

# Revista Ciencias del Mar UAS



Octubre - Diciembre 2024

Núm. 1 Vol.2

U N I V E R S I D A D A U T Ó N O M A D E S I N A L O A



E-ISSN (en trámite)



# CIMMAR

## Revista

DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

Número 1, Volumen 2, E-ISSN (en trámite)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA



## DIRECTORIO INSTITUCIONAL

- Dr. Jesús Madueña Molina  
Rector
- Dr. Jorge Milán Carrillo  
Secretario Académico Universitario
- Dr. Manuel Iván Tostado Ramírez  
Vicerrector de la Unidad Regional Sur
- Dr. Mario Nieves Soto  
Director General de Investigación y Posgrado
- Dr. Joel Cuadras Urias  
Director General del Sistema Bibliotecario
- Dr. José Adán Félix Ortiz  
Director Facultad de Ciencias del Mar
- Lic. Nidia Odette Santana Rodelo  
Coordinadora de Revistas Académicas Universitarias-UAS

## Comité Editorial

Dr. Martín Gabriel Frías Espericueta  
Editor en jefe

Dr. Eugenio Alberto Aragón Noriega  
Editor asociado

L.I. Nerika Azucena Benitez Pardo  
Gestora de la Plataforma Editorial

Dr. David Arturo Delgado Esquivel  
Corrector de Estilo

T.D.G. Ernesto Alfonso Chávez Aranguré  
Diseño gráfico y maquetación

## Editores por línea de investigación

Dr. Wenceslao Valenzuela Quiñones, Instituto Politécnico Nacional, México.  
Desarrollo de sistemas para la producción sustentable de organismos acuáticos

Dr. Enrique Morales Bojórquez, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. México.  
Aprovechamiento sustentable de recursos pesqueros

Dra. Ofelia Escobar Sánchez, CONAHCTY-Universidad Autónoma de Sinaloa, México.  
Manejo sustentable de ambientes costeros

## Comité Científico

Dr. Just Tomas Bayle Sempere  
Universidad de Alicante, España

Dr. Diego Lercari Bernier  
Universidad de la República, Uruguay

Dr. Álvaro Javier Burgos Arcos  
Universidad de Nariño, Colombia

Dr. Rodolfo Vögler  
Universidad de la República, Uruguay

Dr. Hugo Arancibia Farías  
Universidad de Concepción, Chile

Dr. Andrés Cisneros Montemayor  
Simon Fraser University, EUA

Dr. Francisco Arreguín Sánchez  
Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR), México

El Consejo Editorial de CIMAR UAS Revista Científica agradece las generosas colaboraciones realizadas por investigadores nacionales e internacionales pertenecientes a reconocidas universidades y centros de investigación que participaron como pares evaluadores.

E-ISSN (en trámite)

## CINTILLO LEGAL

Revista Ciencias del Mar UAS, es una publicación trimestral editada por la universidad Autónoma de Sinaloa, a través de la Facultad de Ciencias del Mar, con el domicilio en Paseo Claussen S/N, Centro, 82000, Mazatlán, Sinaloa, México. Teléfono (669) 9828656. Editor responsable, Martín Gabriel Frías Espericueta. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo Núm. 04-2024-110712440500-102, E-ISSN: (en trámite).

Cada artículo es obra original del autor, donde son reflejadas sus ideas y apreciaciones; el Comité Editorial y la Revista "Ciencias del Mar UAS" no se hacen participantes de dicha postura, por lo consiguiente el autor de cada artículo/texto será considerado legalmente responsable. La revista Ciencias del Mar UAS rechaza cualquier reclamación legal proveniente por la reproducción parcial o total de la información, y de plagio en los trabajos publicados.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Nacional del Derecho de Autor.



Cada manuscrito está bajo la licencia Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.



# CONTENIDO

## EDITORIAL

### ARTÍCULO CIENTÍFICO

**Artisanal fishing of Spanish mackerel *Scomberomorus sierra* in the Upper Gulf of California**

**Pesca artesanal de la sierra *Scomberomorus sierra* en el Alto Golfo de California**

10-27

### ARTÍCULO CIENTÍFICO

**Aspectos socioeconómicos y operativos de la captura de langosta en Mazatlán, Sinaloa**

**Socioeconomic and operational aspects of lobster capture in Mazatlán, Sinaloa**

28-55

### ARTÍCULO CIENTÍFICO

**La vegetación como elemento estratégico para la gestión en zonas costeras: El caso del sur de Sinaloa**

**Vegetation as a strategic element for the sustainable on coastal zone: The case of southern Sinaloa**

56-88

### REVISIÓN CIENTÍFICA

**Estero del Yugo: Análisis de la diversidad biológica, amenazas antropogénicas y estrategias de mitigación**

**Estero del Yugo: Analysis of biological diversity, anthropogenic threats, and mitigation strategies**

89-100

### NOTA CIENTÍFICA

**Cambios en la distribución espacial del camarón blanco *Penaeus vannamei* en estanques de cultivo semi-intensivo en respuesta a las fases lunares**

**Changes in the spatial distribution of the white shrimp *Penaeus vannamei* in semi-intensive farming as response to moon phases**

101-113



## Mensaje del Director de la Facultad de Ciencias del Mar

La Facultad de Ciencias del Mar (FACIMAR) está de plácemes por el primer aniversario de la publicación en línea de la Revista Ciencias del Mar UAS. Quiero agradecer al Dr. Jesús Madueña Molina, Rector de nuestra Universidad, por el apoyo otorgado a la Revista, que forma parte de los productos impulsados en su Plan de Desarrollo Institucional.

A 54 años de su fundación la FACIMAR oferta tres programas de licenciatura: Licenciatura en Biología Pesquera, Licenciatura en Biología Acuícola y Licenciatura en Gestión de Zona Costera; los dos primeros acreditados. Además, cuenta con dos programas de posgrado, Maestría en Ciencias en Recursos Acuáticos y el Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos; además, como participante del Colegio de Ciencias Agropecuarias contamos con el posgrado de Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuarias, todos pertenecientes al Sistema Nacional de Posgrado nivel 1.

Agradecer también al M. C. Héctor Melecio Cuén Ojeda, rector en el periodo 2005-2009, que con su plan Buelna dio un gran impulso a la investigación y a la habilitación académica, para llegar al nivel que hoy se encuentra nuestra Facultad.

Mi agradecimiento y una felicitación al equipo editorial de la revista CIMAR UAS, al Dr. Guillermo Rodríguez Domínguez, jefe editorial fundador, al Dr. Martín Frías Espericueta por aceptar el encargo de este gran proyecto. Al Dr. Eugenio Alberto Aragón Noriega, Editor asociado, a la LI Nerika Benítez Pardo, Gestora de la revista, al Dr. David Arturo Delgado Esquivel, corrector de estilo y a Ernesto Alfonso Chávez Aranguré, Maquetador de la revista; por hacer posible este primer aniversario. Así mismo quiero mencionar que con gran entusiasmo y compromiso iniciamos el volumen dos de la revista y nuestro segundo año de divulgar el conocimiento generado en las Ciencias del Mar por nuestros autores.

**Dr. José Adán Félix Ortiz**



## EDITORIAL

### Carta del Editor

El primer año de publicaciones continuas de nuestra revista y esto gracias a la dedicación del equipo editorial comprendido por Dr. Eugenio Alberto Aragón Noriega (Editor asociado), L.I. Nerika Azucena Benítez Pardo (Gestora de la plataforma editorial), Dr. David Arturo Delgado Esquivel (Corrector de estilo), Ernesto Alfonso Chávez Arangure (Diseño gráfico y maquetación); Dr. Guillermo Rodríguez Domínguez (ex Editor en jefe), quienes gracias a su dedicación y apoyo, estos primeros números fueron posibles.

Es importante agradecer a nuestros editores por línea de investigación: Dr. Wenceslao Valenzuela Quiñones, Dr. Enrique Morales Bojórquez y Dra. Ofelia Escobar Sánchez; a nuestro comité científico; y a los y las colegas que han fungido como revisores de los manuscritos sometidos; dado que todos ellos y ellas, juegan un papel muy importante, y gracias a su experiencia científica, fortalecieron los manuscritos que han sido publicaciones en este primer año.

Agradecemos a nuestro director, el Dr. José Adán Félix Ortiz, a quien, gracias a su visión académica, la Facultad de Ciencias del Mar tiene de nuevo su revista científica; un justo mérito a la capacidad académica y científica de nuestros estudiantes de licenciatura y posgrado, y claro está, de su planta docente.

Por último, hay que resaltar el agradecimiento a nuestros autores y autoras, por su confianza de publicar los resultados de sus investigaciones en nuestra revista.

¡¡¡Gracias!!!

 **Dr. Martín Gabriel Frías Espericueta**  
Editor en jefe



## Agradecimiento a los Árbitros

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos los árbitros que han colaborado con nosotros durante este primer volumen. Su valiosa contribución y dedicación han sido fundamentales para el éxito de nuestras publicaciones. Sabemos que esta labor requiere tiempo y esfuerzo, y apreciamos profundamente su participación activa en el proceso.

Agradecemos especialmente a aquellos que autorizaron la mención de sus nombres, y extendemos nuestro reconocimiento a quienes prefirieron permanecer en el anonimato. Su apoyo es invaluable.

Gracias por su apoyo y compromiso.

- Aimée Cervantes Escobar
- Armando Monge Quevedo
- Arturo Ruiz Luna
- Carmen Cristina Osuna Martínez
- César Paúl Ley Quiñónez
- Edgar Alcántara Razo
- Edgardo Basilio Farach Espinoza
- Enrique Márquez Ríos
- Eusebio Nava Pérez
- Francisco Flores Cárdenas
- Gerardo Rodríguez Quiroz
- Isaí David Barba Acuña
- J. Jesús Bautista Romero
- Jorge Adrián Rosales Casián
- Jorge Ricardo Ruelas Inzunza
- José Adán Félix Ortiz
- José Ángel Ortega Borchardt
- José Salgado Barragán
- Juan Pablo Apun Molina
- Luis García Prieto
- Nathaly Salas Mejía
- Patricia Salazar Silva
- Paula Aguilar Claussell
- Perla Rosa Fitch Vargas
- Píndaro Álvarez Ruíz
- Rolando Bastida Zavala
- Sergio Gustavo Castillo Vargasmachuca



# Revista CIMAR UAS

REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR E-ISSN (en trámite)



Artículo Científico



## Artisanal fishing of Spanish mackerel *Scomberomorus sierra* in the Upper Gulf of California

Pesca artesanal de la sierra  
*Scomberomorus sierra*  
en el Alto Golfo de California



CREATIVE COMMONS



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el origina



1. Gerardo Rodríguez Quiroz



0000-0002-8621-5824

Instituto Politécnico Nacional,  
Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes 250,  
Guasave, Sinaloa 81101, Mexico

Autor de correspondencia: [grquiroz@ipn.mx](mailto:grquiroz@ipn.mx)



---

## Artisanal fishing of Spanish mackerel *Scomberomorus sierra* in the Upper Gulf of California

---

---

## Pesca artesanal de la sierra *Scomberomorus sierra* en el Alto Golfo de California

---

### ► ABSTRACT

Spanish mackerel *Scomberomorus sierra* (Jordan and Starks, 1895) is captured in the Upper Gulf of California by local fishers of three communities: San Felipe in Baja California, Golfo de Santa Clara and Puerto Peñasco in Sonora. Small-scale fishers have increased, Spanish mackerel capture maintain capture levels in the last fourth years. The Sustainable Fishery Index (SFI) identifies three production periods, one of low-capture before 1999 with 274.17 t year<sup>-1</sup>; a second of fleet expansion with 602.03 t year<sup>-1</sup> and a recovery period of the capture over 675.65 t year<sup>-1</sup>. A GIS survey indicated that 80.44% of the Spanish mackerel fishery in the Upper Gulf of California occurs within marine protected areas, of which 68.82% is done within the Biosphere Reserve of the Upper Gulf of California and 69.31% within its Vaquita Refuge Area. Spanish mackerel captured in the marine protected area generate a gross profit GP of US\$ 396,934 year, with a return rate of 87%. Exploitation of fishers' effort in the marine protected area need to follow an interdisciplinary and complex evaluation because there are endangered species in the region, and this requires an adequate management to enhance marine conservation without compromising fishermen individual interest.

**Keywords:** Spanish mackerel, Upper Gulf of California, marine protected areas, sustainable fishery, gross profit, fishermen, conservation



## ► RESUMEN

La sierra *Scomberomorus sierra* (Jordan y Starks, 1895) es capturada en el Alto Golfo de California por pescadores locales de tres comunidades: San Felipe en Baja California, golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco en Sonora. La pesca artesanal ha aumentado mientras que la captura de la sierra mantiene estable en los niveles los últimos cuatro años. El Índice de Pesca Sostenible (SFI) identifica tres periodos de producción, uno de baja captura antes de 1999 con  $274.17 \text{ t año}^{-1}$ ; un segundo de expansión de flota con  $602.03 \text{ t año}^{-1}$  y un periodo de recuperación de la captura superior a  $675.65 \text{ t año}^{-1}$ . Un estudio SIG indicó que el 80.44% de la pesquería de sierra en el Alto Golfo de California se produce dentro de áreas marinas protegidas, de la cual el 68.82% se realiza dentro de la reserva de la biosfera del Alto Golfo de California y el 69.31% dentro de su área de refugio de vaquita. La sierra capturada en el área marina protegida genera un beneficio bruto de 396.934 dólares al año, con una tasa de retorno del 87%. La explotación del esfuerzo de los pescadores en el área marina protegida debe seguir una evaluación interdisciplinaria y compleja porque hay especies en peligro de extinción en la región y esto requiere una gestión adecuada para mejorar la conservación marina sin comprometer el interés individual de los pescadores.

**Palabras clave:** Pez sierra, Alto Golfo de California, áreas marinas protegidas, pesquería sustentable, ganancia bruta, pescadores, conservación

## ► INTRODUCTION

Small-scale marine fisheries provide an important source of food and income to coastal communities worldwide (FAO, 2022). Mexico has an important tradition in small-scale fishery, with the Gulf of California as one of its major areas of marine fishery production. The Gulf contributes 20% of the national production and over 50.000 small-scale vessels exploit local resources (Cisneros-Mata, 2001, SAGARPA, 2002). The Gulf is divided in fourth regions, based on biological, ecological and oceanographic characteristics. The Upper Gulf of California (UGC) is one of them, it has importance for species in the pelagic zone and for species who are estuarine-dependent (Galindo-Bect et al., 2002, Ramírez-Rojo & Aragón-Noriega, 2006).



On June 10, 1993, the UGC and Colorado River Delta was decreed as Biosphere Reserve by Mexican authorities. The marine and terrestrial environments extension covers 934.756 h (DOF, 1993; Figure 1). The Reserve was created to protect species inhabiting the region (Tognelli, Silva-Garcia, Labra & Marquet, 2005), some of which are commercially important, endemic or under risk of extinction (Cudney & Turk, 1998). The area is supported by a management program that was designed to promote sustainable activities by durable and conservational use of biodiversity (Rojas-Bracho, Reeves & Jaramillo-Legorreta, 2006, SEMARNAT 1995).

Because to the critical environments alongside the Upper Gulf coast, one of the most important economic activities in the region are fisheries and tourism (Godínez-Placencia, 1993). Two types of commercial fishing take place in the Upper Gulf: Artisanal (small scale) and industrial fishing. In the artisanal fishing only two fishermen worked manually the fishing gears. They use 7 m fiber glass boats with outboard motors. Artisanal fishing is done by cooperatives and individual fishers from Puerto Peñasco and El Golfo de Santa Clara in the State of Sonora and San Felipe in the State of Baja California.

The Spanish mackerel *Scomberomorus sierra* fishery represents 13% of the pelagic fish species capture in the UGC. Based on catch volume and beach economic value, this fishery represents one of the five most important pelagic fisheries. Fluctuations in the Spanish mackerel capture have occurred as other species in the region because of the overfishing by commercial trawlers, Colorado River flows, and illegal fishing.

The potential profit of this important species has motivated an increase in fishing effort which is jeopardizing critical species, such as the totoaba *Totoaba macdonaldi* (Gilbert, 1890) and the vaquita *Phocoena sinus* (Norris, 1958), who are rare and endemic of the northern part of the Gulf of California (Cisneros-Mata, Montemayor-López & Román-Rodríguez, 1995). Species accidentally caught in the UGC (D'agrosa, Vidal & Gram, 1995). These species are at risk of extinction due to their low population size and reduced habitat (Rojas-Bracho et al., 2006). A buy-out program to reduce fishing fleet is recently implemented to reduce fishing effort and protect soft-bottom biological communities.



There is a lack of information on the Spanish mackerel fishery in the Upper Gulf of California and Colorado Delta River. Information on the catch and effort of the fishery, and the state of exploited populations as a first step to implement a scheme of fishing and management alternatives that would aid in reducing artisanal fishing in the marine protected areas as a policy of biological conservation (Lunn & Dearden, 2006).

In this work, we identify and estimate the economic value of capture as one of the most important fisheries of the Upper Gulf of California Biosphere Reserve and of the recently created Vaquita Refuge, by the three communities within the protected marine areas. We also analyzed the current situation of the Spanish mackerel fishery in the UGC through primary (interviews) and secondary (official catch reports) data. We describe the basic variables such as Catch per Unit Effort (CPUE), effort, and catch fluctuations. We also identified the fishing ground for each community. Finally, we assessed the relative sustainability of the Spanish mackerel fishery by means of a sustainability index.

## ► MATERIAL AND METHODS

A total of 2,554 catch reports by artisanal fishermen of the three communities of the UGC were compiled and analyzed. The data covered 1995–2005 of official records from San Felipe, Baja California. Puerto Peñasco and el Golfo de Santa Clara, Sonora. 146 artisanal fishers were interviewed in these three ports. Questionnaires were designed to compute the direct costs of fishing operations, as well as the impact on fishing sites. Following the Cochran' method (Cochran, 1989), we obtained a value for the number of fishermen to interview, as follows:

$$n = \frac{\frac{Z^2 q}{E^2 p}}{1 + \frac{1}{N} \left[ \frac{Z^2 q - 1}{E^2 p} \right]}$$



where:  $n$  = sample size;  $Z = CI = 95\%$ ;  $p$  and  $q = 0.5$  equation distribution;  $E = 6\%$  precision level;  $N$  = Fishermen community size. Based on the method of Greenberg (1993), fishermen were randomly selected.

