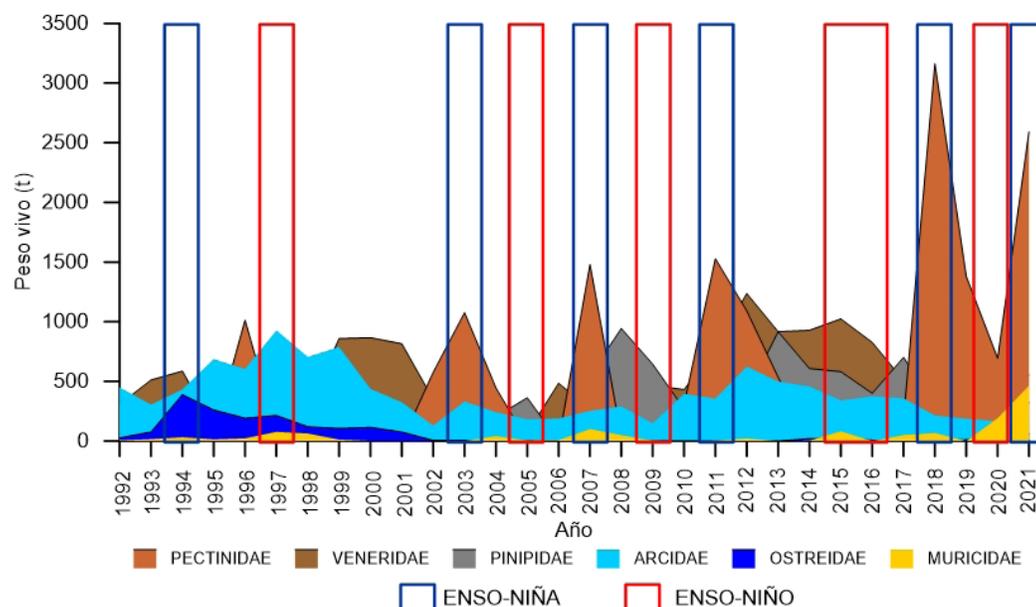


FIGURA 2. Producción de grupos de moluscos capturados asociados con manglares en Bahía Magdalena-Almejas, BCS, de 1992 a 2021 y periodos de El Niño y La Niña.

Elaboración propia con el software para gráficos Grapher Ver. 10.3.825 y base de datos de la Dirección de Planeación de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca.



representado en la rizosfera fue la almeja pata de mula. En las planicies areno-fangosas, destacaron la almeja roñosa, la almeja chocolate y los callos de hacha. En los canales y pastizales, en la epifauna, la almeja catarina presentó registros superiores a 3000 t en algunos años. Por su producción promedio anual, destacaron los callos de hacha con 530 t y la pata de mula con 386 t. Para la clase Gastropoda, sobresalió la captura de caracol chino en fondos blandos.

La captura de la almeja pata de mula, con su hábitat restringido al bosque de manglar, en 1997 fue de 928 t, pero en 2002 solamente se registraron 120 t. Los pescadores informaron sobre alternancia de áreas de pesca conforme el abatimiento de los bancos y su recuperación en el tiempo, pero no se han realizado estudios formales. Las evidencias sugieren una disminución en la densidad del recurso relacionada con la pesca (Félix-Pico et al., 2009; Ramírez-Rodríguez et al., 2011), ya que los niveles de captura altos y bajos se dieron durante periodos de El Niño y La Niña (Fig. 3).

La captura de la almeja roñosa en los primeros años fluctuó entre 33 t y 477 t. A partir de 2009 la tendencia fue ascendente, alcanzando 853 t en 2012 y buena producción hasta 2015. La relación de altas capturas con la presencia de La Niña coincidió en los primeros cuatro periodos; sin embargo, durante El Niño 2015-2017 se registró el último pico y desde entonces la captura fue disminuyendo (Fig. 4).

La captura de almeja chocolate de 1999 a 2002 y de 2012 a 2014 fluctuó alrededor de 400 t/año, coincidiendo con periodos intermedios entre El Niño y La Niña; por otro lado, los mínimos se registraron con periodos El Niño y desde 2015 la tendencia es a disminuir (Fig. 5). En 2018 y 2019 la pesquería se cerró buscando recuperar los bancos y para 2020 y 2021 se registraron poco más de 200 t/año.

Con referencia a los callos de hacha, los registros de captura iniciaron en 2002 y han presentado fluctuaciones anuales entre 200 t y 877 t; los valores bajos aparentemente se relacionan con la presencia de La Niña y a partir de 2014 la tendencia es a disminuir (Fig. 5).