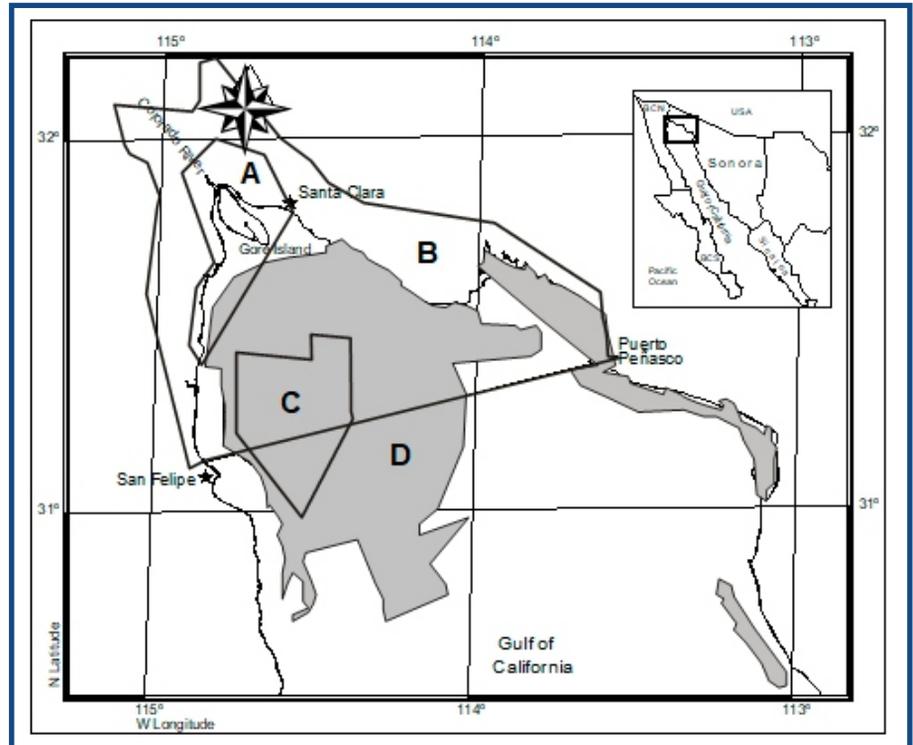
From artisanal Spanish mackerel catch records declared by fishers at the federal government fishery offices in the communities, we obtained the following data: capture site, weight of landings, and first-hand or “beach” economic value of landings. With this information, we computed a gross income (disregarding investment costs) for each community.

Estimating growing and declining periods of the Spanish mackerel fisheries capture tendency in the Upper Gulf of California, from 1995 to 2005 was measured through the Sustainable Fishery Index, as detailed in Ponce-Díaz, Arreguín-Sánchez, Beltran-Morales (2006): estimate growing and decreasing periods of the fishery.

$$SFI = \text{Ln} (C_{xi} / C_{xmean}),$$

where:  $C_{xi}$  = Capture in the present year,  $C_{xmean}$  = Capture mean through complete period analyzed.

The Spanish mackerel catch was processed and spatially represented in a GIS, identifying fishing sites within the Biosphere Reserve and Vaquita Refuge (Figure 1), and overlapping the area using ArcView 3.2 software and downloaded via 2002 Conica Lambert projection to maps of the total Spanish mackerel fishery and by community. The percentage of fishing within Biosphere Reserve and the Vaquita Refuge area was obtained from the overall projected fishing sites.



**Figure 1.** Areas of Biosphere Reserve of the Upper Gulf of California (June 1993) and Vaquita Refuge Area (December 2005). A) Nucleus Zone, B) Buffer Zone in the Biosphere Reserve of the Upper Gulf of California, C) Vaquita Refuge Area, D) Shadows are fishing areas. Note that the map was made in 2007. Source: own GIS data

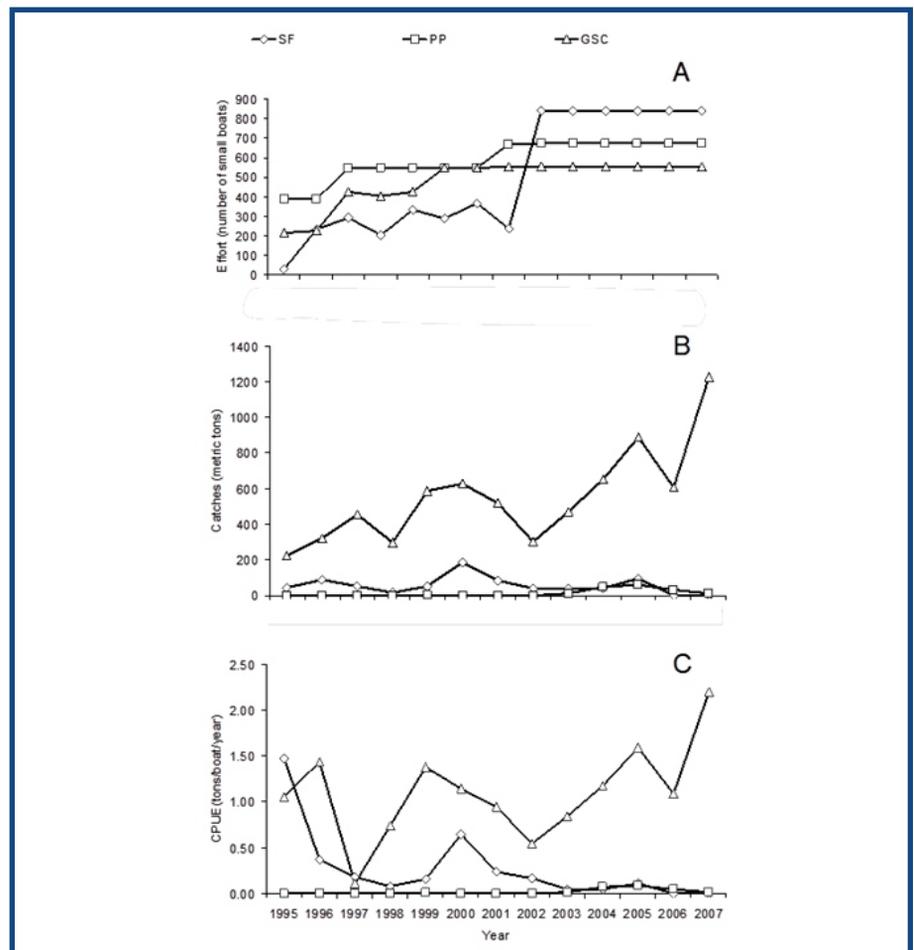
## ▶ RESULTS

### Fishery analysis

The greatest number of authorized small boats for pelagic fishes was registered in el Golfo de Santa Clara (GSC), followed by San Felipe (SF) and Puerto Peñasco (PP) in that order. The number of small boats officially registered in each community has changed since 1995. In that year, PP had the highest number of small boats from the three communities. During the next two years, many small boats were authorized to join the fleet. In 1997, GSC and PP in the state of Sonora were authorized to increase their fleet by 41% and 98% respectively. SF in the state of Baja California had an increase of almost 1000% of the fleet. The next mayor increase of the fleet was made between the years of 2001 and 2003, when the number for small boats increased to 673 in PP, 557 in GSC and 840 in SF, and that number of small boats continues to the present (Figure 2A).

At the beginning of period analyzed, the increased fishing effort is correlated with the increased catches in GSC. The general tendency of catches over the thirteen-year period of this study was a general, but fluctuating, increase. The highest catches for the studied communities were obtained in 2000 for SF with 186 metric tons; for GSC in 2007 with 1239 metric tons, and for PP in 2005 with 58 metric tons. It is also important to note that the most Spanish mackerel catches were obtained by fishermen of GSC (Figure 2B).

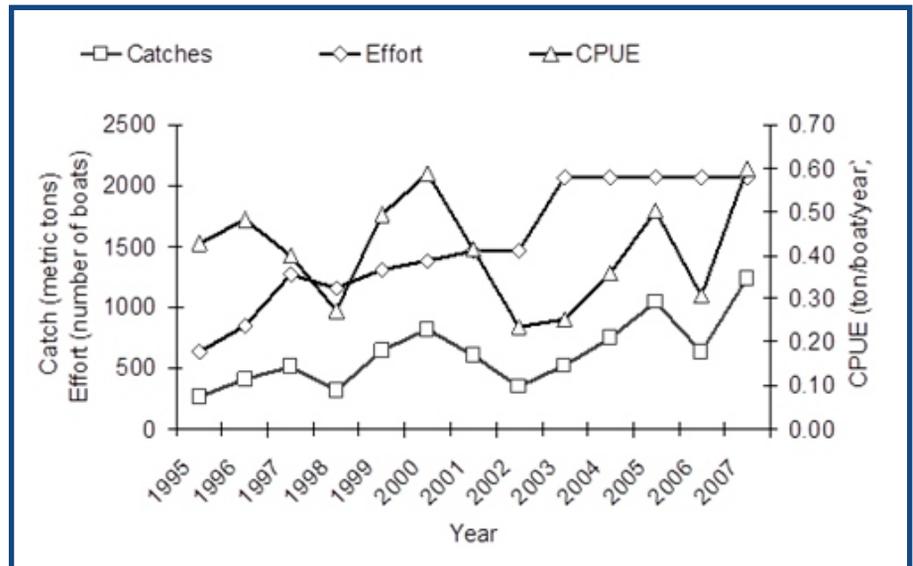
Since increased effort also resulted in increased catches, the CPUE exhibited the same trend as the catches. Once again, GSC was the most important community holding the highest position over the course of this study. Here it is important to note that beside GSC community, none of the other communities recorded more than 1 ton/boat/year over the period of analysis, except SF in 1995 with 1.47 ton/boat/year (Figure 2C).



**Figure 2.** Fisheries features of Spanish mackerel in three communities of the Upper Gulf of California. A) tendency of effort; B) volume of capture; C) CPUE. SF, San Felipe; GSC, Golfo de Santa Clara; PP, Puerto Peñasco.

After we totaled the three communities' catches and effort, we analyzed the tendency of the three communities as one (Figure 3). The effort of small boats doubles their number from 1995 to 1997 when the number of small boats increased from 635 to 1269. The rate of increase in small boats numbers was then modest until 2002, because in 2003 the number of permitted small boats increased to 2070. The number of small boats has remained constant since.

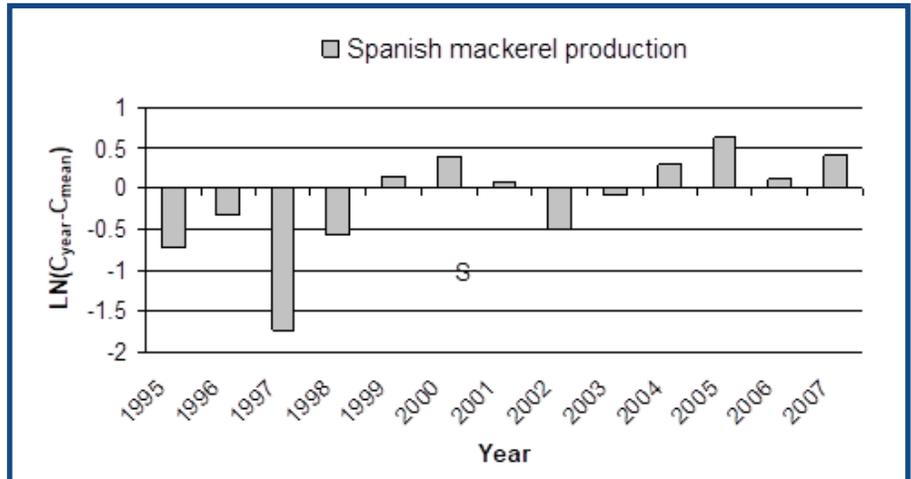
Spanish mackerel catches and CPUE exhibited comparable profiles, with important peaks in 2000 (815 t), 2005 (1041 t), and 2007 when production was 1239 metric tons of Spanish mackerel. The CPUE showed the same behavior, and difference in those years with respect to the media of 0.41 ton/boat/year was high. The CPUE of those years was 0.59, 0.50, and 0.60 ton/boat/year for 2000, 2005, and 2007, respectively (Figure 3).



**Figure 3.** Tendency of the artisanal Spanish mackerel capture, effort, and CPUE in the Upper Gulf of California.

The sustainable fishing index calculated for the three communities' shows us that the Spanish mackerel fishery had three periods of capture intensity (Figure 4). The initial period, with a lower capture with respect to the historical average ( $274.17 \pm 112.55 \text{ t year}^{-1}$ ) because of the reduced number of small boats before 1999 and a second period, with the onset of the expended fleets that led to higher levels capture from 1999 to 2000. In the next two years (2001-2002) capture levels declined from

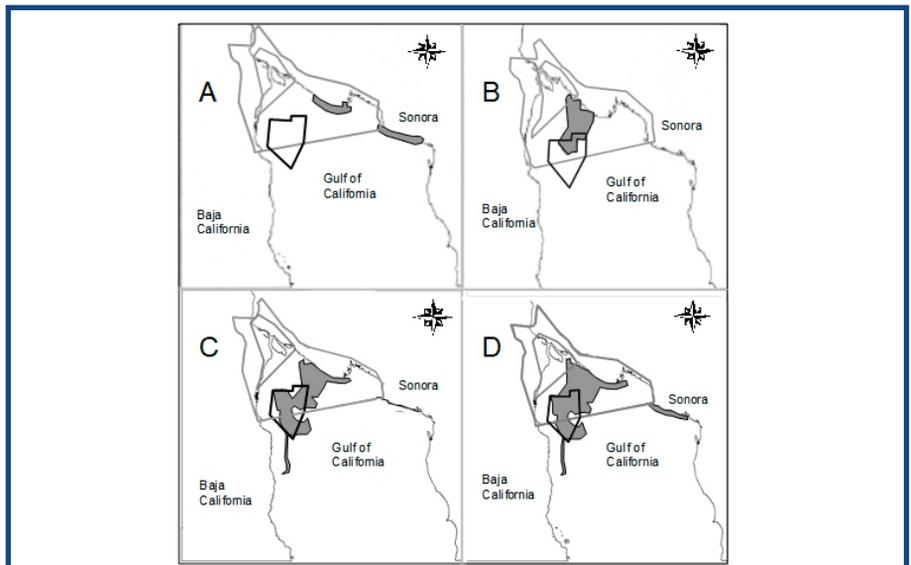
overexploitation tied to the increased size of the fleet. A final period begun in 2003 with a substantial recuperation of the fishery ( $675.65 \pm 180.28 \text{ t year}^{-1}$  average) while the Spanish mackerel season and the capture area was extended.



**Figure 4.** Sustainable fishing index of the Spanish mackerel capture in the Upper Gulf of California during the period of 1995 to 2005.

### GIS Interpretation

Our survey data and GIS analysis showed that fishing is conducted within the Vaquita Refuge area and in the Biosphere Reserve (Figure 1). 80.44% of the Spanish mackerel catch in the UGC occurred in the marine protected areas, and 30.38% of the marine area of the Reserve is used to catch this specie (Figure 5). 68.82% of the Spanish mackerel artisanal catch is done in the Biosphere Reserve and 69.31% in the Vaquita Refuge Area.



**Figure 5.** Spatial distribution of the Spanish mackerel artisanal fisheries as compared with the Vaquita Refuge Area declared in the Upper Gulf of California by community. A) Puerto Peñasco, B) Golfo de Santa Clara, C) San Felipe, D) All MPA's.



Fishermen from Puerto Peñasco fish close to the Sonoran shoreline. 50% of the capture occurs inside the Biosphere Reserve, and none in the Vaquita Refuge Area. Fishermen from El Golfo de Santa Clara do all their fishing inside the marine protected areas and they fish in 27% of the Vaquita Refuge Area. San Felipe fishermen fish near the Baja California shoreline in the UGC from the core zone to Puertecitos, covering in 60% of the Vaquita Refuge Area and 25% of the Biosphere Reserve.

### Spanish mackerel economic value

The economic value of the Spanish mackerel fishery from 1995 to 2007 is shown in table 1. Spanish mackerel capture represented 26% of the total gross incomes in the marine protected areas in 2007, just below shrimp earnings who where 27% of the total gross incomes. The value of catch during this period was 460,000 USD. Operation costs of the artisanal fishery were relatively high, even though the travel distance from the three ports to the fishing sites is short. Spanish mackerel captured in the marine protected areas generated an annual profit of 397,000 USD thousand with a return rate of 87%. Even if fishing effort has increased, gross profits provide high incomes.

**Table 1.** Catch, first-hand value product and operation cost in the Spanish mackerel artisanal fishery of the Upper Gulf of California inside the Vaquita Refuge Area and the Biosphere Reserve from 1995 to 2005.

Year	Catch (metric tons)	Value of catch <sup>1</sup>	Costs of catch <sup>1</sup>	Gross profit <sup>1</sup>	Return rate (%)
1995	270.88	110815.77	1005.39	109810.38	99.09
1996	409.9	163959.6	3277.42	160682.18	98
1997	99.63	54343.09	8000.3	46342.79	85.28
1998	316.27	230015.27	13050.14	216965.14	94.33
1999	643.98	462491.85	23287.74	439204.11	94.96
2000	814.9	563023.2	36854.45	526168.75	93.45
2001	605.69	495565.36	54963.06	440602.31	88.91
2002	343.55	252980.67	77608.13	175372.54	69.32
2003	521.29	402811.91	111690	291121.91	72.27
2004	744.08	588502.01	117490	471012.01	80.04
2005	1041.18	1041181	121000	920181	88.38
2006	637.31	550404.09	126310	424094.09	77.05
2007	836.48	1069649.05	131060	938589.05	87.75
Average	560.4	460441.76	63507.43	396934.33	86.83

Source: Federal fisheries offices in the communities of the Upper Gulf of California. 1)



## Social analysis

A final question asked to the fishermen exploiting the marine protected areas concerned alternatives to fishing to reduce the impact on endangered species in the region. Fishermen were asked about options for employment and how they would like to be assisted by governmental authorities. The largest number of them would switch to ecotourism and storekeeping (45.3%), 8.7% would like to work in aquaculture and maquilas, 21.7% in another fishery (mollusk, clams, oysters) or continue in the same fishery, and 17.1% would seek employment in an artisan employment (Table 2).

Organized by community, in PP and SF, a high number of fishermen would seek employment in the tourism sector and over 10% would continue in other fishing activity. In SF and GSC, more than 20% would seek employment as storekeepers and more than 15% will not stop fishing the same species that they capture now. In PP and GSC, less than 8% would seek employment in the aquaculture sector, but no one would consider this option in SF. About 25% in GSC and more of 10% in PP and SF would seek employment in the construction trades.

**Table 2.** Alternative employment for fishermen to reduce fishing effort in the Marine Protected Areas. Fishermen's propositions.

Options	Puerto Peñasco	Golfo de Santa Clara	San Felipe	Total
Tourism	28.6	16.7	28.9	24.7
Aquaculture	7.1	3.3	0.0	3.5
No stop fishing	3.6	16.7	18.1	12.8
Another fishing activity	14.3	1.7	10.8	8.9
Work in private sector	3.6	8.3	3.6	5.2
Storekeeper	7.1	26.7	21.7	18.5
Other (Trade)	14.3	24.9	12.0	17.1
Do not answer	21.4	1.7	4.8	9.3



## ► DISCUSIÓN

Marine protected areas are increasingly being used as a management tool to protect ecosystems, but there is some debate on whether marine protected areas should be used to protect and increase biodiversity or as a fisheries management tool or to serve both purposes (Monaco et al., 2007). Regardless of the objective of the implementation of a marine protected area, a high effort done within the marine reserve may limit the potential of fish and, in this case, the Spanish mackerel populations to increase in abundance (Sladek-Nowlis & Friedlander, 2004).

This study was motivated by issues of biodiversity conservation in which Spanish mackerel plays a role; we saw the opportunity to detail the basic aspects of the UGC fishery. Since Spanish mackerel generates important grounds for artisanal fishermen, there are important challenges to the fulfilling of goals of the Biosphere Reserve and the Vaquita Refuge Area, moreover, because the number of registered small boats is greater than those recommended when the Refuge was declared (DOF, 2005). Pressure on the fishery will continue as Mexican authorities reduce the size of the industrial fleets in the zone by buying their fishing permits and vessels, thereby forcing fishermen into small-scale fishing.

The distance to fishing sites from the ports and seasonal distribution of resources is an important constraint for fishers. San Felipe is the closest port to Vaquita Refuge, and fishermen operated their fishing gears during entire year. Fishers from El Golfo de Santa Clara do not operate on Vaquita Refuge because of high operation costs related to travel even though this port holds the greatest number of registered permits and number of small boats of the Area. Fishermen from Puerto Peñasco keep their fishing activity near the Sonoran coast to save gasoline and oil.