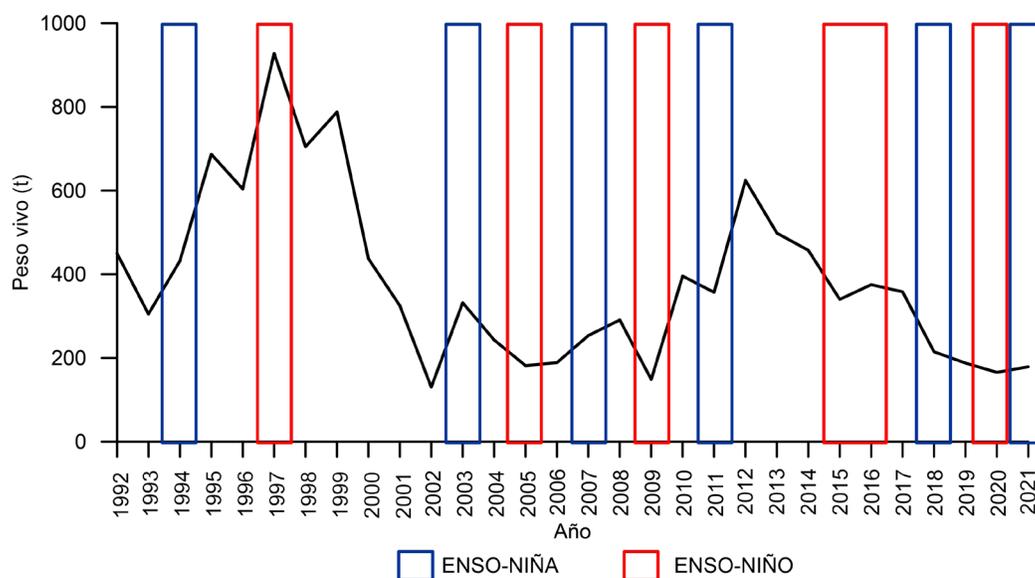


FIGURA 3. Producción de pata de mula en bancos asociados con manglares en Bahía Magdalena-Almejas, BCS, de 1992 a 2021 y periodos de El Niño y La Niña.

Elaboración propia con el software para gráficos Grapher Ver. 10.3.825 y base de datos de la Dirección de Planeación de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca.

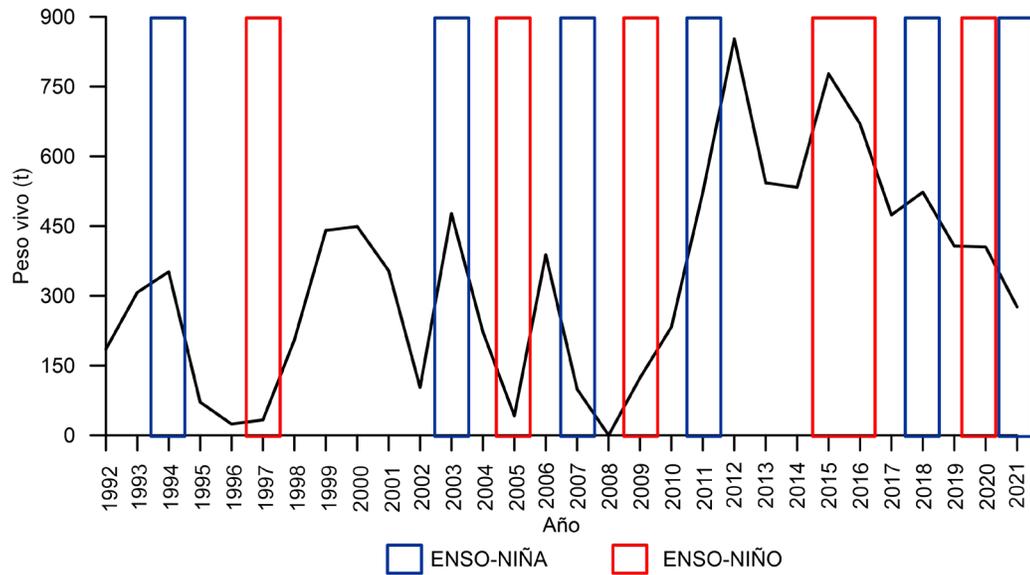


FIGURA 4. Producción de la almeja roñosa capturada en bancos asociados con los manglares en Bahía Magdalena-Almejas, BCS, de 1992 a 2021 y periodos de El Niño y La Niña.

Elaboración propia con el software para gráficos Grapher Ver. 10.3.825 y base de datos de la Dirección de Planeación de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca.