Spanish mackerel fishery is an attractive activity to the fishermen despite restrictions to its capture in the marine protected area. But the persistent recruitment of new fishermen to the area will not enhance fishermen welfare, and there is no warranty that the fishery will be sustained over the next years (Ponce-Díaz et al., 2006).



Spanish mackerel production requires adopting strategies that allow for the management and conservation of the ecosystem (Palumbi, Gaines, Leslie & Warner, 2003) but includes the fishermen points of view throughout all the negotiation process (Lundquist & Granek, 2005) as well as the views of law enforcement officials. This entails knowing what fishers would be willing to obtain in return for reducing fishing effort in the Vaquita Refuge Area process (Lundquist, Granek & Bustamante, 2005) (Davis, 2005).

Conservation success in this case must be based on agreements that dignify inhabitants of the UGC. Governments at all levels and conservation organizations are promoting development of the region. Fishermen quality of life must be improved while it is recovered the Spanish mackerel ecosystem and sustainability, considering socio-economic, ecological, and institutional factors (Davis, 2005, Harris, Jenkins & Pimm, 2005, Leslie, 2005). Success of most fisheries management policies to conserve species is contingent upon vulnerability of the species and size of the protected area (Carter, 2003, Clark, Munro & Sumaila, 2005, Mangel, 1998). As a first step towards instituting a monitoring and management strategy for the area further research will be needed to assess the ecological impacts of small-scale fisheries employing so-called “non-destructive” techniques (Lunn & Dearden, 2006).

In conclusion, we believe that a practical policy management for this fishery in the marine protected areas is needed to avoid the perception that marine protected areas are only suitable for biodiversity conservation, to address inconsistencies between conservation and fisheries approaches to the regional management of natural resources. Better collaboration and coordination between government agencies and society groups (non-governmental agencies and fishermen) will enhance fishing programs in the Upper Gulf of California and would help to reduce conflict in the two marine protected areas.



## ► ACKNOWLEDGMENTS

Financial support was provided by CONACYT Grant 48445. GRQ received doctoral studies grants: CONACYT 112401 and COTEPABE-IPN 347.

## ► LITERATURE CITED

**Carter, D. W. (2003).** Protected areas in marine resource management: another look at the economics and research issues. *Ocean and Coastal Management*, 46, 439-456.

**Cisneros-Mata, M. A. (2001).** Pesca y manejo pesquero en el Golfo de California. *Estudios Sociales*. 11, 57-69.

**Cisneros-Mata, M. A., Montemayor-López, G., & Román-Rodríguez, M. J. (1995).** Life history and conservation of *Totoaba macdonaldi*. *Conservation Biology*; 9, 806-814

**Clark, C. W., Munro, G. R., & Sumaila, U. R. (2005).** Subsidies, buybacks, and sustainable fisheries. *Journal of Environmental Economics and Management*, 50, 47-58.

**Cochran, G. W. (1989).** *Sampling Techniques*. New York, Willey and Sons.

**Cudney, R., & Turk, P. J. (1998).** *Pescando entre mareas del Alto Golfo de California*. Centro intercultural de estudio de desiertos y océanos. Puerto Peñasco, Sonora, Mexico.

**D'agrosa, C., Vidal O., & Gram, W. C. (1995).** Mortality of the vaquita *Phocoena sinus* in gillnet fisheries during 1993-1994. *Report of the International Whales Commission*, 16, 283-291.

**Davis, G. E. (2005).** Science and society: marine reserve design for the California Channel Islands. *Conservation Biology*, 19, 1745-1751.



- DOF (Diario Oficial de la Federación). (1993).** *Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.* Diario Oficial de la Federación. 1993.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2005).** *Programa de protección de la vaquita dentro de área de Refugio ubicada en la porción occidental del Alto Golfo de California.*
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2022)** *The State of World Fisheries and Aquaculture.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Galindo-Bect, M., Glenn, E. P., Page, H. M., Fitzsimmons, K., Galindo-Bect, L. A., Hernández-Ayón, J. M., Petty, R. L., García-Hernández, J., & Moore, D. (2002).** Paneid shrimp landings in the Upper Gulf of California in relation to Colorado River freshwater discharge. *Fishery Bulletin*, 98, 222-225.
- Godínez-Placencia, J. A. (1993).** Debe vedarse la pesca en el Alto Golfo. *Ciclos*, 9, 13-14.
- Greenberg, J. B. (1993). Local preferences for develop. In: McGuire TR, Greenberg, JB (eds).** *Marine community and Biosphere Reserve: crises and response in the Upper Gulf of California.* Occasional paper number 2. BARA, University of Arizona.
- Harris, G. M., Jenkins, C. N, & Pimm, S. L. (2005).** Refining biodiversity conservation priorities. *Conservation Biology*, 19, 1957-1968
- Leslie, H. (2005).** A synthesis of marine conservation planning approaches. *Conservation Biology*, 19, 1701-1713.
- Lundquist, C. J., & Granek, E. F. (2005).** Strategies for successful marine conservation: Integrating socioeconomic, political and scientific factors. *Conservation Biology*, 19, 1771-1778.



- Lundquist, C. J., Granek, E. F., & Bustamante, R. H. (2005).** Special section: Implementation and management of marine protected areas. *Conservation Biology*, *19*, 1699-1700.
- Lunn, K. E., & Dearden, P. (2006).** Monitoring small-scale marine fisheries: An example from Thailand's Ko Chang archipelago. *Fisheries Research*, *77*, 60-71.
- Mangel, M. (1998).** No-take areas for sustainability of harvested species and a conservation invariant for marine reserves. *Ecological Letters*, *1*, 87-90.
- Monaco, M. E., Friedlander, A. M., Caldow, C., Christensen, J. D., Rogers, C., Beets, J., Miller, J., & Boulon, R. (2007).** Characterizing reef fish populations and habitats within and outside the US Virgin Islands Coral Reef National Monument: a lesson in marine protected area design. *Fisheries Management and Ecology*, *14*, 33-40.
- Palumbi, S. R., Gaines, S. D., Leslie, H., & Warner, R. R. (2003).** New wave: high-tech tools to help marine reserve research. *Frontiers in the Ecology and Environment*, *1*, 73-79.
- Ponce-Díaz, G., Arreguín-Sánchez, F., & Beltran-Morales, L. F. (2006).** Indicadores de sustentabilidad y pesca: casos en Baja California Sur, Mexico. In: Beltrán-Morales LF, Urciaga-García J, Ortega-Rubio A (eds). *Desarrollo sustentable: ¿Mito o realidad?* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C, Mexico.
- Ramírez-Rojo, R. A., & Aragón-Noriega, E. A. (2006).** Postlarval ecology of the blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) and brown shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*) in the Colorado River Estuary. *Ciencias Marinas*, *32*, 45-52.
- Rojas-Bracho, L., Reeves, R. R., & Jaramillo-Legorreta, (2006).** A Conservation of the vaquita *Phocoena sinus*. *Mammal Review*, *36*, 179-216.



**SAGARPA. (2002).** *Anuario estadístico de pesca.* Instituto Nacional de la Pesca.

**SEMARNAT. (1995).** *Programa de manejo. Areas Naturales Protegidas 1. Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.* SEMARNAT/CONANP.

**Sladek-Nowlis, J., & Friedlander, A. M. (2004).** Marine reserve design and designation process. In: Sobel J, Dahlgre C (eds). *Marine Reserves: Their Science, Design and Use.* Washington, USA: Island Press, 128-163.

**Tognelli, M. F., Silva-Garcia, C., Labra, F. A., & Marquet, P. A. (2005).** Priority areas for the conservation of coastal marine vertebrates in Chile. *Biological Conservation*, 126, 420-428.



CREATIVE COMMONS



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el origina



Artículo Científico

## Aspectos socioeconómicos y operativos de la captura de langosta en Mazatlán, Sinaloa

### Socioeconomic and operational aspects of lobster capture in Mazatlán, Sinaloa



1. Evlin Aidée Ramírez Félix



0000-0002-5136-5283

Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera en Mazatlán, Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentables, Sábalo-Cerritos s/n. Col. Estero El Yugo, 82112 Mazatlán, Sinaloa, México.

Autor de correspondencia:

[evlin.ramirez@imipas.gob.mx](mailto:evlin.ramirez@imipas.gob.mx)



2. Miguel Ángel Cisneros Mata



0000-0001-5525-5498

Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera en Guaymas, Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentables. Calle 20, No. 605 Sur. 85400. Guaymas, Sonora, México.



---

## Aspectos socioeconómicos y operativos de la captura de langosta en Mazatlán, Sinaloa

---

---

## Socioeconomic and operational aspects of lobster capture in Mazatlán, Sinaloa

---

### ► RESUMEN

Se presentan algunos atributos demográficos y operativos de la pesca de langosta en Mazatlán, Sinaloa, utilizando información obtenida mediante cuestionarios a 14 pescadores. El objetivo es entender el estado actual de la actividad, estabilidad, herencia generacional y arraigo en la comunidad. Los datos demográficos revelan a pescadores alfabetas, con ocho grados de escolaridad, edades entre 22 a 72 años (media 57), con 35 años promedio de experiencia como pescadores y tradición de la actividad, sin ánimos de persistencia generacional. La estabilidad económica es una preocupación, trabajan (71%) todo el año en la captura de escama y langosta, sin esparcimiento; se destaca la importancia de ser propietarios de la embarcación, motor, y redes (86%). La pesca de langosta es la fuente principal de ingresos para sus familias; la mayoría (79%) recibe apoyos federales y estatales que consideran son para su hogar, poseen casa y vehículo (64%) y tienen al menos un dependiente económico. Sin excepción, consumen una vez por semana productos de su captura. Consideran (64%) que la captura de langosta está peor que hace 25 años y pese a ello, la mitad no dejará la pesca en los próximos cinco años; todos coinciden que no encontrarían un trabajo mejor remunerado.

**Palabras clave:** Cuestionarios; demografía; escama; redes de enmalle; atributos operativos de la pesca.



## ▶ ABSTRACT

Detailed demographic and operational attributes of the lobster fishing in Mazatlán, Sinaloa, are explored using insights gathered from a survey completed among 14 local fishermen. The objective is to gain a comprehensive understanding of the current state of activity, stability, generational heritage, and community roots. The lobster fishers are men with an average of eight years of schooling, aged between 22 and 72 (mean age of 57). They possess an average of 35 years of experience, upholding a strong tradition in the activity. However, they show no inclination for passing on their profession to their children. Economic stability is a concern. They work year-round (71%) catching both bony fish and lobster, with no time for recreation. Ownership of the boat, motor, and nets is crucial (86%) and they highlight its importance. Lobster fishing is the main source of income for their families; the majority (79%) receive federal and state government support that they consider is for their home, they own a house and a vehicle (64%) and have at least one economic dependent. Without exception, they eat their catch once a week. They consider (64%) that the lobster catch is worse compared to 25 years ago and, despite this, half of them will not stop fishing in the next five years, all agreeing that they would not find a better paid job.

**Keywords:** Surveys; demography; scale fish; gill nets catch; fishing operational attributes.

## ▶ INTRODUCCIÓN

La pesca constituye una fuente de ingresos relevante para las comunidades pesqueras del país en cuatro estados que rodean el Golfo de California (Baja California, Baja California sur, Sonora y Sinaloa). En el año 2023 dichos estados reportaron una producción mayor a un millón y medio de toneladas capturadas (81% del volumen y 69% del valor de la producción nacional) lo que representa cerca de 34 mil 300 millones de pesos (AGRICULTURA, 2024).



Las pesquerías forman parte importante de la seguridad alimentaria a través del incremento en la disponibilidad de productos pesqueros de calidad para el consumo humano (AGRICULTURA, 2020). En México, el consumo per cápita de productos pesqueros se ha incrementado de 12 kg en 2011 a 14.68 kg en 2022 (AGRICULTURA, 2023a).

Las langostas son productos internacionales onerosos; su valor promedio de mercado es de 20 USD/kg en comparación con 10 USD/kg del camarón y menos de cinco USD/kg del pescado. Sus precios han aumentado en los últimos años, especialmente para las exportaciones a China, superando su valor los 30 dólares por kilogramo; los Estados Unidos de América y Canadá representan cerca del 60% de las importaciones chinas (FAO, 2017).

En México, el mercado de la langosta se desarrolló por la gran demanda en sitios como Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey. También por el desarrollo de sitios turísticos como Cancún, la Riviera Maya, Veracruz y ciudades de la costa del Pacífico como Huatulco, Acapulco (Ríos-Lara et al., 2013) y Mazatlán.

En el Pacífico centro-oriental se presentan cuatro especies de palinúridos: *Panulirus interruptus*, *P. penicillatus*, *P. gracilis* y *P. inflatus*. En la costa sur de Sinaloa, las dos últimas especies se capturan principalmente con redes agalleras conocidas como “chinchorros langosteros” que, además, atrapan otros grupos de organismos, considerándola como una pesquería multiespecífica (Pérez-González, 2004). Esta opera con embarcaciones menores (eslora menor o igual a 10 m con la pesca comercial como actividad principal) que inciden hasta un límite de tres millas náuticas de la costa denominada pesca de ribera (AGRICULTURA, 2022).

El conocimiento del estado y las tendencias en toda la cadena de valor de la pesca y acuicultura resulta fundamental para elaborar políticas adecuadas y evaluar y seguir el rendimiento de su ordenación. Si bien se ha avanzado, faltan numerosas estadísticas esenciales a nivel mundial como los datos económicos y sociales, los descartes y la capacidad pesquera (FAO, 2024). La ausencia de conocimiento explica en parte por qué los responsables de las políticas tienden a descuidar los esfuerzos



integrales para gestionar este sector complejo y políticamente sensible. Las estadísticas estándar de producción pesquera no suelen tener en cuenta el empleo ni otras contribuciones socioeconómicas de la pesca de subsistencia, recreativa y en pequeña escala. Como resultado, su importancia económica real a menudo permanece oculta y la presión sobre los recursos pesqueros se subestima quedando desatendido el sector en las políticas y planes nacionales, regionales y locales (The World Bank, 2012).

La pesca de langosta juega un papel económico y social relevante ya que es realizada en su totalidad por pescadores ribereños. Su captura en el sur de Sinaloa inició en 1936 (Román-Alarcón, 2013); sin embargo, sus registros en estadísticas oficiales mexicanas (1954, 3.4 toneladas) datan de hace 70 años (Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, 1954). La misma ha contribuido al desarrollo de una historia local propia e incluye comunidades costeras de cientos de habitantes, como Cospita, Las Barras de Piaxtla y Mármol; y mayores como Mazatlán.

En Sinaloa operan cuatro permisos de pesca comercial (Diario Oficial de la Federación, 2018) asignados a tres sociedades cooperativas y a una unión de pescadores, con 38 embarcaciones menores (Diario Oficial de la Federación, 2023). El registro oficial de langosta en Sinaloa reporta a ambas especies (*P. gracilis* y *P. inflatus*) en conjunto. Su promedio histórico de captura (1973-2022) son 31 toneladas; su tendencia por temporada, 2019/2020, 2020/2021 y 2021/2022, es a la baja. El valor de su captura en 2022 fue ~8.5 millones de pesos (Ramírez-Félix et al., 2024).

La Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS) (Diario Oficial de la Federación, 2024) considera que los sectores pesquero y acuícola deben desarrollarse con perspectiva sostenible que integre y concilie los factores económicos, sociales y ambientales, a través de un enfoque estratégico y ecoeficiente. Además, contempla la inclusión en los Planes de Manejo Pesqueros de indicadores socioeconómicos de la población dedicada a la pesca en la región y su impacto en la misma.

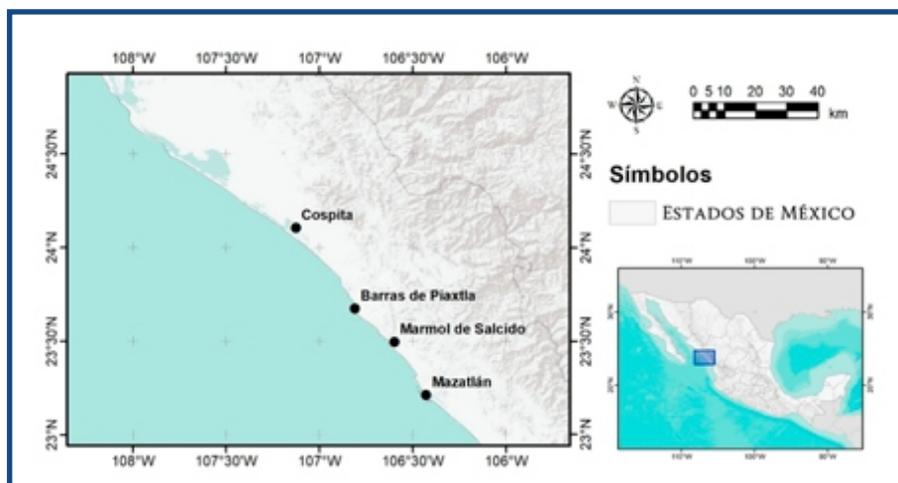
Con la promoción de un enfoque basado en los derechos humanos en línea con las Directrices Voluntarias para Lograr la Sostenibilidad de la Pesca en Pequeña Escala (Directrices PPE) dictadas por FAO en 2015,

se prescribe realizar estudios de dicha índole por recurso para conocer el grado de acceso a derechos sociales y económicos universales. Por lo que el presente estudio pretende contribuir a una mayor comprensión de los medios de vida a nivel hogar de los pescadores langosteros y su caracterización pesquera presentando atributos demográficos y operativos de su actual estado.

## ► MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

Sinaloa se localiza en el noroeste de la República Mexicana, limita al norte con el estado de Sonora, al este con Chihuahua y Durango, al sur con Nayarit, y al oeste con el océano Pacífico y golfo de California (Figura 1).



**Figura 1.** Área de estudio de langosta en las costas de Sinaloa (Ramírez-Félix et al., 2018).

En esta zona el litoral presenta diversos accidentes geográficos; se distinguen puntas, bahías pequeñas y cerros. El fondo es de sustratos rocosos y arenosos en los que habita *P. inflatus* en los primeros y *P. gracilis* en los segundos (Gracia & Kensler 1980) aunque presentan superposiciones (Briones-Fourzán, 2014; Ramírez-Félix et al., 2018).

### Entrevistas a los pescadores

Para obtener la caracterización de la pesquería de langosta, se recopiló la información mediante entrevistas cara a cara a los pescadores, en abril 2023 se aplicaron 14 cuestionarios con preguntas abiertas y cerradas, semiestructurados divididos en cinco partes: información socio-demográfica, especies, subsidios, equipo y artes de pesca y económica; las cuatro primeras secciones se organizaron en porcentajes de opinión por pregunta y se utilizaron en el presente estudio.

Los cuestionarios aplicados corresponden al 37% del total de pescadores que se desplazan desde Mazatlán hasta el norte de Mármol y desembarcan en Cerritos y Playa Norte en Mazatlán, Sinaloa.

Como se verá más adelante, los pescadores langosteros entrevistados son hombres que saben leer y escribir residentes de Mazatlán, Sinaloa. Ello facilitó la aplicación de las entrevistas.

## ▶ RESULTADOS

### Entrevistas a los pescadores

La estructura por edades indica que en su mayoría son adultos con una edad media de 57 años (22 a 72); más del 60% están casados o viven en unión libre (Tabla I).

**Tabla I.** Características demográficas y socioeconómicas de los pescadores de langosta de Mazatlán, Sinaloa.

Particularidades	Frecuencia	Porcentaje
<b>Edad</b>		
Entre 21-40	1	7
Entre 41-50	2	14
> 51	11	79
<b>Estado civil</b>		
Soltero	2	14
Casado/unión libre	9	64
Divorciado	2	14
Viudo	1	7



<b>Dependientes económicos</b>		
Sí	4	29
No	10	71
<b>Nivel educativo</b>		
Sin instrucción	1	7
Primaria	5	36
Secundaria	2	14
Preparatoria	5	36
Maestría	1	7
<b>Casa</b>		
Propia	7	50
Rentada	3	22
Prestada	2	14
Compartida con parientes	1	7
Proceso de pago	1	7
<b>Ubicación de su casa</b>		
Céntrica	9	64
Zona federal	2	14
Fuera de Mazatlán	3	22
<b>Propietario de vehículo terrestre</b>		
Sí	9	64
No	5	36
<b>Estado del vehículo</b>		
Bueno	6	67
Malo	3	33

El 71% no tiene dependientes económicos; algunos lo señalan incluso aunque estén casados, si la pareja trabaja y no aporta a la economía del hogar. Dos pescadores refieren estar solteros y por ello no tener dependientes económicos, uno vive con tíos que considera le ayudan y el coopera mensualmente con parte de su ingreso y pescado. De su último grado de estudio, los niveles elemental y preparatoria son los más comunes, con 36% cada uno, seguido por la formación secundaria, 14%, y en los extremos sin educación y nivel de maestría (7% cada uno).



El 50% de los encuestados tiene casa propia y el resto rentada (22%), prestada (14%), la comparte con parientes (7%) o la está pagando (7%). Respecto a la localización de sus hogares, 14% están en zona federal, 22% afuera de la ciudad y 64% en el sector centro. Del vehículo utilizando para su actividad, 64% cuenta con uno, el resto carece del mismo. De los primeros, 67% de los vehículos está en buenas condiciones y el resto no (33%). Solo un pescador tiene dos vehículos, uno en buen estado y el otro no.

Es común ver que los langosteros se ayuden y se transporten entre ellos de sus casas al campo pesquero. Algunos son compañeros de trabajo en la misma panga; tienen relaciones de compadrazgo, consanguíneos (padres, hijos y sobrinos) o de negocios. En lo que respecta al consumo de su captura pesquera, lo realizan al menos una vez por semana (21%), aunque la mayoría dos (29%) y tres (29%) veces por semana y, diariamente (21%).

Todos los pescadores entrevistados señalaron no tener ni haber tenido subsidios directos a la pesca en años anteriores. 79% recibe apoyos mensuales federales de \$7,200 a \$2,400 MXN. Respecto a los apoyos económicos estatales, que oscilan entre \$2,600 y 3,600 MXN, 71% no los percibe. El motivo para otorgarles los apoyos directos es variable. La mayoría (50%) señala que es para el hogar, para mejorar la captura, generar alimento para el pueblo y para el hogar y pesca (7% cada uno) y, para lo que se necesite y no sabe (14% cada uno). Cuatro pescadores reciben ambos apoyos, de ellos, dos consideran que el federal les beneficia más, uno que ninguno y el otro, igual (Tabla II).



**Tabla II.** Consumo de su captura y subsidios recibidos de los pescadores de langosta de Mazatlán, Sinaloa.

<b>Particularidades</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Frecuencia semanal del consumo de su pesca</b>		
1 vez	3	21
2 veces	4	29
3 veces	4	29
A diario	3	21
<b>Subsidios</b>		
No	14	100
<b>Apoyos</b>		
Federales	11	79
Estatales	4	29
<b>Propósito del apoyo</b>		
Hogar	7	50
Mejorar captura	1	7
Alimento para el pueblo	1	7
Hogar y pesca	1	7
Lo que se necesite	2	14
No sabe	2	14

### Aspectos pesqueros

Antigüedad en la pesca. Los pescadores entrevistados se han dedicado a la pesca entre seis meses y 56 años. El promedio de antigüedad es de 35 años (Tabla III).

**Tabla III.** Frecuencia de antigüedad en la captura de los pescadores langosteros mazatlecos.

<b>Antigüedad en la pesca (años)</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
0.5-14.7	1	7
14.7-28.8	4	29
28.85-42.9	3	21
42.9-57.0	6	43



## **Importancia económica, temporalidad y especies en la captura**

Para el 43% (6) de los pescadores la importancia de la pesca en su ingreso es absoluta (100%); para el resto, los ingresos de la pesca representan entre 25% y 90% del total. El 71% de los pescadores trabaja todo el año en la captura (langosta, escama, ostión, tiburón, entre otros); los que no lo hacen, descansan. El mismo porcentaje señala no tener esparcimiento durante el año, sólo dos (14) descansan de julio a septiembre, uno 20 días (siete) y otro más, un mes (siete). Del total, 79% trabaja por su cuenta y 21% es asalariado. El 36% de los langosteros refiere que dejarán la pesca en los próximos cinco años, el 50% no lo hará y el 14% no lo sabe; todos coinciden que no encontrarían otro trabajo mejor remunerado. El 71% de los langosteros no pertenecen a alguna organización pesquera (son pescadores libres) y el resto (29%) dijo estar afiliado a una sociedad cooperativa pesquera.

## **Pertenencia del equipo de pesca**

El 86% de los pescadores son dueños de sus equipos de pesca (dos lo comparten con otra persona) y el resto no lo son (14%) (Tablas IV y V). La mayoría de los motores fuera de borda (MFB) son relativamente recientes, del año 2018 a 2013, aunque 36% no recuerda con exactitud. Solo un pescador refirió deberlo, en tanto que un gran porcentaje (86%) ya terminó de pagarlo y uno más es asalariado. La mayoría (64%) no tienen MFB de repuesto y consideran (57%) que sus condiciones son buenas, refieren que la vida útil del MFB es de cinco y 10 años.

**Tabla IV.** Características de los motores fuera de borda de los pescadores langosteros de Mazatlán

<b>Motor fuera de borda</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Pertenencia</b>		
Propietario	12	86
No propietario	2	14
<b>Antigüedad</b>		
No recuerda	5	36
2013	1	7
2014	2	14
2015	1	7
2017	4	29
2018	1	7
<b>Adeudo</b>		
Sí	12	86
No	1	7
Otro	1	7
<b>Motores de repuesto</b>		
Sí	4	29
No	9	64
Otro	1	7
<b>Condiciones del motor</b>		
Buenas	8	57
Regulares	6	43
<b>Años de vida útil</b>		
<5	5	36
(5-10]	5	36
(10-15]	2	14
No sabe	2	14

La mayoría de las embarcaciones menores son antiguas (más de 10 años), una gran proporción no recordó (43%) cuando lo adquirió. 64% tiene una embarcación y, en general, consideran que tiene una vida útil mayor a 15 años (Tabla V).

**Tabla V.** Pertenencia y antigüedad de embarcaciones menores de los pescadores langosteros de Mazatlán

<b>Embarcación menor</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Pertenencia</b>		
Propietario	12	86
No propietario	2	14
<b>Antigüedad</b>		
No recuerda	6	43
1982	2	14
2003	1	7
2006 y 2008	2	14
2013	1	7
2018 y 2020	2	14
<b>Embarcaciones de repuesto</b>		
Sí	4	29
No	9	64
Otro	1	7
<b>Años de vida útil</b>		
<5	1	7
[10-15]	4	29
[20-25]	6	43
>30	2	14
No sabe	1	7

50% de los pescadores operan con cinco a 10 redes langosteras por viaje; el 64% las elabora y tienen entre una y 20 de repuesto (cuatro no tienen redes de repuesto). Consideran que la duración de la red es muy variable, puede ser desde 15 hasta 120 días (Tabla VI).



Tabla VI. Características de las redes langosteras que operan en Mazatlán.

<b>Redes langosteras</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Pertenencia</b>		
Propietario	12	86
No propietario	2	14
<b>Número por viaje</b>		
<5	1	7
[5-10)	7	50
[10-15)	5	36
>15	1	7
<b>Duración (días)</b>		
20	2	14
30-60]	7	50
60-90	1	7
15-100	1	7
20-120	3	21
<b>Redes de repuesto</b>		
Si	10	71
No	4	29
<b>Número de redes de repuesto</b>		
1-2	5	50
3-4	1	10
5-6	3	30
20	1	10
<b>Elaboración propia de redes</b>		
Sí	9	64
No	3	21
A veces	2	14

El costo del equipo declarado por cada pescador es variable, lo más oneroso es adquirir el MFB (máximo \$200,000 pesos), seguido de la embarcación menor y por último las redes (Tabla VII).



**Tabla VII.** Valor de redes, embarcación menor y motores fuera de borda para la captura de langosta en Mazatlán.

<b>Valor (pesos)</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Red langostera</b>		
[800-2500]	4	29
(2500-5000]	7	50
10000	1	7
No sabe	2	14
<b>Embarcación menor (miles)</b>		
10-30	1	7
70-95	2	14
100-120	7	50
>190	1	7
No sabe	3	21
<b>Motor fuera de borda (miles)</b>		
70-80	2	14
100-140	3	21
150-200	6	43
No sabe	3	21

### Aspectos operativos pesqueros

Respecto a la captura por año, sin excepción, todos los pescadores operan al menos en la temporada de langosta (31 de octubre al 30 de junio), esto es, ocho meses. También pescan mojarra todo el año además de cabrilla, curvina blanca, manta, ostión, pargo y tiburón, entre otros. En lo que denominan escama y guano se incluyen varias especies de peces de poco valor comercial, sobre todo el tiburón (Tabla VIII).

**Tabla VIII.** Variación temporal de la actividad de pesca por los pescadores langosteros de Mazatlán (meses numerados por orden cronológico).

Recurso	No. Pescadores	%	Meses
Berrugata	6	43	01-11
Cabrilla	4	29	12-06
Chihuil	4	29	06-09
Constantino	3	21	04-09
Curvina blanca	8	57	11-06
Curvina graniza	4	29	01-4 y 06-09
Dorado	2	14	04-12 y 01-02
Guano	7	50	01-12
Langosta	14	100	31 oct-30 junio
Lisa	1	7	03-04 y 07-12
Mantarraya	2	14	07-05
Mojarra	4	29	01-12
Ostión	1	7	09-10
Pargo	7	50	11-06
Sierra	9	64	06-11
Tiburón	2	14	09-11 y 01-06

Respecto a las especies que capturan, 36% refiere que del recurso langosta obtienen el principal ingreso económico, seguido del pargo y la escama (21% cada una) y, pargo y curvina, escama si abunda e igual langosta y escama con 7% para cada categoría. Respecto a la percepción del recurso langosta en los últimos 25 años, 64% indicaron que está peor, 21% que ha disminuido, 7% que está bien y 7% no sabe (recién ingresó a la pesca).

Para la comercialización de langosta los pescadores venden el producto entero, previo a su entrega al comprador, lo colocan en hielo; una vez que el comprador pesa la langosta viva, se coloca en tinas con agua dulce, el producto se entrega al comercializador, quien lo distribuye en el mercado. El precio que reciben los pescadores por la langosta es variable. El producto se categoriza de acuerdo con su peso y su estado, manejo y demanda. Las categorías por peso son: grande, mediana y chica (Tabla IX).

**Tabla IX.** Pago de la langosta al pescador y categoría del producto.

<b>Langosta</b>	<b>Grande</b>	<b>Mediana</b>	<b>Chica</b>
<b>Valor (pesos/kg)</b>	260-280	120-280	80-170
<b>Categoría (g)</b>	>345	300-345	<300

En noviembre y diciembre de la temporada 2023/2024 (noviembre 2023 a junio 2024) aumentó el precio de langosta, y disminuyó a partir de enero.

## ► DISCUSIÓN

### **Entrevistas a los pescadores**

En Mazatlán hay 22 pescadores de langosta y escama que en su mayoría operan alrededor de ese puerto, aunque algunos se desplazan al norte de Mármol (40 km al norte de Mazatlán). Considerando este total, en el presente trabajo se entrevistó al 64% de los pescadores.

De los atributos demográficos de los pescadores langosteros destaca que todos son hombres, en Mazatlán hay dos mujeres en esta pesquería que se dedican a la comercialización, una es líder de una cooperativa; porcentaje inferior a la participación directa en la pesca de mujeres en América Latina (FAO, 2024) más no comparable ya que aquí corresponden a actividades y puestos de liderazgo y administración. En el Golfo de Ragay, el 3.33% son mujeres que capturan langosta (Gordula et al., 2022).

La estructura etaria de los pescadores langosteros corresponde a adultos mayores con poco o casi nulo ingreso de jóvenes. A decir de ellos, no animan a sus conocidos y familiares porque cada día es menor la captura, además de considerar la pesca como un trabajo físico muy pesado y riesgoso que requiere de un aprendizaje lento y largo. Esperan que haya suficientes recursos pesqueros para que reconsideren y transmitan este conocimiento, técnicas y prácticas de pesca a nuevas generaciones para la preservación de la actividad y el fortalecimiento del sentido de identidad y pertenencia que la actividad conlleva.



La estructura etaria (79% mayor de 51 años) de los langosteros sinaloenses es similar respecto a 12 años atrás cuando estaba compuesta por dos grupos: de 30-35 años y entre 50-60 años (Madrid-Vera et al., 2012). Esto indica el escaso ingreso de pescadores y su envejecimiento, lo cual ha generado arraigo a la actividad (antigüedad media 35 años) y el que tengan pocos dependientes económicos; algunos son viudos, separados o tienen hijos en el mercado laboral que siguen viviendo en sus casas y aportan económicamente.

El porcentaje de langosteros sinaloenses casados/unión libre es mayor (64) al reportado por Gordula et. al. (2022) y Headley y Singh-Renton (2008). Por otra parte, algunos señalan que sus hijos ya no habitan con ellos y les ayudan mensualmente, resulta complicado calcular el número de dependientes económicos. Podría ser al menos una persona en promedio, en general la esposa, quien aporta a la economía del hogar, de forma complementaria.

La antigüedad promedio de los langosteros mazatlecos es alta al igual que en el golfo de Ragay (Filipinas), donde es mayor a 20 años (Gordula et. al., 2022) y los de San Vicente y Granada (Caribe) (10 a 30 años). Esto es un indicador de vulnerabilidad con respecto a las capacidades de los pescadores para buscar medios de vida alternativos, porque a medida que los pescadores envejecen, es más difícil aprender nuevas habilidades (Headley y Singh-Renton, 2008).

El promedio de años de escolaridad de los pescadores de langosta es de ocho, similar al reportado para el golfo de California (siete años) y menor al promedio nacional que es de 9.2 años (Cantú-Calderón et al., 2018) a pesar de que un pescador culminó su maestría (es abogado) y otro es pasante de Biólogo, ambos consideran que hay poco empleo y mal remunerado, por ello prefirieron dedicarse a la pesca.

Sorprende que al ser Mazatlán una ciudad que ofrece desde educación básica hasta estudios de posgrado de áreas diversas, los pescadores no tengan un nivel educativo mayor ya que en general terminaron la primaria y la secundaria. Esto podría deberse a que, en su mayoría, son adultos mayores y cuando eran niños la oferta educativa era menor (el pescador más joven que entrevistamos estudió hasta preparatoria).



Adicionalmente, hay otras razones del relativamente bajo nivel de escolaridad como la poca inversión para ingresar en la actividad, lo atractivo del ingreso y el no tener jefe, lo cual puede resultar llamativo para las personas que optan por no continuar su formación académica.

Llama la atención el escaso nivel educativo de los langosteros. Comparada con otras características demográficas, la educación generalmente tiene la relación más consistente con la preocupación por el medio ambiente (van Liere y Dunlap, 1980). Esto se debe a que provee a los individuos de una extensa diversidad de ideas y creencias fomentando una perspectiva más liberal (McMillan et al., 1997). Además, el nivel de escolaridad puede reflejar la capacidad de adaptación de los pescadores (Gordula et al., 2022).

Parte de este estudio se basó en la percepción de los pescadores del estado de la captura de langosta, más de la mitad considera que no está en buenas condiciones. Sin embargo, no se incluyeron preguntas específicamente asociadas al ambiente y otros recursos además de la langosta. Aun así, habría que considerar a la educación y a la capacitación como facilitadores de la conciencia ambiental y la sostenibilidad de los recursos pesqueros.

La mitad de los langosteros son dueños de su vivienda, cifra inferior a la reportada para las localidades pesqueras del golfo de California (76.9%) (Cantú-Calderón et al., 2018). El resto se encuentra en lo que el Consejo Nacional de Evaluación de la Política del Desarrollo Social (CONEVAL, 2024) define como “pobreza patrimonial”. La vivienda de un porcentaje significativo (64%) de langosteros se ubica en el centro de Mazatlán. Esto parece estar relacionado con la historia que refiere que los primeros pobladores de este puerto fueron tribus indígenas migratorias dedicadas a la caza de venado y la pesca (Mazatlán Interactivo, 2024). Una vez que arribaron los españoles a la región, en el siglo XVI, establecieron el primer asentamiento en lo que hoy es el centro histórico (La Historia, 2024).



En lo que respecta al consumo de su pesca, es grato que los pescadores no solamente venden su captura, sino que también consumen sus productos ellos y su familia. Además de constituir un ahorro, esto contribuye a su seguridad alimentaria al nutrirse de alimentos con alto valor proteico, grasa de calidad, de fácil masticación, digestión y preparación (COME PESCADO Y MARISCO, 2024). Contrario a los pescadores langosteros de San Vicente que además de no considerar al recurso langosta como una comida tradicional, por su elevado precio de venta les es restrictivo (Headley y Singh-Renton, 2008).

De hecho, el propósito del apoyo económico anual único y directo de parte del gobierno, BienPesca, a las y los productores pesqueros y acuícolas es contribuir a su autosuficiencia alimentaria (AGRICULTURA, 2023b). A lo anterior se suma un complemento (de \$3,750 pesos) de parte del Gobierno del Estado de Sinaloa (Luz Noticias, 2024). Al parecer las respuestas dubitativas sobre el monto y frecuencia del subsidio recibido por parte de los pescadores se deben a una confusión entre ambos apoyos (federal y estatal). Es importante señalar que la mayoría considera que estos apoyos se les proporcionan para gastos del hogar.

Desgraciadamente este subsidio individual del gobierno no abona a la identidad colectiva al no participar en acciones de trabajo en equipo que les permita unirse en un futuro para fines comunes. Esto pudo haber facilitado el cambio de la estructura organizativa de una agrupación a partir de la temporada de langosta 2022/2023, y ahora prácticamente todos son pescadores libres. Ello se explica además porque algunos pescadores trabajaban como empleados, sin agruparse, compartiendo el equipo y las herramientas de trabajo por razones personales ajenas a la estructura organizativa. Otra posible razón es que la comercialización de langosta siempre la realizó de manera independiente un comprador en el sitio de arribo del producto. Los pescadores consideran que al vender la langosta a un comercializador pueden incursionar en diversos mercados a los que de otra manera no les sería posible (Baja California, Culiacán, Guadalajara, principalmente).



En resumen, en su percepción, cuando estaban al amparo de una cooperativa había poca comunicación grupal, con pocos esfuerzos comunitarios para acciones específicas hacia un objetivo compartido y no operaban colectivamente sus medios de producción. Hasta la temporada de captura de langosta 2022/2023 funcionaban como cooperativa, sin información de comercio para mejorar la toma de decisiones ni recursos para transportar y distribuir el producto. Además, con diferentes intereses dependientes de sus características demográficas individuales como edad, estatus socioeconómico y antigüedad en la captura; por ello no les fue difícil dejar su agrupación. La mayoría de los pescadores están casados/unión libre y son dueños de sus embarcaciones y redes, esto es indicativo de la viabilidad económica de la captura de langosta. Al respecto, Gordula et. al. (2022) señalan que la propiedad de sus activos y el estado civil reflejan estados de bienestar social y proporcionan una medida del desempeño de la pesquería en términos de su contribución al bienestar económico y su rentabilidad.