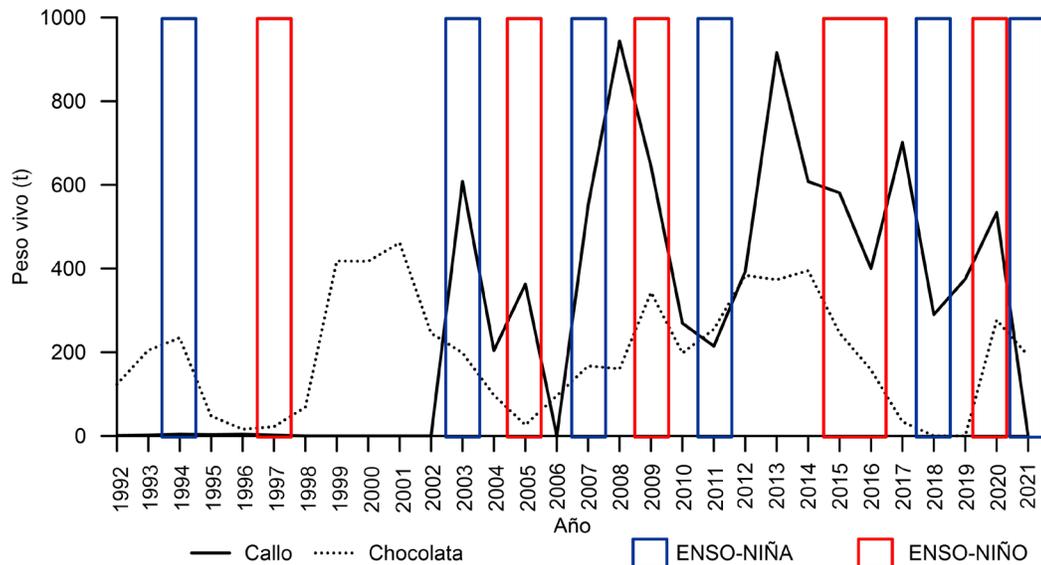


FIGURA 5. Producción de almeja chocolata y callos de hacha en bancos asociados con manglares en Bahía Magdalena-Almejas, BCS, de 1992 a 2021 y periodos de El Niño y La Niña.

Elaboración propia con el software para gráficos Grapher Ver. 10.3.825 y base de datos de la Dirección de Planeación de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca.



La almeja catarina juvenil habita en bajos areno-fangosos y canales asociados con el manglar y al crecer se mueve a zonas más profundas en las bahías. Su captura presentó periodos de altas y bajas de diferente duración, con picos por arriba de 1000 t/año durante periodos de La Niña (Fig. 6). En los años de baja producción, llegó a no registrarse captura. En 2014, la pesquería colapso y se cerró, pero en 2018 reapareció el recurso y se registraron 3163 t; en 2021 disminuyó a 2500 t.

La pesca de caracol chino se realiza en los márgenes de los manglares y en bajos areno-fangosos de esteros y bahías. Es una pesquería con amplias fluctuaciones en la captura, con picos por arriba de las 80 t/año en los periodos de 1996-1998, 2007-2008 y 2015-2018. En periodos intermedios de El Niño-La Niña no hubo capturas o fueron muy bajas, pero no se observa una relación clara con la presencia de esos fenómenos (Fig. 7).

La pesca de camarón en la fase juvenil se realiza en esteros y la de adultos en bahías. La captura de 2010 a 2021 fluctuó alrededor de 1200 t/año, con los valores altos durante periodos de La Niña y bajas durante El Niño (Fig. 8).

La captura de la jaiba verde de 2010 a 2020 se mantuvo relativamente estable, alrededor de 362 t/año, pero en los últimos la tendencia es a incrementarse; no se observó una relación con la presencia de El Niño o La Niña (Fig. 8).

Para ambas series históricas originales de temperatura superficial del mar y de captura total de moluscos y crustáceos, se estimó un coeficiente de correlación de  $r = 0.44$  significativa con un desfase de ocho años. Al aplicar el suavizamiento con un promedio móvil de orden tres, la correlación fue significativa ( $r = 0.64$ ) con un desfase de ocho años (Fig. 9).