La antigüedad promedio en la pesca, la edad promedio de los pescadores (57 años) y más de ocho meses por año dedicados a la captura de langosta y escama, indica arraigo a la actividad y a la comunidad. Esto pudiera explicar el nulo interés de cambiar la misma o innovar para que mejore la pesquería a pesar de la mala percepción que tienen en años recientes sobre el estatus de la misma.

Los pescadores mayores de 65 años también dijeron contar con el apoyo del gobierno federal y algunos con pensión, lo que les permite no tener actividad de pesca durante varios meses. Aunque la participación porcentual de la pesca en los ingresos monetarios de los pescadores langosteros es total para el 43%, en global corresponde al 76%. La última cifra es mayor al 58% señalado por Blanco-Orozco (1996) para la flota ribereña del alto golfo de California. Esto pudiera deberse a la contribución de las especies de escama a la captura de langosta, particularmente del pargo, la segunda especie mejor pagada (Ramírez-Félix & Villanueva-Fortanelli, 2024).



Acerca de la propiedad del equipo de pesca, el mismo porcentaje son dueños del motor fuera de borda y de la embarcación, lo cual hace sentido por la dependencia de una para trabajar con la otra. La embarcación es el aparejo de captura de mayor antigüedad; su conservación está condicionada a la frecuencia de su mantenimiento, si este es bueno, puede utilizarse hasta por 30 años.

Respecto al número de redes utilizadas para la captura de langosta, es notorio que en la temporada 2023/2024 algunos las incrementaron (18 por embarcación) porque desean aumentar su ingreso. Normativamente hay restricción en el uso de redes debido a que están prohibidas. Sin embargo, en la práctica hay un incremento real de esfuerzo pesquero, lo que se contrapone con la Carta Nacional Pesquera (Diario Oficial de la Federación, 2023).

Aunque el pago que reciben por la langosta a partir de la temporada 2022/2023 aumentó, esto no se reflejó en cambios en las prácticas de captura con excepción de menor cantidad de langostas ovígeras (Ramírez-Félix et al., 2024). Cabe señalar que, pese a que la pesquería de langosta está regulada, no está siendo vigilada de manera eficiente.

La pesca y la acuicultura en México necesitan transitar hacia la sustentabilidad. Los recursos pesqueros pertenecen a la dimensión ambiental o ecológica, en tanto que el resultado de la utilización de estos recursos se ubica en la dimensión económica, buscando el beneficio de comunidades pesqueras. Para que el desarrollo sustentable sea un proceso cotidiano es preciso expresarlo en las políticas públicas (Cisneros-Mata, 2012).

Respecto al costo del equipo de pesca, lo más oneroso es adquirir el motor fuera de borda, seguido de la embarcación menor y las redes.

En general las respuestas en las entrevistas fueron homogéneas, lo cual se explica por la similitud de sus redes (Ramírez-Félix et al, 2017). Las diferencias en el ingreso obtenido se explican por las zonas de captura, el número de redes que utilizan, los pescadores por panga y su experiencia, así como a la propia variabilidad natural del recurso.



Se concluye que los pescadores de langosta y escama entrevistados son hombres alfabetizados, residentes de Mazatlán, con ocho grados de escolaridad, conformados en su mayoría por adultos mayores (media de 57 años) y 35 años de experiencia en la captura. Llama la atención su falta de deseo de persistencia generacional de la actividad hacia sus hijos debido a la percepción generalizada de que la pesquería no está en buenas condiciones. Para tener mayor certeza económica, la gran mayoría son propietarios de la embarcación, motor y redes. La pesca de langosta es la principal fuente de ingresos para sus familias. Una gran mayoría recibe apoyos federales y estatales que consideran parte de los ingresos de su hogar, poseen casa y vehículo y tienen al menos un dependiente económico. Sin excepción, consumen una vez por semana productos de su captura, lo que contribuye a su seguridad alimentaria. La captura de langosta en Mazatlán no solo es una actividad económica, conforma también un legado cultural en la comunidad.

## ► AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero pesquero Vicente Moreno Borrego por su apoyo en las entrevistas a los langosteros. A los pescadores langosteros por su colaboración y abierta disposición a cooperar en la realización del presente estudio.

## ► BIBLIOGRAFÍA

- AGRICULTURA. (2020).** Programa Nacional de Pesca y Acuicultura 2020-2024. Gobierno de México. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, 73 pp.
- AGRICULTURA. (2022).** Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2020. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Mazatlán, Sinaloa, México, 291 pp.
- AGRICULTURA. (2023a).** Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2022. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Mazatlán, Sinaloa, México, 285 pp.



**AGRICULTURA. (2023b).** Conoce Bienpesca, un mar de apoyos: El componente Bienpesca pertenece al Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 20 de enero de 2023. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/conoce-bienpesca-un-mar-de-apoyos> [Citada 18 de octubre 2024].

**AGRICULTURA. (2024).** Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2023. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Mazatlán, Sinaloa, México, 278 pp.

**Blanco-Orozco, M.L. (1996).** Pobreza y explotación de recursos pesqueros en el Alto Golfo de California. Tesis (Maestría en Economía Aplicada) Tijuana, B.C. El Colegio de la Frontera Norte. 105 pp.

**Briones-Fourzán, P. (2014).** Differences in life-history and ecological traits between co-occurring *Panulirus* spiny lobsters (Decapoda, Palinuridae). *Zookeys*. 457: 289–311. DOI:10.3897/zookeys.457.6669.

**Cantú-Calderón, R., Domínguez, S., López-Sagástegui, C., R. López-Sagástegui & Villa-Juárez, S. (2018).** La pesca y los pescadores: Los perfiles del sector. *Tantalus. Revista de Economía de los Recursos Naturales*. 2(3), 11-20.

**Cisneros-Mata, M.Á. (2012).** Retos y oportunidades de las pesquerías mexicanas, la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sustentable. *La Jornada Ecológica*. <https://www.jornada.com.mx/2012/03/26/eco-c.html>.

**COMEPESCADO Y MARISCO. (2024).** <https://comepescado.com/10-beneficios-de-comer-pescado-y-marisco/>. [Citada 17 de octubre 2024].

**CONEVAL. (2024).** <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/>. [Citada 17 de octubre 2024].

**Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. (1954).** Anuario Estadístico de Actividades Pesqueras en Aguas Territoriales Mexicanas. Secretaría de Marina. 312 pp.



- Diario Oficial de la Federación (2018).** *Carta Nacional Pesquera*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <https://www.dof.gob.mx>.
- Diario Oficial de la Federación (2023).** *Carta Nacional Pesquera*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.dof.gob.mx>.
- Diario Oficial de la Federación (2024).** *Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables*. Cámara de Diputados. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPAS.pdf>.
- FAO. (2017).** The world lobster market, by Graciela Pereira and Helga Josupeit, FAO Consultants. Globefish Research Programme Volume 123. Rome, Italy. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/fce246bc-e00f-4b6c-b681-0459f2a4137e/content>.
- FAO. (2024).** El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2024. La transformación azul en acción. Roma. <https://doi.org/10.4060/cd0683es>.
- Gordula, R.P., Lampos, F.B. Jr., & Favor, C.C. (2022).** Socio economic assessment of the slipper lobster (*Thelus orientalis*, Lund, 1793) fishery in Ragay Gulf. *Journal of Ecosystem Science and Eco-Governance*, 4(Special Issue): 33-37.
- Gracia, A. & Kensler, B.C. (1980).** Las langostas de México: su biología y pesquería. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, UNAM, México. Contribución 213.
- Haryono, F.E.D., Hutabarat, S., Hutabarat, J. & Ambariyanto. (2015.)** Nutritional value of spiny lobsters (*Panulirus* sp.) from Southern Coast of Java. *AIP Conference Proceedings* 1699, 030016; <https://doi.org/10.1063/1.4938301>.
- Headley, M. & Singh-Renton, S. (2008).** The Socio-economic Framework of the Spiny Lobster (*Panulirus argus*) Fishery in St. Vincent and the Grenadines and Associated Socio-economic Fishery Performance Indicators. *Proceedings of the 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. 421-432 p. <https://www.researchgate.net/publication/273316584>.



**Hendrickx, M.E. (1995).** Plantas e invertebrados: Langostas in Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter & V.H. Niem. Guía FAO para la Identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. FAO, Roma, Italia: 383-391.

**LaHistoria. (2024).** <https://lahistoria.info/historia-de-mazatlan/>. [Citada 17 de octubre 2024].

**Luz Noticias. (2024).** <https://www.luznoticias.mx/2024-02-07/sinaloa/alista-conapesca-el-pago-de-los-7-mil-500-pesos-de-bienpesca-a-pescadores-/194733>. [Citada 18 de octubre 2024].

**Madrid-Vera, J., Flores-Rojas A.A. & García-Paredes, J.R. (2012).** Plan de Manejo de Langostas Espinosas de la Zona Marina de Sinaloa y Sonora. Documento de Trabajo. SAGARPA. INP. Fundación Produce Sonora. 65 pp.

**M a z a t l á n I n t e r a c t i v o . ( 2 0 2 4 ) .** <https://mazatlaninteractivo.com.mx/2024/05/recorriendo-la-historia-de-mazatlan/>. [Citada 17 de octubre 2024].

**McMillan, M.B., Hoban, T.J., Clifford, W.B. & Brant, M.R. (1997).** Social and Demographic Influences on Environmental Attitudes. *Southern Rural Sociology*, 13(1): 89–107. <https://egrove.olemiss.edu/jrss/vol13/iss1/5>.

**Naciones Unidas. (2018).** La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf).

**Pérez-González, R. (2004).** La pesca de langosta *Panulirus* spp. con redes agalleras en el sureste del Golfo de California, México: una pesquería multiespecífica. COASTFISH 2004. 1<sup>a</sup> Conferencia de Pesquerías Costeras en América Latina y el Caribe. 65-78 p.



- Ramírez-Félix, E., Márquez-Farías, J.F., Padilla-Galindo, S.P., Uribe-Osorio, F. & Rivera de-la-Paz, J.Á. (2017).** Caracterización de las artes de pesca de langostas *Panulirus inflatus* y *Panulirus gracilis* y seguimiento de la captura comercial en el sur de Sinaloa, México. Informe Final de Investigación 2016. CRIP Mazatlán-INAPESCA-SAGARPA.
- Ramírez-Félix, E., Márquez-Farías, J.F. & Hernández-Covarrubias, V. (2018).** Experimentación con trampas para la pesca de langostas *Panulirus inflatus* y *P. gracilis* y seguimiento de la captura comercial en el sur de Sinaloa, México. Informe Final de Investigación 2017. CRIP Mazatlán-INAPESCA-SAGARPA.
- Ramírez-Félix E., Borrego-Moreno, V., Silva-Raygoza, J.H. & Márquez-Farías, J.F. (2024).** Evaluación, seguimiento y caracterización socioeconómica de la pesquería de langosta en la costa sur de Sinaloa, México. Informe Final de Investigación 2023. CRIP Mazatlán-IMIPAS-AGRICULTURA.
- Ramírez-Félix E.A. & Villanueva-Fortanelli, J.J. (2024).** XI Foro Científico de Pesca Ribereña y I Foro de Acuicultura Artesanal. Ciudad del Carmen. 26 al 29 de agosto 2024.
- Ríos-Lara, G.V., Espinoza-Méndez, J.C., Zetina-Moguel, C., Aguilar-Cardozo, C. & Ramírez-Estévez, A. (2013).** La pesquería de langosta *Panulirus argus* en el Golfo de México y Mar Caribe Mexicano. INAPESCA, México. 121 pp. ISBN: 978-607-8274-05-5.
- Román-Alarcón, R.A. (2013).** La Pesquería de Camarón en el Puerto de Mazatlán 1936-1982. Universidad Autónoma de Sinaloa. Asociación de Historia Económica del Norte de México. Guadalajara, Jalisco, México, Pandora Impresores. 127 pp. ISBN: 978-607-9230-85-2.
- The World Bank, FAO, WorldFish & ARD. (2012).** The hidden harvests: the global contribution of capture fisheries. Report Number 66469-GLB. Washington DC.



**van Liere, K.D. & R.E. Dunlap. (1980).** The social bases of environmental concern: A review of hypotheses, explanations and empirical evidence. *Public Opinion Quarterly* 44(2): 181–197. <https://doi.org/10.1086/268583>.



## Artículo Científico

### La vegetación como elemento estratégico para la gestión en zonas costeras: El caso del sur de Sinaloa

### Vegetation as a strategic element for the sustainable on coastal zone: The case of southern Sinaloa

 1. Francisco Amador-Cruz

 0000-0001-6295-9856

Departamento de Ecología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. de los Barrios 1, Hab Los Reyes Iztacala, 54090 Tlalnepantla, México, México.

Autor de correspondencia:

[francisco.amador@iztacala.unam.mx](mailto:francisco.amador@iztacala.unam.mx)

 2. Joel Bojórquez-Sauceda

 0000-0002-8226-0169

Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Paseo Claussen S/N, Centro, 82000 Mazatlán, Sinaloa, México.

 3. O. Eric Ramírez-Bravo

 0000-0002-7328-0459

Centro de Agroecología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 4 Sur 104 Centro Histórico C.P. 72000, Puebla de Zaragoza, Puebla, México.



CREATIVE COMMONS



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original.



---

## La vegetación como elemento estratégico para la gestión en zonas costeras: El caso del sur de Sinaloa

---

---

## Vegetation as a strategic element for the sustainable on coastal zone: The case of southern Sinaloa

---

### ▶ RESUMEN

La comprensión integral de los procesos ecológicos, económicos y sociales de la zona costera es primordial para elaborar programas de manejo costero adecuados. De esta manera, en esta investigación, pretendemos mostrar el papel de la vegetación como eje articulador de estos procesos en las zonas costeras, especialmente en el sur de Sinaloa. Mediante una revisión sistemática de la literatura y utilizando el marco de referencia de Ostrom, se integró la información disponible de la región para vincular las características naturales, económicas y sociales. Aunque la zona de estudio posee un alto valor ecológico, la estructura institucional es débil, dando origen a esquemas de manejo deficientes, de modo que, la permanencia de los relictos de vegetación es incierta. Si bien, esta investigación es sólo el primer paso para la conformación de un programa de manejo costero integral, se destaca la falta de concordancia entre los diferentes instrumentos de planeación y ordenación presentes en la zona. Es así que, homogenizar los diferentes instrumentos, permitiría mantener los servicios ambientales que se generan al sur de Sinaloa, de los cuales dependen las actividades económicas y el bienestar de la sociedad local.

**Palabras clave:** Sistema socio-ecológico, sustentabilidad, área natural protegida, política ambiental.



## ► ABSTRACT

A comprehensive understanding of the ecological, economic and social processes in the coastal zone is essential to develop appropriate coastal management programs. In this way, in this research we aim to show the role of vegetation as the articulating axis of these processes in coastal zones, especially in southern Sinaloa. Through a systematic review of the literature and using Ostrom's frame of reference, the available information of the region was integrated to link the natural, economic and social characteristics. Although the study area has a high ecological value, the institutional structure is weak, giving rise to deficient management schemes, so that the permanence of the vegetation relics is uncertain. While this research is only the first step towards the formation of a comprehensive coastal management program, the lack of concordance between the different planning and management instruments present in the area is highlighted. Thus, homogenizing the different instruments would allow maintaining the environmental services generated in the southern of Sinaloa, on which the economic activities and well-being of local society depend.

*Palabras clave:* Socioecological system, sustainability, protected natural area, environmental politics.

## ► INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el creciente interés por el cuidado ambiental ha evidenciado las incompatibilidades de las esferas sociales, políticas y geográficas con la naturaleza (Bodin, 2017). Uno de los principales factores es la desconexión entre los actores, los cuales buscan resolver un mismo problema desde diferentes perspectivas por lo que en ocasiones su resolución no es la óptima para alguna de las partes (Lin et al., 2019). Una de las aproximaciones que busca la interacción entre los actores ecológicos, económicos y sociales son los sistemas socioecológicos (Mathevet et al., 2016). Estos son sistemas multidisciplinarios que mantienen un flujo dinámico, adaptable, resiliente y sostenible a varias escalas (espacial, temporal y organizativa), entre los diferentes actores (Glaser et al., 2012). Este



enfoque busca mejorar la calidad de vida de los distintos usuarios mediante el desarrollo sustentable, además de generar beneficios económicos, sociales y culturales (Mathevet et al., 2016).

Las bondades de los sistemas socio-ecológicos han sido aplicadas en la resolución de problemas en Áreas Naturales Protegidas (ANP) (Segrado-Pavón et al., 2015), pesquerías, acuacultura, ganadería y manejo forestal, de cuencas y de zonas costeras (Partelow, 2018). La aplicación sobre estas últimas hace uso de las características de estos sistemas para establecer un equilibrio entre la variedad de actores que en ella radican, por ejemplo: turismo, agricultura, navegación y pesca con la naturaleza (Heslinga et al., 2017).

Las zonas costeras son consideradas ambientes de transición con una alta productividad, alto valor ecológico y alto potencial para ofrecer diferentes servicios ambientales y económicos (Moreno-Casasola, 2016). Un elemento que impide la adecuada planeación dentro de las zonas costeras es la dispersión de información (Duque-Gutiérrez, 2015), lo cual complica la preparación, programación y ejecución de políticas públicas en la gestión de recursos naturales (Bojórquez-Sauceda y Guadarrama-Sánchez, 2017).

En este sentido, se ha desarrollado una plétora de herramientas teóricas con enfoques inter y transdisciplinarios que pretenden alcanzar interacciones bidireccionales regulares y bucles de retroalimentación entre los elementos naturales y sociales (Gain et al., 2020). Por ejemplo, los marcos de referencia de presión-estado-impacto-respuesta (Gari et al., 2015), de vulnerabilidad (Turner et al., 2003) o de los sistemas socio-ecológicos (Ostrom, 2009). Más ejemplos son descritos en Gain et al. (2020).

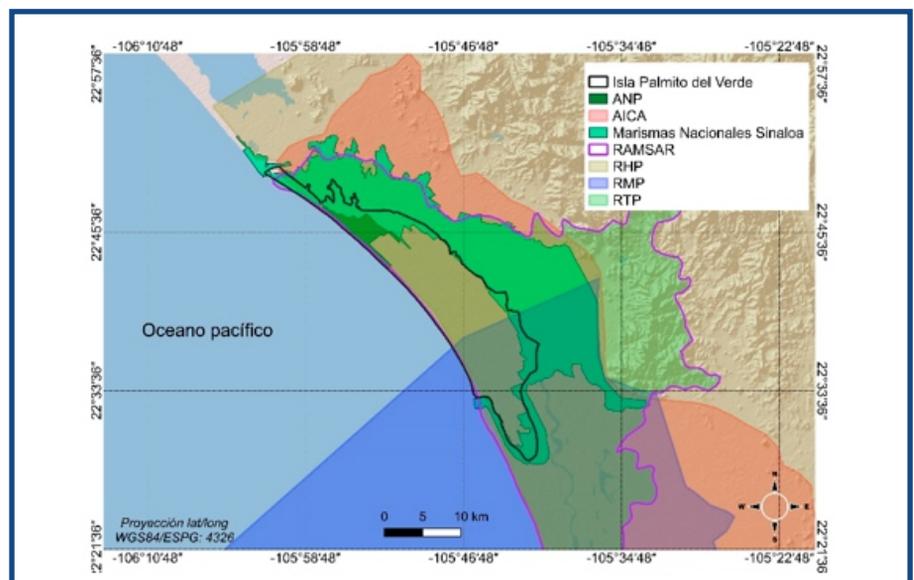
Si bien estas herramientas tienen como objetivo desentrañar la interdependencia entre los sistemas sociales y ecológicos de una región determinada (Liu et al., 2015), el marco de referencia diseñado por Ostrom (2009) ha sido el que más aplicación ha tenido. Lo anterior debido a, su adaptabilidad y al uso de variables que permiten la comparación y comunicación efectiva (Partelow, 2018). En este sentido, el uso de la vegetación como eje clave para la integración holística de los procesos ecológicos, económicos y sociales de una región determinada, es frecuente (Galicia et al., 2018; Nagel y Partelow, 2022).

Con base en lo anterior, en esta investigación tomamos como caso de estudio la zona costera denominada Isla Palmito del Verde (IPV), en el noroeste de México, para cumplir dos objetivos (i) compilar la información ecológica, económica y social subyacente de la IPV y (ii) adaptar dicha información a un marco de referencia sobre sistemas socio-ecológicos.

## ► MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

La Isla Palmito del Verde (IPV), está localizada en el noroeste de México, entre las coordenadas: 22°28.873' N, 105°43.524 O y 22°49.831 N, 106°1.251'O (Figura 1). La IPV está dominada por campos de cultivo, espacios ganaderos, granjas acuícolas y palmares de coco de agua (*Cocos nucifera* L.). La cobertura de vegetación natural está reducida a la parte norte de la IPV y en los bordes, cercanos a las marismas. La supervivencia de los residentes, radica en los beneficios que obtienen de la Isla, de modo que es un bien común.



**Figura 1.** Mapa de ubicación de la Isla Palmito del Verde, así como de sus principales tipos de vegetación. Mapa base esri (2009) y digitalización elaborada por los autores mediante imágenes satelitales de Google Earth Pro (Google, 2022).

## Revisión sistemática

Se llevó a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica utilizando diversas bases de datos (Google Académico, Scopus, Jstor, Web of Science, Taylor & Francis) y la combinación de palabras clave: “Isla Palmito de verde” OR “Isla Palmito del verde” OR “Palmito del verde” OR “Palmito de verde”. Los límites temporales se establecieron de 2023 hasta la fecha más antigua posible. Finalmente, se recopiló información de tesis, reportes técnicos, información publicada por autoridades federales y datos proporcionados por herramientas de sensores remotos. El número de documentos, así como los filtros aplicados, se dispusieron en un diagrama Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses – PRISMA (Moher et al., 2009) (Figura 2), el cual documenta visualmente el proceso de selección de estudios a analizar.

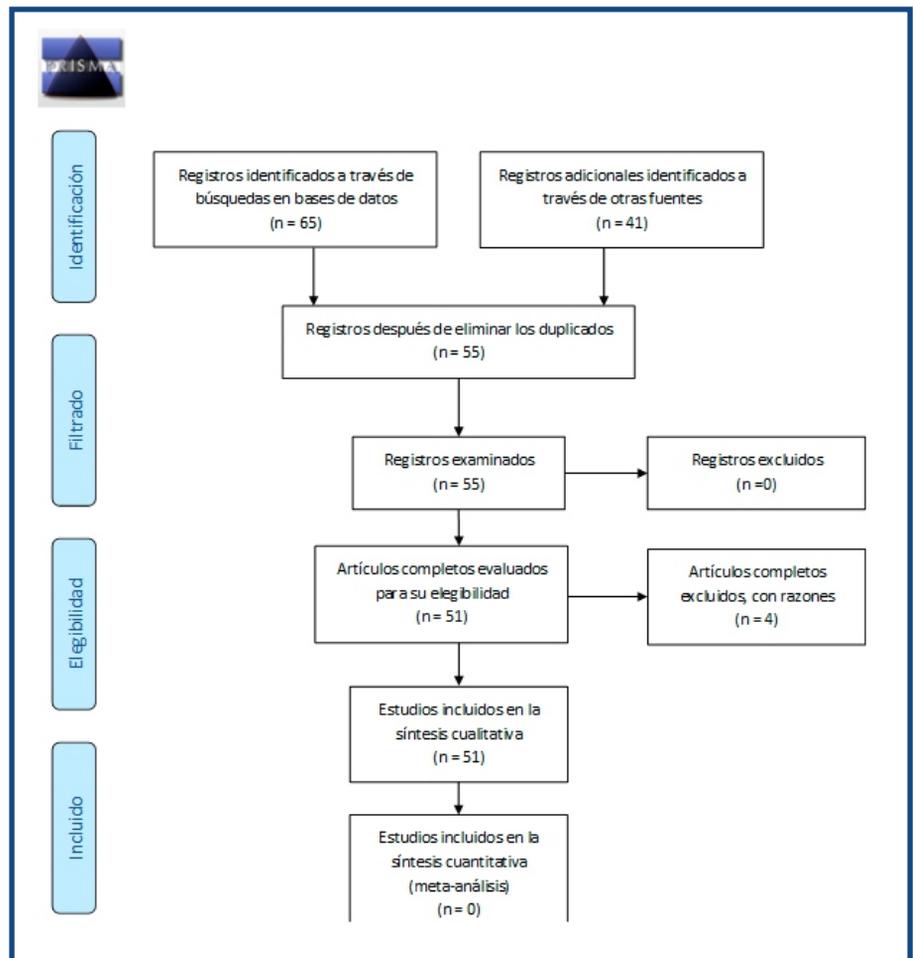


Figura 2. Diagrama PRISMA para revisiones sistemáticas. Fuente: Moher et al., 2009, p. 8



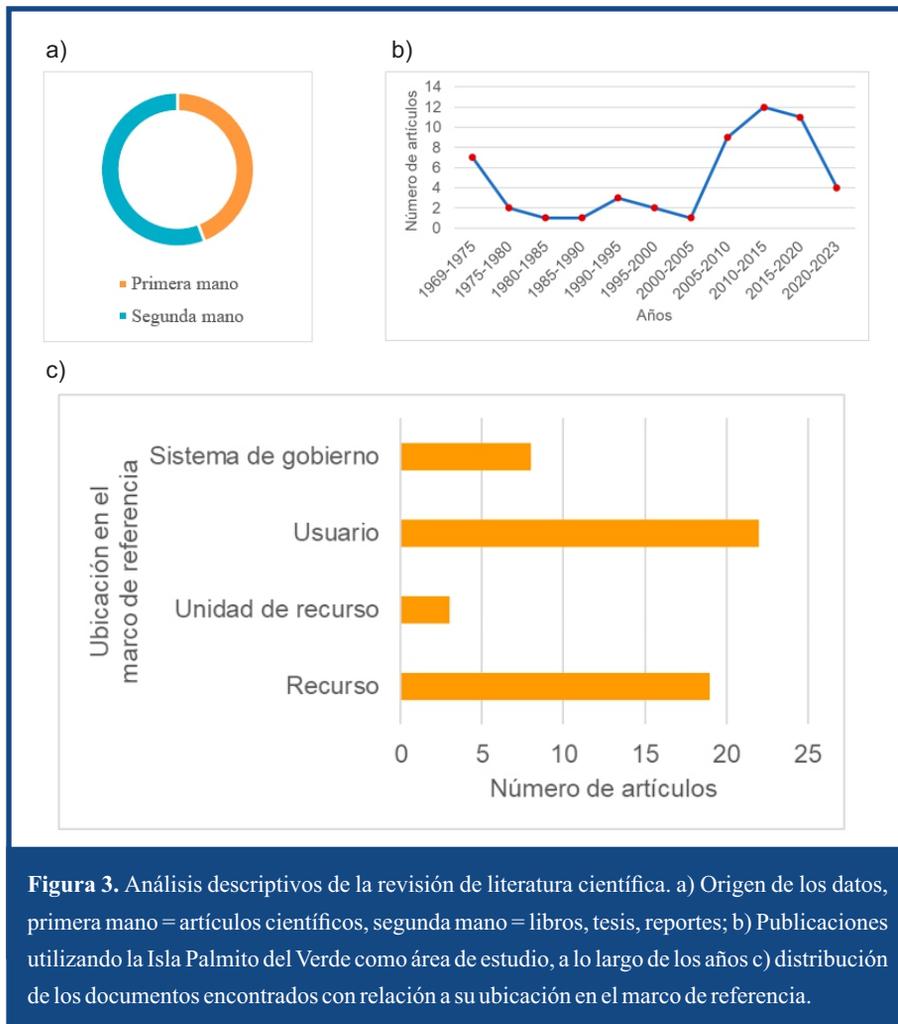
La información obtenida por la revisión de literatura científica se adaptó al marco de referencia de Ostrom (2009). Dicho marco permite estudiar la interacción de una serie de elementos en la estructuración de las acciones de política pública y del manejo integral del territorio (Valdez-Rojas et al., 2022). En esta investigación se consideró a la cobertura de vegetación como el elemento estratégico, de modo que se le dio un mayor peso a este sistema de recursos.

- *Sistema de recurso*: cobertura de vegetación
- *Unidad de recurso*: crecimiento o tasa de reemplazo
- *Usuario*: actores que ejercen sus actividades en el área (agricultores, ganaderos, acuicultores y sector turístico)
- *Sistema de gobierno*: normatividad ambiental y sectorial que regulen el uso del suelo en la región haciendo énfasis en la cobertura de vegetación natural.

## ▶ DISCUSIÓN

### Revisión sistemática

Después de revisar las diferentes bases de datos, se registraron un total de 106 documentos, referentes a la IPV. La figura 3 se construyó con los documentos que resultaron del proceso de filtrado en el diagrama PRISMA (Figura 2). De estos, la mayoría (57%) corresponden a archivos de segunda mano (tesis, reportes técnicos, libros), y el resto (43) a artículos científicos con revisión por pares.



Las investigaciones en la IPV aumentaron entre el 2005 y 2010 y se han mantenido constantes desde entonces (Figura 3b). Lo anterior concuerda con el inicio de las actividades del Centro Integralmente Planeado y Sustentable-CIP “Playa espíritu” (FONATUR, 2010). En este sentido, el proyecto no sólo atrajo la atención del gobierno federal, sino también la de los investigadores. El incremento de estudios en las cercanías de este CIP, y los otros localizados en Cancún, Litibú, Ixtapa-Zihuatanejo (Rioja-Peregrina et al., 2019) y Loreto (Mendoza-Ontiveros y González-Sosa, 2014), parecen ser una constante a lo largo de México.



Finalmente, del total de documentos, 19 están vinculados con el sistema de recurso (cobertura de vegetación), ya sea por algún aspecto relacionado con la flora o con alguna característica intrínseca (See et al., 2020) que implicó la descripción de este componente (registro de especies nuevas de fauna, registro de especies reencontradas); 3 con la unidad del recurso; 21 con los usuarios y 8 con el sistema de gobierno (Figura 3c).

### **Condición actual de la Isla Palmito del Verde (IPV)**

La IPV es un sistema antiguo con aislamiento funcional (Schubel, 1971; Ramírez-Zavala et al., 2012). Esto ha proveído de una alta relevancia biológica y ecológica; no sólo alberga a uno de los tipos de vegetación más diversos de todo Sinaloa, la selva mediana subcaducifolia (Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], 2014), sino que el ambiente de transición de sus zonas costeras, ha permitido la formación de llanuras de inundación, pantanos y lagunas, los cuales, sumados al proceso de progradación, permitieron el desarrollo de una planicie de dunas frontales con altas características de infiltración hídrica, a tal grado que mantiene un acuífero de 399.2 km<sup>2</sup> (Scott y Foster, 2000; FONATUR, 2019). Esto ha permitido que gran parte de la IPV sea considerada como un sitio prioritario marino, y epicontinental, para la conservación de la biodiversidad (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2008; CONABIO-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP], 2010).

Esta alta disponibilidad de agua ha promovido, y mantenido, que la mayor parte de la IPV haya sido transformada por las actividades humanas extensivas, como ganadería y agricultura (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2021), siendo la producción de chile, coco, mango y jitomate de los más comunes. Sin embargo, las condiciones abióticas como: clima cálido subhúmedo (García, 2004), buena disponibilidad de agua (FONATUR, 2019), suelos con diferentes grados de productividad y profundidad (INEGI, 2014), y bióticas, como: la amplia extensión de manglares (INEGI, 2021), han sido factores para



que la IPV se considere una Región Terrestre, Hidrológica y Marina Prioritaria, así como un Área de Importancia para la Conservación de Aves (Arriaga-Cabrera, Aguilar-Sierra y Espinoza, 2009). Desafortunadamente, aunque todos estos instrumentos de planeación concuerdan en la importancia ecológica de la IPV en su totalidad, solo la porción que anteriormente correspondía al CIP “Playa espíritu” se considera ANP, con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna (CONANP, 2024), lo cual excluye el resto de elementos de que forman parte integral del sistema socio-ecológico de dicha región.

### **Sistema de Recurso (cobertura de vegetación)**

A inicios del siglo XX, comenzó la explotación en materia agrícola, ganadera y acuícola, dentro de la IPV (Álvarez, 2014). Desde 1973, gran parte de la IPV ha mostrado una salud de la vegetación (estimada mediante el índice de vegetación de diferencia normalizada) por debajo de los 0.5 unidades; cercano a 0.1 en algunas porciones (Landsat Explorer, 2023), lo cual indica una salud de la cobertura vegetal muy mala (Huang et al., 2020). Cabe destacar que la porción norte, donde se pretendió, hace algunos sexenios atrás, el desarrollo del CIP “Playa Espíritu”, los valores de la salud de la vegetación han ido incrementando, llegando a los 0.72 unidades. Lo anterior, en las zonas reforestadas por un programa de manejo integral de la vegetación (FONATUR-UNAM, 2018).

Estos proyectos de reforestación han sido realizados con la intención de recuperar la cobertura de vegetación original de la IPV y así salvaguardar la gran riqueza de especies de flora y fauna de la región (FONATUR-UNAM, 2018). Dicha riqueza incluye especies de amplia distribución (Armstrong et al., 1972), endémicas (Armstrong y Jones, 1971; Birney y Jones, 1971; Camargo y Álvarez-Castañeda, 2020), naturalizadas (Amador-Cruz et al., 2017), con alguna categoría en listas de extinción (Schmidly y Bradley, 1995) y especies reencontradas para la ciencia (Castro-Bastidas et al., 2023).



Desafortunadamente, los esfuerzos se han concentrado en la parte norte de la IPV y en las extensas regiones de manglar, ubicadas al sur. De la parte media, sólo se dispone de algunos inventarios de flora (Amador-Cruz, et al., 2019) y escasos registros de fauna, obtenidos de la página de Naturalista (2023).

## **Unidad de recurso**

Toda la vegetación natural de la zona representa solo un 12.6%, si se considera que la superficie de la IPV es de 32 083.9 ha (320.8 km<sup>2</sup>), la selva baja caducifolia abarca 1 899.7 ha, el manglar 1 167.67 ha, la selva mediana subcaducifolia 568.4 ha y la duna costera 400 ha. Esta pequeña porción de cobertura de vegetación natural tiene la capacidad de proveer servicios ecosistémicos intrínsecos, tales como: suministro de agua, protección de inundación y contra tormentas, mejorar la calidad del agua y hábitat para fauna, entre otras funciones (See et al., 2020).

Aunque la IPV dispone de los componentes abióticos idóneos para el desarrollo de la cobertura de vegetación como buena disponibilidad y calidad de agua subterránea (Alvarado-Zambrano et al., 2019), suelo tipo regosol, ideal para el desarrollo de la vegetación (FONATUR, 2019), una alta productividad (Ramírez-Zavala et al., 2012; Yousefi-Lalimi et al., 2017) y la presencia de especies con altas tasas de germinación (FONATUR-UNAM, 2018), la permanencia de los procesos ecológicos subyacentes de la Isla está en riesgo debido a que las actividades humanas que se desarrollan en la zona dependen en gran medida del espacio y recursos que la vegetación requiere para mantenerse.

A pesar de su reducida superficie, al IPV alberga a 250 especies de flora y 282 de fauna (FONATUR-UNAM, 2018; Amador-Cruz et al., 2019).

La IPV se conecta con el continente mediante la carretera estatal 523, Escuinapa-Teacapán, a través del puente La Estacada. Dentro de la IPV se encuentra la carretera 527 (Isla Palmito del Verde), 528 (Cristo Rey) y 529 (La Pesca). Actualmente, los paisajes dominantes a lo largo de estas vialidades son campos de cultivo. Los servicios disponibles son: luz eléctrica, alumbrado público, aeropuerto, puerto de refugio y cabotaje, clínicas médicas, internet y telefonía móvil, gasolineras, hotelería,



televisión satelital y sistema de distribución de agua potable. La IPV no cuenta con drenaje, de modo que la instalación de letrinas, ha afectado la calidad del agua subterránea (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2020). Finalmente, carece de un manejo adecuado de residuos sólidos urbanos, sin embargo, se ha iniciado la primera etapa del relleno sanitario regional sur (Gobierno del Estado de Sinaloa, 2016).

## Usuario

Desde épocas de la conquista (Grave-Tirado, 2018), hasta el presente, en la IPV interactúan diversos actores, los cuales contribuyen en diferentes escalas en la economía local. Algunas de las actividades realizadas son: 1) agricultura, con un nivel de tecnificación medio. Esta actividad abarca más del 60% de la superficie de la IPV; 2) ganadería, enfocada en ganado bovino. Esta actividad comprende un 20% de la superficie; 3) pesca en aguas continentales, litorales y protegidas; las principales especies que se capturan son el camarón (*Litopenaeus vannamei*), robalo (*Centropomus* sp.) y pargo (*Lutjanus* sp.) (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2014); 4) acuicultura orientada a la camaronicultura, actualmente hay 44 granjas, en 2 660 ha (Bojórquez-Sauceda, 2017); 5) otras actividades son la industria (empacadoras y congeladoras), la minería (salinas), el comercio (de alimentos y agroquímicos) y el turismo (Municipio de Escuinapa, 2011; INEGI, 2017).

## Sistema de gobierno

En la IPV convergen un abanico de instrumentos legales empleados para regular los procesos de apropiación de los recursos naturales, todos ellos son de carácter sectorial, de modo que presentan conflictos en la ejecución. Esto ha devenido en una estructura normativa sumamente débil.

Al respecto con el marco normativo que rige en la IPV, enfocado a la cobertura de vegetación, fueron identificadas: cinco leyes federales y cinco normas oficiales mexicanas, seis leyes de carácter estatal y una de alcance local (municipal) (Tabla 1).



**Tabla 1.** Normatividad aplicable de los 3 niveles de gobierno que regulan los usos de la vegetación por las actividades socioeconómicas presentes en el área.