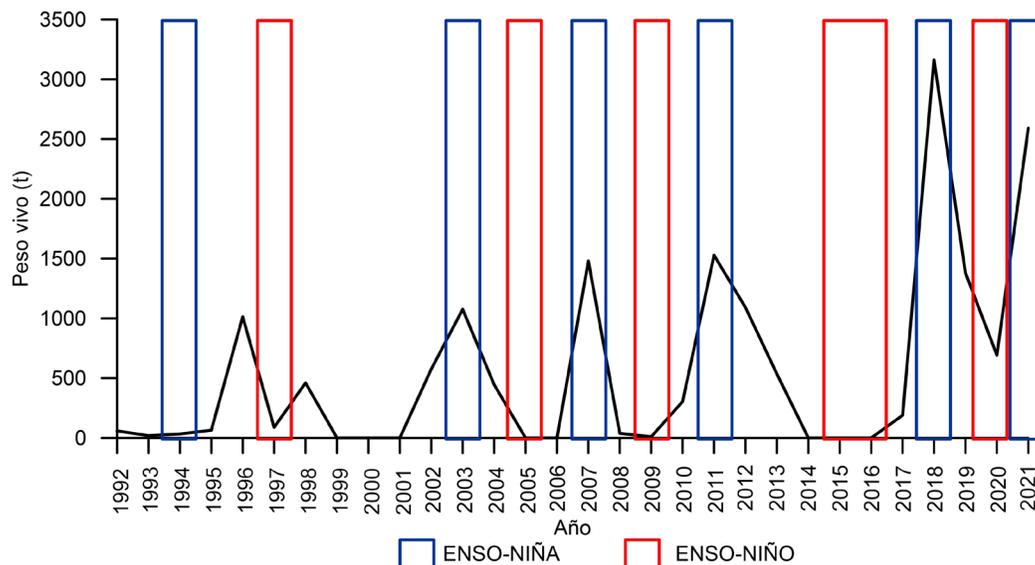


FIGURA 6. Producción de la almeja catarina (*Argopecten ventricosus*) capturados en los bancos asociados con los manglares en el sistema lagunar bahía Magdalena-Almejas, BCS, de 1992 a 2021 y periodos de El Niño y La Niña.

Elaboración propia con el software para gráficos Grapher Ver. 10.3.825 y base de datos de la Dirección de Planeación de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca.

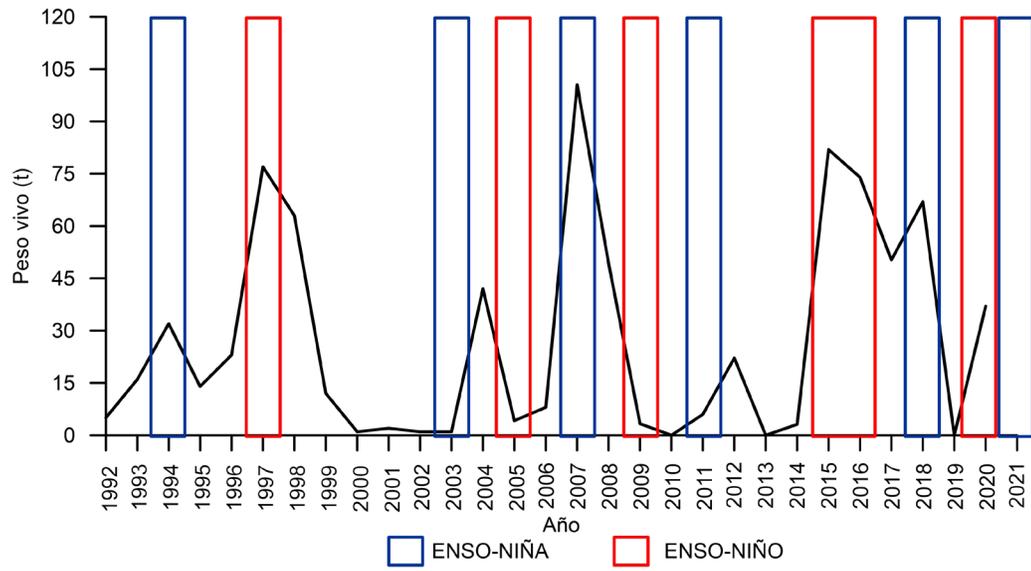


FIGURA 7. Producción de caracol chino en bancos asociados con manglares en Bahía Magdalena-Almejas, BCS, de 1992 a 2021 y periodos de El Niño y La Niña.

Elaboración propia con el software para gráficos Grapher Ver. 10.3.825 y base de datos de la Dirección de Planeación de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca.

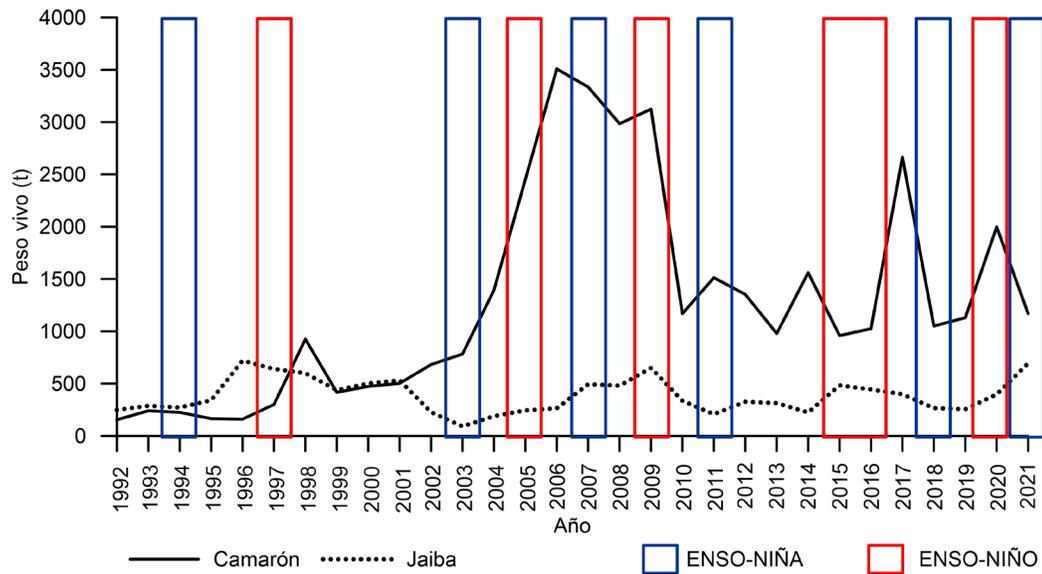


FIGURA 8. Producción de camarón y jaiba en bancos asociados con manglares en Bahía Magdalena-Almejas, BCS, de 1992 a 2021 y periodos de El Niño y La Niña.

Elaboración propia con el software para gráficos Grapher Ver. 10.3.825 y base de datos de la Dirección de Planeación de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca.

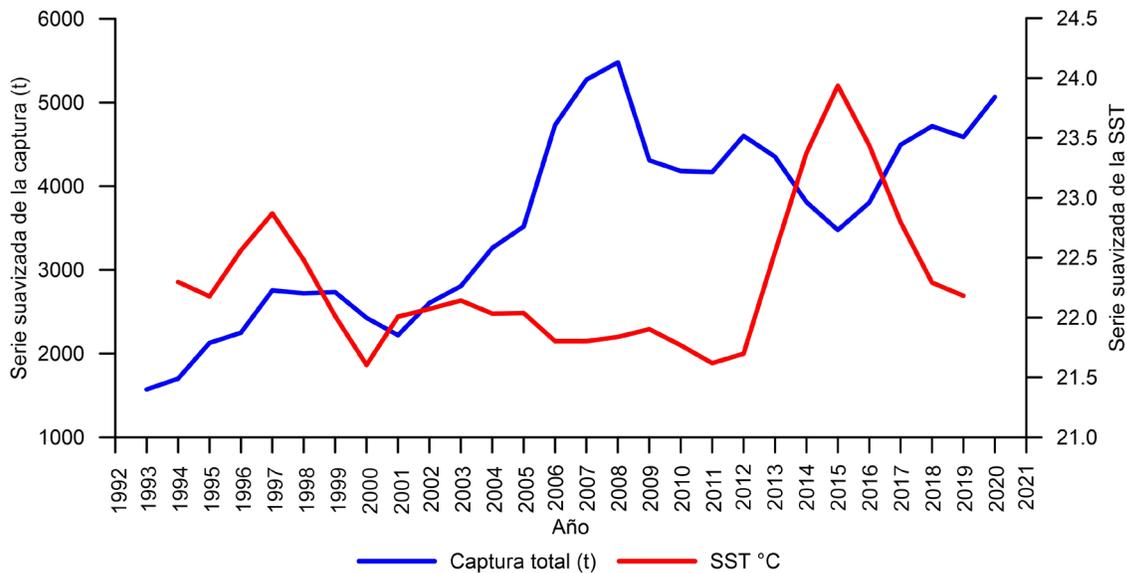


FIGURA 9. Series históricas suavizadas de la captura total anual de moluscos y crustáceos contra la temperatura superficial del mar con un promedio móvil de tres, con un coeficiente de correlación estimado de  $r = 0.64$  significativa con un desfase de ocho años.

Elaboración propia con el software para gráficos Grapher Ver. 10.3.825 y base de datos de la Dirección de Planeación de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca.

## DISCUSIÓN

Los resultados muestran que, como en otras regiones pesqueras (Ojeda-Ruíz de la Peña y Ramírez-Rodríguez, 2014; Arce-Acosta et al., 2018; Mendoza-Portillo et al., 2020), la variabilidad en la captura puede relacionarse con efectos del ambiente, pero poco se entiende sobre la dinámica de las flotas asociadas no solo a la disponibilidad de los recursos, sino también a los precios de los productos y las interacciones entre pesquerías de pequeña escala (incluyendo las no consideradas en este trabajo, por ejemplo, de langosta, abulón, peces, tiburones y rayas), escala industrial (sardina) o pesca deportiva. Además de las posibles interacciones con proyectos de acuicultura y ecoturismo.

Los cambios en las tendencias de la captura pudieran indicar variaciones en la disponibilidad de los recursos, sin embargo, ello supone que el esfuerzo de pesca y la susceptibilidad de captura de los recursos se mantienen relativamente constantes en el periodo analizado. Esto es poco probable dada la condición de negocio de la pesca y las variables que lo afectan, incluidas las ambientales y las

reglas de manejo (Ovando et al., 2022). Sin embargo, las tendencias de las capturas a mediano y largo plazo sugieren la estabilidad o no de las pesquerías, lo que permite identificar cambios positivos de menos a más para la almeja roñosa y negativos para la almeja pata de mula, la almeja chocolate y los callos de hacha. En la pesca de jaiba, el comportamiento de la captura fue más o menos estable de 2010 a 2021; para el caso del camarón, únicamente hasta 2016.