Nivel Jurídico	Normatividad	Descripción
Federal	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)	<p><b>Art. 11 y 28-</b>Toda actividad en humedales, esteros o manglares; cambios de uso de suelo forestal; y desarrollos mobiliarios en zonas costeras son susceptibles a la evaluación de impacto ambiental.</p> <p><b>Art. 47BIS-</b>En las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se debe promover las actividades agroforestales y silvopastoril siempre y cuando los terrenos tengan aptitud para este fin, buscando la sustentabilidad.</p> <p><b>Art. 53-</b>Al ser un sitio que abastece agua para el servicio de poblaciones, se debe considerar como área de protección y aprovechamiento sustentable, donde se pueden realizar actividades como investigación, turismo de bajo impacto y educación ecológica.</p> <p><b>Art. 66-</b> El plan de manejo de alguna ANP, debe incluir aprovechamiento sustentable de la flora.</p> <p><b>Art. 78-</b>Promover la restauración ecológica de la zona, con los estudios que lo justifican.</p> <p><b>Art. 79-</b>Conservación de la biodiversidad, favoreciendo la continuidad de procesos evolutivos; además de preservar especies endémicas o sujetas a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y promover la investigación, así como el rescate del conocimiento tradicional de la flora.</p> <p><b>Art. 80 y 85-</b>Es necesario un control de las especies exóticas invasoras. Además de elaborar un programa anual de producción siembra y disseminación de especies de flora acuáticas.</p>
		<p><b>Art. 83-</b>El aprovechamiento de recursos en hábitat de especies endémicas o protegidas no deberá alterar las condiciones para la subsistencia de dichas especies.</p> <p><b>Art. 87 BIS-</b>Los ingresos que perciba la Federación por permisos en materia de flora, serán destinados a la realización de acciones de preservación.</p> <p><b>Art. 88-</b>Se debe proteger áreas boscosas y selváticas para mantener las corrientes de agua y así promover la recarga de acuíferos.</p> <p><b>Art. 97-</b>La Federación establecerá viveros de flora acuática.</p> <p><b>Art. 99-</b>La preservación de suelo se debe promover con la determinación de predios forestales.</p> <p><b>Art. 101-</b>En zonas selváticas se tiene como prioridad: introducir cultivos compatibles con el ecosistema, favorecer la restauración, regular asentamientos humanos, prevenir la erosión y promover el desarrollo sustentable.</p> <p><b>Art. 105-</b>Estímulos fiscales otorgado a actividades forestales consideran el establecimiento y ampliación de predios forestales.</p> <p><b>Art. 171 y 178-</b>Decomiso de ejemplares de flora relacionados con infracciones o sin permisos.</p>



<p>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)</p>	<p><b>Art 4</b>-Es de utilidad pública conservar, proteger y restaurar los ecosistemas forestales.</p> <p><b>Art. 12 y 30</b>-Es facultad de la Federación diseñar, aplica y propiciar instrumentos económicos para promover el desarrollo forestal.</p> <p><b>Art. 13</b>-El estado debe participar en la elaboración de programas forestales regionales. Además de actualizar el Inventario Estatal Forestal y de Suelos y promover labores de conservación y restauración.</p> <p><b>Art. 15</b>-Actualizar el Inventario Municipal Forestal y de Suelos; promover investigación, educación y cultura forestal; diseñar y aplicar incentivos para el desarrollo forestal; ejecutar reforestación y restauración.</p> <p><b>Art. 29</b>-Desarrollo forestal prioridad en progreso nacional.</p>
<p>Ley General De Cambio Climático (LGCC)</p>	<p><b>Art. 33</b>-Protección, conservación y restauración de recursos forestales para evitar erosión, así como promover el uso de especies nativas.</p> <p><b>Art. 26</b>-Conservar de manera prioritaria manglares y dunas.</p> <p><b>Art. 30</b>-Entidades federales y municipios implementarán acciones para establecer áreas protegidas, corredores u otras modalidades para conservar e incrementar la cobertura vegetal nativa. Además, fortalecer acciones de restauración de la integridad y conectividad de manglares, dunas y humedales dulceacuicolas.</p> <p><b>Art. 33</b>-Fortalecer esquemas de sustentabilidad y restauración en selvas y manglares.</p> <p><b>Art. 34</b>-Elaborar políticas y acciones de mitigación asociadas a frenar y revertir la degradación de ecosistemas y su deforestación, a su vez ampliar las áreas de cobertura vegetal aplicando prácticas de manejo sustentable. Se debe dar prioridad a vegetación <u>riparia</u>.</p> <p><b>Art. 82</b>-Los recursos de Fondo para el Cambio Climático pueden ser destinados para proyectos que revertan la deforestación o degradación, promuevan el desarrollo sustentable, recarga de acuíferos, preservar integridad de costas, humedales y manglares, así como promover los corredores biológicos para favorecer la conectividad entre ecosistemas.</p>
<p>Ley de Aguas Nacionales (LAN)</p>	<p><b>Art. 86 BIS</b>-Promover y realizar acciones para rehabilitar y restaurar el entorno natural de las zonas húmedas y así preservar sus condiciones hidrológicas y ecosistémicas.</p>
<p>Ley General de Vida Silvestre (LGVS).</p>	<p><b>Art. 5</b>- El objetivo de la política nacional es mantener y promover la restauración de la diversidad e integridad de los hábitats.</p> <p><b>Art. 39</b>- Las Unidades de Manejo Ambiental (UMA's) tienen como objetivo general la conservación de los hábitats y se pueden enfocar a la restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo, rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable.</p>
	<p><b>Art. 60 TER</b>- La modificación del flujo hidrico del manglar sólo es viable cuando tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las dichas áreas.</p>



		<b>Art. 85-</b> El aprovechamiento de especies protegidas sólo será autorizando cuando contribuya con el desarrollo de poblaciones mediante reproducción controlada.
	NOM-059-SEMARNAT-2010	Las especies <i>Cedrela odorata</i> y <i>Attalea guacuyule</i> están en la categoría Protección Especial (Pr) y las especies <i>Avicennia germinans</i> , <i>Handroanthus chrysanthus</i> , <i>Handroanthus impetiginosus</i> , <i>Conocarpus erectus</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> , <i>Sideroxylon capiri</i> , <i>Albizia occidentalis</i> y <i>Rhizophora/mangle</i> están en la categoría Amenazadas (A).
	NOM-022-SEMARNAT-2003	El manglar debe preservarse como una comunidad vegetal, por lo cual su integridad no debe ser comprometida por el desarrollo de infraestructura que altere el flujo hídrico.
	NOM-006-SEMARNAT-1997	La explotación de hojas de especies en peligro de extinción o de poblaciones reducidas debe ser evitado, en este caso aplica para <i>Attalea guacuyule</i> .
	NOM-005-SEMARNAT-1997	Sobre el procedimiento de aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas.
	NOM-062-SEMARNAT-1994	Especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios
	Política Nacional de Mares y Costas de México.	<b>Inciso E-</b> Los manglares presentan una alta diversidad biológica, sustentan a las pesquerías ribereñas, son un importante recurso forestal para las comunidades locales y permiten desarrollar actividades económicas de carácter cinegético y ecoturístico. De modo que su funcionamiento condiciona el potencial de desarrollo económico y bienestar social de la zona costera y marina de México
Estatal	Ley Ambiental	<b>Art. 12-</b> Obras en zonas de manglares y otros humedales requieren de una Manifestación de impacto ambiental.
	para el Desarrollo Sustentable del Estado de Sinaloa	<p><b>Art. 89-</b> Los parques se constituirán tomando como base las regiones y provincias biogeográficas de una o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones análogas de interés general.</p> <p><b>Art. 116-</b> El establecimiento de zonas de restauración ecológica o continuidad de corredores biológicos se implementarán en áreas con procesos acelerados de fragmentación de ecosistemas, desertificación o degradación.</p> <p><b>Art. 118-</b> Se debe considerar la preservación de la biodiversidad, así como de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial. Se debe combatir el comercio ilegal de especies y fomentar el repoblamiento de la flora, así como su investigación.</p> <p><b>Art. 122-</b> Se promoverá y apoyará el manejo sustentable de las especies de flora.</p> <p><b>Art. 135-</b> Se debe prevenir la pérdida de vegetación, a través de acciones de preservación y aprovechamiento sustentable.</p>



	<p><b>Art. 136-</b> Se promoverá el establecimiento de viveros de especies de flora acuática en zonas de jurisdicción estatal.</p> <p><b>Art. 139-</b> En sitios con vegetación primaria el Gobierno atenderá en forma prioritaria la preservación de los recursos florísticos; regulación de asentamientos humanos, así como rehabilitar, recuperar y permitir la regeneración de las zonas afectadas por desertificación o degradación.</p> <p><b>Art. 229-</b> Toda persona tiene derecho a información ambiental en materia de flora.</p> <p><b>Art. 261-</b> Clausura total de fuentes de contaminación cuando exista un riesgo inminente de los ecosistemas.</p> <p><b>Art. 263-</b> Arresto administrativo por 36 horas cuando de las visitas u operativos de inspección se determine que existe riesgo inminente de daño o deterioro grave a los ecosistemas forestales.</p>
--	--

	<p><b>Art. 273-</b> Se impondrá pena de tres meses a tres años de prisión o multa de 50 a 5 000 días de salario a quién no tenga la autorización u realice actividades que dañen a la flora.</p>
Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sinaloa	<p><b>Art. 1-</b> Se debe elaborar, monitorear y mantener actualizado el Inventario Estatal Forestal y de Suelos.</p> <p><b>Art. 11-</b> Corresponden a los Municipios elaborar, monitorear y mantener actualizado el Inventario Municipal Forestal y de Suelos.</p> <p><b>Art. 29-</b> Se debe desarrollar un Sistema Estatal, donde se incluya toda la información en materia forestal: inventarios, zonificación, evaluación de plantaciones, uso y conocimiento del recurso forestal, información económica, etc.</p> <p><b>Art. 65-</b> La forestación, reforestación o revegetación, de las áreas degradadas, será una acción prioritaria en los programas de manejo prediales, zonales o regionales.</p> <p><b>Art. 67 y 68-</b> Será obligatorio para las autoridades del Estado y de los Municipios, incluir en sus planes de desarrollo respectivos, programas tendientes a la reforestación, forestación y revegetación, para los cuales se establecerán incentivos.</p>
Ley de Desarrollo Ganadero del Estado de Sinaloa	<p><b>Art. 85-</b> Los ganaderos, propietarios o poseedores de terrenos de agostadero están obligados a conservar las plantas útiles o en peligro de extinción.</p> <p><b>Art. 119-</b> Se declara de interés público el fomento y la conservación de plantas melíferas.</p>
Ley de desarrollo rural sustentable del Estado de Sinaloa	<p><b>Art. 70-</b> Promover el conocimiento y valoración de las especies de flora que, en el medio rural, sean susceptibles de ser explotadas como parte de las actividades cinegéticas y de turismo rural.</p> <p><b>Art. 90-</b> Se impulsarán políticas, programas y acciones para que las actividades productivas y económicas que se realicen en el medio rural no deterioren los ecosistemas.</p>

		Art. 106- Se procurará dar prioridad a las actividades económicas que preserven el equilibrio de los ecosistemas.
	Ley de Pesca y Acuicultura Sustentables del Estado de Sinaloa	<p><b>Art. 26-</b> El Instituto Sinaloense de Acuicultura y Pesca realizará investigaciones científicas y tecnológicas de la flora acuática, así como divulgar los resultados.</p> <p><b>Art. 47-</b> El desarrollo de Planes de Manejo Pesquero y Planes de Manejo Acuícola, deberán incluir una descripción biótica de la flora acuática.</p> <p><b>Art. 50-</b> Se deberá asesorar a pescadores y acuicultores para que la explotación de la flora sea de acuerdo con lo que aconsejan las investigaciones.</p>
	Ley para el Fomento del Turismo en el Estado de Sinaloa	<b>Art. 23-</b> El fideicomiso para el fomento del turismo apoya para que los desarrollos turísticos contribuyan a la protección ecológica.
Municipal	Reglamento de ecología y de protección al ambiente del municipio de Escuinapa, Sinaloa	<p><b>Art. 2-</b> Es de interés social y orden público la forestación y reforestación de las áreas naturales del Municipio.</p> <p><b>Art. 23-</b> El ayuntamiento gestionará eventos, foros, conferencias, etc., para fomentar el respeto, conocimiento y protección de flora del municipio.</p> <p><b>Art. 26-</b> Los usos productivos no deben alterar el equilibrio de los ecosistemas.</p> <p><b>Art. 37-</b> El ayuntamiento vigilará y controlará el aprovechamiento de recursos naturales, en áreas que sean el hábitat de especies de silvestre y acuática, especialmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. Asimismo, elaborará y/o actualizará un inventario de las especies de flora existentes en el municipio.</p>

Fuente: elaboración propia

De igual manera, en la región convergen al menos 4 instrumentos de ordenación del territorio y actividades enfocadas a la protección ambiental, y una que pretende la extensión de la mancha agrícola en la IPV. Estos instrumentos rigen los procesos productivos de la región (Tabla 2) y son resultado del mosaico de características relacionadas a la biodiversidad que contiene la IPV (Figura 4).

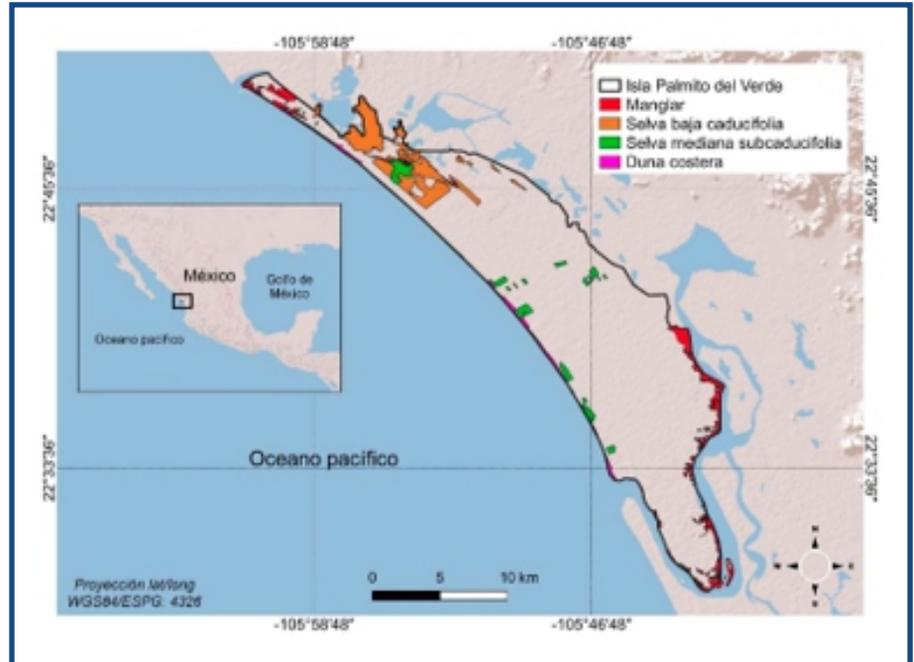
**Tabla 2.** Programas gubernamentales y de organismos de participación mixta en la Isla Palmito del Verde.

Instrumento	Zona	Justificación	Fuente
Regiones Marinas Prioritarias	Región 21 (Marismas Nacionales)	Actividad pesquera y sitio prioritario para la biodiversidad marina.	Arriaga-Cabrera <i>et al.</i> , 2009, Koleff <i>et al.</i> 2009



Regiones Hidrológicas Prioritarias	Región 22 (Río Baluarte-Marismas Nacionales)	Contiene cerca del 15-20% del total del manglar mexicano, y es reconocida por su uso, alta biodiversidad y la falta de estudios relacionados a su diversidad biológica.	Arriaga-Cabrera <i>et al.</i> 2009
Regiones Terrestres Prioritarias	Región 61 (Marismas Nacionales)	Alta concentración de aves acuáticas y semiacuáticas, residentes y migratorias; así mismo por su alto valor de endemismos; además, se considera que posee la extensión más conservada de manglares del Pacífico mexicano.	Arriaga-Cabrera <i>et al.</i> , 2009
Áreas de Importancia para la Conservación de Aves	Área 47 (Marismas Nacionales)	Red de humedales de alta importancia hidrológica, biológica y ecológica, albergan más de 70,000 individuos de aves acuáticas, 104,000 playeras y se registran 282 especies, de las cuales 55 se encuentran en alguna categoría de la NOM-	CIPAMEX-CONABIO, 2015
		059-SEMARNAT-2010.	
Sitios Ramsar	Sitio 732 (seriación Ramsar) o 108 (seriación CONANP), Marismas Nacionales,	Humedales y grandes extensiones de manglares (20% de todos los manglares del país).	SEDATU-DGTIC, 2019
Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Escuinapa, Sinaloa	Isla Palmito del Verde	Modelo de expansión sobre suelo agrícola	FONATUR, 2019

Fuente: elaboración propia



**Figura 4.** Instrumentos de ordenación que convergen en la Isla Palmito del Verde. ANP – Área Natural Protegida (Juan M. Banderas) AICA – Área de Importancia para la Conservación de Aves; RHP – Región Hidrológica Prioritaria; RMP – Región Marina Prioritaria; RTP – Región Terrestre Prioritaria. Fuente: esri, 2009; Arriaga-Cabrera et al., 2009; Koleff et al. 2009; Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CIPAMEX-CONABIO], 2015; Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano-Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación [SEDATU-DGTIC], 2019.



Finalmente, en el área funcionan diferentes programas gubernamentales, instrumentados por organismos de diferentes órdenes de gobierno. Dichos programas cubren una amplia gama de actividades, desde la entrega de apoyos y subsidios hasta el fomento de actividades productivas, educación y prevención. Todas ellas son de carácter sectorial. Algunos de los programas que inciden en la región, y que conforman la red de políticas públicas identificada para la IPV, ya sean gubernamentales o de organismos de participación mixta, se pueden observar en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Programas gubernamentales y de organismos de participación mixta en la IPV.

Orden de gobierno	Nombre del Programa
Programas gubernamentales	Programa de gestión del agua en las cuencas de los ríos Presidio al San Pedro
	Plan nacional de desarrollo
	Programa nacional de medio ambiente y recursos naturales
	Programa regional hidráulico
	Programa hidrológico-forestal de la región III pacífico norte
	Programas de ordenamiento ecológico regional
	Planes estatales y regionales de desarrollo
	Planes rectores de desarrollo municipal
	Planes maestros para el desarrollo y mejoramiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de los organismos operadores
	Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales
	Programa especial concurrente para el desarrollo rural sustentable
	Programa de desarrollo regional sustentable
	Planes parciales de desarrollo urbano
	Programas de ordenamiento ecológico territorial
Programas de desarrollo social	
Organismos de participación mixta	Consejo de cuenca de los ríos Presidio al San Pedro

Fuente: elaboración propia



## Consideraciones finales

A partir de los datos recabados en la revisión sistemática logramos recompilar la información ecológica, económica y social que se desarrolla en la IPV. Esta se adaptó exitosamente al marco de referencia sobre sistemas socio-ecológicos, desarrollado por Ostrom (2009).

A partir de estos resultados consideramos que es recomendable restaurar la conectividad ecológica entre los relictos de vegetación a través de la introducción de especies “framework” (especies con altas tasas de supervivencia, crecimiento rápido y que proveen frutos, flores u otros recursos que atraigan a animales o brinden beneficios a las comunidades locales) en zonas con alta disponibilidad de agua, como los jagüeyes, norias o pozos de agua; de preferencia en las zonas aledañas a los relictos de vegetación que serán reforestados o conservados, una alternativa importante es utilizar las áreas de uso común de los ejidos (Goosem y Tucker, 2012; Elliott et al., 2013). Amador-Cruz et al. (2019) proveen un listado de las principales especies y el procedimiento más adecuado para este propósito.

Otro uso potencial de las especies “framework” es desarrollar cercas vivas, con la intención de hacer corredores biológicos, para reforzar la conectividad entre las ANP (Juan M. Banderas y Marismas Nacionales Nayarit). De esta manera los parches de vegetación reducirán su aislamiento, efecto borde y la tasa de extinción de las especies del sitio (Cecon, 2013). El uso del arbolado sobre las principales vialidades (Carretera Estatal 523, Carretera municipal 527, 528 y 529) puede promover el desarrollo de dicho corredor biológico.