En el caso de la pesca de las especies analizadas, el papel de los manglares parece estar más relacionado con el soporte a su desarrollo en hábitats como canales, bancos intertidales de arena, lagunas costeras y áreas marinas adyacentes. Esto lo reporta Flores-Verdugo et al. (2014) para lagunas costeras en los estados de Sinaloa y Nayarit. Por otra parte, la extensión de las áreas de manglar se relaciona con los niveles de captura (Carrasquilla-Henao y Juanes, 2017).

La disminución de la cobertura del manglar es una preocupación para las comunidades costeras; se relaciona con la pérdida de servicios ecosistémicos que inclu-

yen la crianza y alimentación de especies comerciales, protección de las costas y de sus viviendas (Bautista-González et al., 2016). Así, es difícil diferenciar y cuantificar los posibles efectos en la disponibilidad de recursos por causa de la pesca o de modificaciones en los manglares, las condiciones del hábitat y su impacto en procesos biológicos como reproducción, alimentación, crecimiento, movilidad y reclutamiento. En Bahía Magdalena-Almejas, para 1990, se estimó una cobertura de 18 705 ha y en 2005 de 17 057 ha (Acosta-Velázquez y Ruiz-Luna, 2007; Ruiz-Luna et al., 2008); en torno a la disminución, se argumenta el uso de diferentes métodos de medición, los efectos de actividades humanas y factores ambientales (Cota-Lucero et al., 2016). Sin embargo, las tendencias en la producción pesquera analizada no parecen relacionarse con los cambios en las estimaciones de cobertura de los manglares.

Las tendencias de la temperatura superficial del mar muestran variaciones cíclicas, relacionadas con la presencia e intensidad del fenómeno El Niño-La Niña y sus efectos en las comunidades, que se vinculan con la disponibilidad de alimento y la supervivencia de los estados larvarios (reclutamiento) de diversas especies (Jiménez-Quiroz et al., 2021).

Los resultados de las series históricas de las capturas de moluscos y crustáceos con relación a las temperaturas superficiales del mar mostraron tendencias positivas y negativas en el periodo de estudio; para algunas especies las altas temperatura fueron favorables, mientras que otras fueron afectadas con la disminución de sus poblaciones. El análisis de correlación fue significativo, con un desfase de ocho años, pero no facilita la predicción de la producción en un futuro cercano.

## CONCLUSIONES

Los resultados permiten plantear la existencia de relaciones en los niveles de captura de especies comerciales de moluscos y crustáceos en Bahía Magdalena-Almejas, con variaciones en las condiciones ambientales que prevalecen durante los periodos de El Niño y La Niña. Así, el estudio aporta al planteamiento de cambios por el cambio climático, pero

no a dilucidar sobre las interacciones entre el estado de los manglares y la disponibilidad de las especies comerciales. Además, resulta evidente la necesidad de disponer de datos sobre la dinámica de las flotas (esfuerzo de pesca, captura, costos de operación, precios de los productos por temporada y área de pesca), así como en torno a los procesos biológicos de las especies en diferentes estadios de desarrollo y el efecto de variables ambientales.

## RECONOCIMIENTOS

Los autores expresan agradecimiento al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN) y al proyecto SIP 20231451 “Ordenamiento de pesquerías: indicadores de desempeño”. Asimismo, se agradece al Ing. Armando Hernández López por el trabajo de mejoramiento de imágenes.

## REFERENCIAS

- Aburto-Oropeza, O., Ezcurra, E., Danemann, G., Valdez, V., Murray, J., & Sala, E. (2008). Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 105, 10456-10459. <https://doi.org/10.1073/pnas.0804601105>
- Acosta-Velázquez, J., & Ruiz-Luna, A. (2007). Variación en la cobertura, distribución y estructura de los manglares del complejo lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas (1990-2005). En J. Gómez, R. Funes, & R. Palomares (Eds.), *Estudios Ecológicos de Bahía Magdalena* (pp. 127-141). CICIMAR - IPN.
- Amezcuca-Castro, S., Ramírez-Rodríguez, M., Medina-Gómez, S. P., & Gutiérrez-González J. L. (2015). Tendencias de producción de almeja chocolate *Megapitaria squalida* en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. *Ciencia Pesquera*, 23(2), 3-10. <https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/cienciapesquera/CP23-2/1-Amezcuca-et-al-2015.pdf>
- Arce-Acosta, M., Ramírez-Rodríguez, M., & De-La-Cruz-Agüero, G. (2018). Small scale fisheries operative units in the west central region of the Gulf of California, Mexico. *Ocean and Coastal Management*, 160, 58-63. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.03.040>



- Bautista-González, K. A., Cifuentes-Jara, M., & Castillo-López, A. (2016). Vulnerability analysis of mangroves in the west coast of Baja California Sur, México: an approach to identify local adaptation measures. En R. Riosmena Rodríguez, Juan Manuel López-Vivas and Gustavo Hinojosa-Arango (Eds.), *The arid mangrove forest from Baja California Peninsula* (pp. 1-34). Nova Science Publishers, Inc.
- Carrasquilla-Henao, M., & Juanes, F. (2017). Mangroves enhance local fisheries catches: a global meta-analysis. *Fish and Fisheries*, 18, 79-93. <https://doi.org/10.1111/faf.12168>
- Cervantes-Duarte, R., & García-Romero, F. J. (2007). Características hidrográficas en el litoral de Bahía Magdalena, BCS, México durante El Niño 2015. *Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Oceanides*, 31, 9-19. <https://doi.org/10.37543/oceanides.v31i2.175>
- Chávez-Rosales, S. (2006). *El papel de los manglares en la producción de las comunidades acuáticas de Bahía Magdalena, B.C.S.* [Tesis de doctorado, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas].
- Copernicus Marine Service (2022). *Global ocean physics reanalysis*. <https://doi.org/10.48670/moi-00021>
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., & Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>
- Cota-Lucero, T., López-Calderón, J. M., Ojeda-Ruiz, M. A., & Riosmena-Rodríguez R. (2016). Historical trends of mangrove forest at two coastal lagoons of the Pacific, Baja California Sur. En R. Riosmena-Rodríguez, J. M. López-Vivas, & G. Hinojosa-Arango (Eds.), *The Arid Mangrove Forest from Baja California Peninsula* (pp. 105–114). Nova Science Publishers, Inc.
- Félix-Pico, E. F. (2006). Mexico. En S. E. Shumway, & G. J. Parsons (Eds.), *Scallops: Biology, Ecology, and Aquaculture* (pp. 1337-1390). Developments in Aquaculture and Fisheries Science 35. Elsevier.
- Félix-Pico, E. F., Ramírez-Rodríguez, M., & Holguín-Quiñones, O. E. (2009). Growth and fisheries of the black ark, a bivalve mollusk, in Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *North American Journal of Fisheries Management*, 29, 231-236. <https://doi.org/10.1577/M06-050.1>
- Flores-Verdugo, F., Amezcua, F., Kovacs, J. M., Serrano, D., & Blanco-Correa M. (2014). Changes in the hydrological regime of coastal lagoons affect mangroves and small scale fisheries: the case of the mangrove-estuarine complex of Marismas Nacionales (Pacific Coast of Mexico). En F. Amezcua, & B. Bellgraph (Eds.), *Fisheries management of Mexican and Central American estuaries* (pp. 81-91). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-8917-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-017-8917-2_6)
- García-Borbón, J. A., Balart, E. J., Gallo, J., & Loreto Campos, P. A. (1996). Pesquería de camarón. En Casas Valdés, M., & G. Ponce Díaz (Eds.), *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur* (pp. 188-206). Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca - Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas - Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Hernández-Valenzuela, R. (1996). Pesquería de almeja pata de mula. En M. Casas Valdez, & G. Ponce Díaz (Eds.), *Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur* (pp.121-126). Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca - Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas - Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Jiménez-Quiroz, M. C., Barrón-Barraza, J. F., Cervantes-Duarte, R., & Funes-Rodríguez, R. (2021). Environmental Considerations for the management of the bivalve fisheries of Bahía Magdalena (Mexico), a coastal lagoon at the southern end of the California Current. *Frontiers in Marine Science*, 8, 1-24. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.682148>.
- López-Medellín, X., Ezcurra, E., González-Abraham, C., Hak, J., Santiago, L. S., & Sickman, J. O. (2011). Oceanographic anomalies and sea-level rise drive mangroves inland in the Pacific coast of Mexico. *Journal of Vegetation Science*, 22, 143-151. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2010.01232.x>
- Mendoza-Portillo, F. J., Ramírez-Rodríguez, M., & Vargas-López, V. (2020). Interactions of small-scale fisheries in Mexico's northwest Pacific. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 48(1), 94-105. <https://doi.org/10.3856/vol48-issue1-fulltext-2176>