Asimismo, se insta a fortalecer las capacidades institucionales que permitan acuerdos sobre las formas de uso y protección de la diversidad biológica, la vegetal en primer término, así como el cumplimiento y mejoramiento de la normativa ambiental vigente. Desde la perspectiva social, es necesario tomar medidas como el establecimiento de la capacidad de carga turística o promover el ecoturismo comunitario (Ibáñez-Pérez, 2015; García-Gutiérrez et al., 2017), el cual se opone al esquema de turismo de masas promovido desde los tres niveles de gobierno e iniciativa privada.



Finalmente, la elaboración de un programa de manejo costero integral de la IPV debe incorporar enfoques que permitan la participación ciudadana en la toma de decisiones, garantizando que los intereses de todos queden representados en el resultado final del proceso. Esto favorecerá la resiliencia, protección y desarrollo de los procesos naturales, sociales y económicos en un marco normativo robusto pero flexible que se adapte a las complejidades, necesidades y cambios que caracterizan a la región; teniendo en cuenta y el enfoque holístico.

## ▶ CONCLUSIONES

A pesar de los impactos significativos derivados de las actividades antropogénicas, la IPV conserva un alto valor ecológico, económico y social, el cual se sustenta en la interdependencia de estos componentes. Es imperativo democratizar la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales, especialmente en lo que respecta a la cobertura vegetal, para garantizar un desarrollo sustentable que armonice las diversas actividades de la región.

Aunque la designación de la ANP Juan M. Banderas en la IPV, representa un avance, sería beneficioso considerar la inclusión del resto de la Isla como zona de amortiguamiento. Esta medida no solo contribuiría a la conservación de las comunidades vegetales que se encuentran fuera del perímetro de protección federal, sino que podría establecer la restauración de ecosistemas como un eje estratégico. Además, resulta esencial promover actividades económicas sustentables que satisfagan las necesidades básicas de la población local y reduzcan la presión sobre los recursos naturales.

Por último, la información recabada por medio de la revisión sistemática permitirá la formulación de un programa de manejo costero integral. Este debe incorporar enfoques participativos que aseguren una representación inclusiva en el proceso de toma de decisiones, fortaleciendo así la resiliencia y la protección de los procesos naturales, sociales y económicos de la región. Finalmente, el programa debe basarse en un marco normativo robusto, pero adaptable, capaz de responder a las complejidades, necesidades y dinámicas cambiantes del entorno.



## ▶ AGRADECIMIENTOS

El proyecto fue apoyado por FAC Consultoría Ambiental

## ▶ BIBLIOGRAFÍA

**Alvarado-Zambrano, D., Rivera-Hernández, J. R. y Green-Ruiz, C. (2019).** First insight into microplastic groundwater pollution in Latin America: the case of a coastal aquifer in Northwest Mexico. *Research Square*. doi: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1968801/v1>

**Álvarez, G. (2014).** *Cuesta arriba*. Gobierno del Estado de Colima. Recuperado de [https://plataformaeducativa.secolima.gob.mx/Descargar/Libro\\_Cuesta\\_Ariba.pdf](https://plataformaeducativa.secolima.gob.mx/Descargar/Libro_Cuesta_Ariba.pdf)

**Amador-Cruz, F., Benítez-Pardo, D. y Briseño-Dueñas, R. (2017).** Primer registro de *Vigna vexillata* (Fabaceae, Faboideae) en Sinaloa, México. *Acta Botanica Mexicana*, 121, 169-176. doi: <http://dx.doi.org/10.21829/abm121.2017.1243>

**Amador-Cruz, F., Bordenave, B. G. y Benitez-Pardo, D. (2019).** Applying a floristic originality index in tropical forests of south Sinaloa, Mexico. *Neotropical Biology and Conservation*, 14(4), 539-557. doi: <https://doi.org/10.3897/neotropical.14.e49166>

**Armstrong, D. M. y Jones, J. K. (1971).** Mammals from the Mexican state of Sinaloa. I. Marsupialia, Insectivora, Edentata, Lagomorpha. *Journal of Mammalogy*, 52(4), 747-757. doi: <https://doi.org/10.2307/1378923>

**Armstrong, D. M., Jones, J. K. y Birney, E. C. (1972).** Mammals from the Mexican State of Sinaloa. III. Carnivora and Artiodactyla. *Journal of Mammalogy*, 53(1), 48-61. doi: <https://doi.org/10.2307/1378826>



- Arriaga-Cabrera, L., Aguilar-Sierra, V. y Espinoza, J. M. (2009).** Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad. En CONABIO, *Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio* (pp. 433-457). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado de <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/7404.pdf>
- Birney, E. C. y Jones, J. K. (1971).** Woodrats (Genus *Neotoma*) of Sinaloa, Mexico. *Transactions of the Kansas Academy of Science*, 74(2), 197-211. doi: <https://doi.org/10.2307/3627033>
- Bodin, Ö. (2017).** Collaborative environmental governance: Achieving collective action in social-ecological systems. *Science*, 357(6352), eaa1114. doi: <https://doi.org/10.1126/science.aan1114>
- Bojórquez-Sauceda, J. (2017).** *La gobernanza de los recursos de uso común: la pesca de camarón en Marisma Nacionales Sinaloa* (Tesis de doctorado). Recuperado de [http://price.humanindex.unam.mx/humanindex/pagina/pagina\\_farmacacion.php?rfc=TU9BUDUwMDcxMQ==&par=2&idi=3](http://price.humanindex.unam.mx/humanindex/pagina/pagina_farmacacion.php?rfc=TU9BUDUwMDcxMQ==&par=2&idi=3)
- Bojórquez-Sauceda, J. y Guadarrama-Sánchez, G. J. (2017).** Actores sociales y sustentabilidad ambiental. Un acercamiento a las organizaciones que influyen en la gestión de los recursos naturales en Marismas Nacionales Sinaloa. *Carta Económica Regional*, 29(119), 111-134. doi: <https://doi.org/10.32870/cer.v0i119.7091>
- Camargo, I. y Álvarez-Castañeda, S. T. (2020).** A new species and three subspecies of the desert shrew (*Notiosorex*) from the Baja California peninsula and California. *Journal of Mammalogy*, 101(3), 872-886. doi: <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyaa045>



**Castro-Bastidas, H. A., Barraza-Herrera, E. A. y Barreras-Gaxiola, R. (2023).** Presence of *Hypopachus ustus* (Anura: Microhylidae) after more than four decades without records in Sinaloa, Mexico. *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 6(1), 36-38. Recuperado de <https://herpetologia.fciencias.unam.mx/index.php/revista/article/view/561>

**Cecon, E. (2013).** *Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de [https://www.fisica.unam.mx/personales/mir/el/2013\\_libroRestauracion.pdf](https://www.fisica.unam.mx/personales/mir/el/2013_libroRestauracion.pdf)

**CIPAMEX-CONABIO. (2015).** *Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)*. Recuperado de <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>

**CONABIO. (2008).** *Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad, escala 1:1000000*. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

**CONABIO-CONANP. (2010).** *Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad, escala: 1:1000000*. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

**CONAFOR. (2014).** *Inventario Estatal Forestal y de Suelo-Sinaloa 2013 - 2014*. Recuperado de <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD002873.pdf>

**CONAGUA. (2020).** *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Laguna Agua Grande (2512), estado de Sinaloa*. Recuperado de [https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos\\_Acuiferos\\_18/sinaloa/DR\\_2512.pdf](https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/sinaloa/DR_2512.pdf)



**CONANP. (2024).** *Áreas Naturales Protegidas Federales de México.* Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Ciudad de México. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

**Duque-Gutiérrez, M. (2015).** *Planificando territorios resilientes en el Antropoceno: lecciones desde la ciudad de Bogotá conceptualizada como un sistema sociológico* (Tesis de doctorado). Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/223061791.pdf>

**Elliott, S., Blakesley, D. y Hardwick, K. (2013).** *Restauración de bosques tropicales: un manual práctico.* Surrey: Royal Botanic Gardens, Kew. Recuperado de <https://www.forru.org/sites/default/files/public/publications/resoures/forru-0000152-0002.pdf>

**esri. (2009).** *World Shaded Relief.* ArcGis.

**FONATUR. (2010).** *Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para el proyecto Centro Integralmente Planeado Costa Pacífico, en el Municipio de Escuinapa, Sinaloa.* Recuperado de <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/sin/resumenes/2010/25SI2010T0006.pdf>

**FONATUR-UNAM. (2018).** *Informe anual de Cumplimiento 2018 del Convenio Fonatur-UNAM.* Recuperado de <https://anyflip.com/mizb/xzar/basic/151-200>

**FONATUR. (2019).** *Programa municipal de ordenamiento territorial y desarrollo urbano de Escuinapa, Sinaloa.* Reporte técnico. Recuperado de <https://escuinapa.gob.mx/wp-content/uploads/2019/10/Programa-OTDU-Escuinapa.pdf>

**Gain, A. K., Giupponi, C., Renaud, F. G. y Vafeidis, A. T. (2020).** Sostenibilidad de sistemas socio-ecológicos complejos: métodos, herramientas y enfoques. *Regional Environmental Change*, 20, 102. doi: <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01692-9>



**Galicia, L., Chávez-Vergara, B. M., Kolb, M., Jasso-Flores, R. I., Rodríguez-Bustos, L. A., Solís, L. E., Guerra de la Cruz, V., Pérez-Campuzano, E. y Villanueva, A. (2018).** Perspectivas del enfoque socioecológico en la conservación, el aprovechamiento y pago de servicios ambientales de los bosques templados de México. *Madera y bosques*, 24(2), e2421443. doi: <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421443>

**García, E. (2004).** *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Ciudad de México: Instituto de Geografía-Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de [https://www.academia.edu/12911044/Modificaciones\\_al\\_sistema\\_de\\_clasificaci%C3%B3n\\_clim%C3%A1tica\\_de\\_K%C3%B6ppen\\_para\\_adaptarlo\\_a\\_las\\_condiciones\\_de\\_la\\_Rep%C3%BAblica\\_Mexicana\\_2004\\_Enriqueta\\_Garc%C3%ADa](https://www.academia.edu/12911044/Modificaciones_al_sistema_de_clasificaci%C3%B3n_clim%C3%A1tica_de_K%C3%B6ppen_para_adaptarlo_a_las_condiciones_de_la_Rep%C3%BAblica_Mexicana_2004_Enriqueta_Garc%C3%ADa)

**García-Gutiérrez, I., Pompa-Mansilla, S., y López-López, A. (2017).** Ecoturismo como herramienta para promover el empoderamiento: el caso del Ejido San Francisco en el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álvarez, San Luis Potosí. *El Periplo Sustentable*, 32. Recuperado de <https://rperiplo.uaemex.mx/article/view/4870>

**Gari, S. R., Newton, A. e Icely, J.D. (2015).** A review of the application and evolution of the DPSIR framework with an emphasis on coastal social-ecological systems. *Ocean & Coastal Management*, 103, 63 - 77. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.11.013>

**Glaser, M., Krause, G., Ratter, B. y Welp, M. (2012).** Human/nature interaction in the anthropocene - Potential of social-ecological systems analysis. New York: Routledge. doi: <https://doi.org/10.4324/9780203123195>



**Gobierno del Estado de Sinaloa. (2016).** *Sexto Informe de Gobierno.*  
R e c u p e r a d o d e

<https://estadisticas.sinaloa.gob.mx/documentos/informe-de-gobierno-2016-6to.pdf>

**Google. 2022.** *Google Earth Pro.* Versión 7.3.4.8642.

**Goosem, S. y Tucker, N. I. J. (2012).** *Repairing the Rainforest.*  
Australia: Wet Tropics Management Authority and Biotropica  
Australia Pty. Ltd. Cairns.

**Grave-Tirado, L. A. (2018).** Intensificación productiva e ideología en las marismas de Escuinapa, Sinaloa. Patrón de asentamiento prehispánico y fuentes etnohistóricas. *European Journal of Americanist Archaeology*, 3, 79-98. Recuperado de <https://americae.fr/articles/intensificacion-productiva-ideologia-marismas-escuinapa-sinaloa/>

**Heslinga, J. H., Groote, P. y Vanclay, F. (2017).** Using a social-ecological systems perspective to understand tourism and landscape interactions in coastal areas. *Journal of Tourism Futures*, 3(1), 23-38. doi: <https://doi.org/10.1108/JTF-10-2015-0047>

**Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y. y Shao, G. (2020).** A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of Forestry Research*, 32, 1-6. doi: <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1>

**Ibáñez-Pérez, R. (2015).** Capacidad de carga turística como base para el manejo sustentable de actividades ecoturísticas en Unidades de Manejo Ambiental (UMA) de Baja California Sur (BCS). *El Periplo Sustentable*, 30, 37-76. Recuperado de <https://rperiplo.uaemex.mx/article/view/4896>



**INEGI. (2014).** *Conjunto de datos vectoriales edafológico, escala 1:250000 Serie II. (Continuo Nacional).* Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

**INEGI. (2017).** *Anuario estadístico y geográfico de Sinaloa 2017.* Recuperado de [http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/SIN\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/SIN_ANUARIO_PDF.pdf)

**INEGI. (2021).** *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000, Serie VII.* Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

**Koleff, P., Tambutti, M., March, I. J., Esquivel, R., Cantú, C., y Lira-Noriega, A. (2009).** Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México. En CONABIO, *Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio* (pp. 651-718). Ciudad de México: CONABIO. Recuperado de <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/7404.pdf>

**Landsat Explorer. (2023).** *Landsat Explorer.* Recuperado de <https://livingatlas2.arcgis.com/landsatexplorer/>

**Lin, X. McKenna, B., Ho, C. M. F., y Shen, G. Q. P. (2019).** Stakeholders' influence strategies on social responsibility implementation in construction projects. *Journal of Cleaner Production*, 235, 348 - 358. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.253>

**Liu, J., Mooney, H., Hull, V., Davis, S.J., Gaskell, J., Hertel, T., Lubchenco, J., Seto, K.C., Gleick, P., Kremen, C. y Li, S. (2015).** Systems integration for global sustainability. *Science*, 347 (6225), 1258832. doi: <https://doi.org/10.1126/science.1258832>



- Mathevet, R., Thompson, J. D., Folke, C., y Chapin, F. S. (2016).** Protected areas and their surrounding territory: socioecological systems in the context of ecological solidarity. *Ecological Applications*, 26(1), 5-16. doi: <https://doi.org/10.1890/14-0421>
- Mendoza-Ontiveros, M. M. y González-Sosa, J. C. (2014).** Impactos socioculturales del turismo en el Centro Integralmente Planeado Loreto, Baja California Sur, México. Percepción de los residentes locales. *Teoría y Praxis*, 10(16), 117-146. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/55220>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. y Altman, D. G. (2009).** Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLOS Medicine*, 6, e1000097. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- Moreno-Casasola, P. (2016).** *Servicios Ecosistémicos de las Selvas y Bosques Costeros de Veracruz*. Veracruz: INECOL - ITTO - CONAFOR - INECC. Recuperado de [http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/3000/Technical/Servicios\\_Ecosistemicos\\_de\\_las\\_selvas\\_y\\_bosques\\_costeros.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3000/Technical/Servicios_Ecosistemicos_de_las_selvas_y_bosques_costeros.pdf)
- Municipio de Escuinapa. (2011).** *Atlas de riesgo para el municipio de Escuinapa*. Recuperado de [http://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2011/vr\\_25009\\_AR\\_ESCUINAPA.pdf](http://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2011/vr_25009_AR_ESCUINAPA.pdf)
- Nagel, B. y Partelow, S. (2022).** A methodological guide for applying the social-ecological system (SES) framework: a review of quantitative approaches. *Ecology and Society*, 27(4), 39. doi: <https://doi.org/10.5751/ES-13493-270439>
- Naturalista. (2023).** *México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. Recuperado de <http://www.naturalista.mx>



- Ostrom, E. (2009).** A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419-422. doi: <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Partelow, S. (2018).** A review of the social-ecological systems framework: applications, methods, modifications, and challenges. *Ecology and Society*, 23(4), 36. doi: <https://www.jstor.org/stable/26796887>
- Ramírez-Zavala, J. R., Cervantes-Escobar, A. y Tapia Hernández, F. J. (2012).** *Marismas Nacionales Sinaloa; futuro y conservación*. Mazatlán: Universidad Autónoma de Sinaloa-Pronatura Noroeste A. C.
- Rioja-Peregrina, L. H., Benítez-López, J. y Hernández-Espinosa, R. (2019).** Representación social y políticas públicas en materia de turismo: los casos de los Centros Integralmente Planeados de Cancún, Litibú, e Ixtapa-Zihuatanejo, México. *El Periplo Sustentable*, 37, 92 - 121. <https://doi.org/10.36677/elperiplo.v0i37.9216>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca-Instituto Sinaloense de Acuicultura y Pesca. (2014).** *Carta Estatal de información pesquera y acuicultura de Sinaloa*. Recuperado de <https://media.transparencia.sinaloa.gob.mx/uploads/files/11624/POE-18-06-2014-073.pdf>
- Schmidly, D. J. y Bradley, R. D. (1995).** Morphological variation in the Sinaloan mouse, *Peromyscus stimulus*. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 1, 44 - 58. doi: <https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.1995.1.1.158>
- Schubel, J. R. (1971).** *The estuarine environment; estuaries and estuarine sedimentation*. Washington: American Geological Institute.



**Scott, S. D., y Foster, M. S. (2000).** The prehistory of Mexico's northwest coast. A view from the Marismas Nacionales of Sinaloa and Nayarit. En M. S. Foster y S. Gorenstein (editores), *Greater Mesoamerica: The archaeology of west and northwest Mexico* (pp. 107-136). Salt Lake City: University of Utah Press. doi: <https://doi.org/10.2307/25063091>

**SEDATU-DGTIC. (2019).** Sitios Ramsar de México. Recuperado de [https://ide.sedatu.gob.mx/layers/geonode:ramsar\\_Ramsar\\_4326/metadata\\_detail](https://ide.sedatu.gob.mx/layers/geonode:ramsar_Ramsar_4326/metadata_detail)

**See, S. C., Shaikh, S. F. E. A. y Jaung, W. (2020).** Are relational values different in practice to instrumental values? *Ecosystem Services*, 44, 101132. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101132>

**Segrado-Pavón, R. G., Arroyo-Arcos, L., Amador-Soriano, K. y Palma-Polanco, M. (2015).** Hacia un modelo de aprovechamiento turístico sustentable en áreas naturales protegidas: estudio de caso del parque natural Chankanaab de Cozumel, México. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 13 (1), 25 - 42. doi: <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2015.13.002>

**Turner, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., Polsky, C., Pulsipher, A. y Schiller, A. (2003).** A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *P N A S*, 100 (14), 8074. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1231335100>

**Valdez-Rojas, C., Beas-Luna, R., Lorda, J., Zepeda-Domínguez, J. A., Montáño-Moctezuma, G., Medellín-Ortíz, A., Torre, J. y Micheli, F. (2022).** Using a social-ecological systems perspective to identify context specific actions to build resilience in small scale fisheries in Mexico. *Frontiers in Marine Science*, 9, 904859. doi: <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.904859>



**Yousefi-Lalimi, F., Silvestri, S., Moore, L. J. y Marani, M. (2017).**

Coupled topographic and vegetation patterns in coastal dunes: Remote sensing observations and ecomorphodynamic implications. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