- National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA] (s/f a). *Datos de temperatura y clorofila de la superficie del mar*. [https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php).
- National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA] (s/f b). *Datos de los índices de temperatura promedios mensuales de la superficie del mar*. [https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/enso\\_advisory/ensodisc\\_Sp.shtml](https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc_Sp.shtml)
- Ojeda-Ruíz de la Peña, M. A., & Ramírez-Rodríguez, M. (2014). Interactions among shrimp and “catarina” clam fisheries at Magdalena Bay, Baja California Sur Mexico. *Ocean and Coastal Management*, 88, 31-37. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.11.006>
- Ovando, D., Free, C. M., Jensen, O. P., & Hilborn, R. (2022). A history and evaluation of catch-only stock assessment models. *Fish and Fisheries*, 23, 616-630. <https://doi.org/10.1111/faf.12637>
- R Core Team (2023). *R Foundation for Statistical Computing*. <https://www.R-project.org/>
- Ramírez-Rodríguez, M., Félix-Pico, E. F., Vélez-Barajas, A., & García-Borbón, J. A. (2011). Pesquerías asociadas a zonas de manglares en Baja California Sur. En E. F. Félix Pico, E. Serviere-Zaragoza, R. Riosmena-Rodríguez, & J. L. León de la Luz (Eds.), *Los manglares de la Península de Baja California* (pp. 10: 255-269). Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas - Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste - Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Ramírez-Rodríguez, M., & Ojeda-Ruíz, M. A. (2012). Spatial management of small-scale fisheries on the west coast of Baja California Sur, Mexico. *Marine Policy*, 36, 108-112. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.04.003>
- Rodríguez-Zúñiga, M. T., Troche-Souza C., Vázquez-Lule, A. D., Márquez-Mendoza, J. D., Vázquez-Balderas, B., Valderrama-Landeros, L., Velázquez-Salazar, S., Cruz-López, M. I., Ressler, R., Uribe-Martínez, A., Cerdeira-Estrada, S., Acosta-Velázquez, J., Díaz-Gallegos, J., Jiménez-Rosenberg, R., Fueyo Mac Donald, L., & Galindo-Leal, C. (2013). *Manglares de México/ Extensión, distribución y monitoreo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. [https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/manglares\\_de\\_mexico\\_2.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/manglares_de_mexico_2.pdf)
- Ruiz-Luna, A., Acosta-Velázquez, J., & Berlanga-Robles, C. A. (2008). On the reliability of the data of the extent of mangroves; a case study in Mexico. *Ocean Coastal Management*, 51, 342-351. <https://doi:10.1016/j.ocecoaman.2007.08.004>
- Ruiz-Verdugo, C. A., Koch, V., Félix-Pico, E. F., Beltran-Lugo, A. I., Cáceres-Martínez, C., Mazon-Suastegui, J. M., Robles-Mungaray, M., & Cáceres-Martínez, J. (2016). Scallop Fisheries and Aquaculture in Mexico. En S. E. Shumway, & G. J. Parsons (Eds.), *Scallops. Biology, Ecology, Aquaculture and Fisheries* (pp. 1111-1125). Elsevier - Development Aquaculture and Fisheries Sciences.
- StatSoft (2011). *STATISTICA (data analysis software system)* (version 10). Spotfire [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)
- Valderrama-Landeros, L. H., Rodríguez-Zúñiga, M. T., Troche-Souza, C., Velázquez-Salazar, S., Villeda-Chávez, E., Alcántara-Maya, J. A., Vázquez-Balderas, B., Cruz-López, M. I., & Ressler, R. (2017). *Manglares de México: Actualización y Exploración de los Datos del Sistema de Monitoreo 1970/1980-2015*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Velázquez-Salazar, S., Rodríguez-Zúñiga, M. T., Alcántara-Maya, J. A., Villeda-Chávez, E., Valderrama-Landeros, L.H., Troche-Souza, C., Vázquez-Balderas, B., Pérez-Espinosa, I., Cruz-López, M. I., Ressler, R. A., De la Borbolla-del Valle, G., Rodríguez-Paz, O. A., Aguilar-Sierra, V., Hraby, F. C., & Muñoz-Coutiño, J. H. (2021). *Manglares de México. Actualización y análisis de los datos 2020*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.



Vélez-Barajas, J. A., & Fajardo León, M. C. (1996). Pesquería de hacha. En M. Casas, & G. Ponce (Eds.), *Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur* (pp. 101-111). Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca - Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas - Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.

WoRMS Editorial Board (2024). Registro mundial de especies marinas. <https://www.marinespecies.org> en VLIZ. <https://doi.org/10.14284/170>

Manuscrito recibido el 04 de septiembre de 2023

Aceptado el 28 de diciembre de 2023

Publicado el 20 de agosto de 2024

Este documento se debe citar como:

Félix-Pico, E. F., Ramírez-Rodríguez, M., & Ortega-García, S. (2024). Pesca de moluscos y crustáceos en manglares de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. *Madera y Bosques*, 30(4), e3042608. <https://doi.org/10.21829/myb.2024.3042608>



*Madera y Bosques*, por Instituto de Ecología, A.C. se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional.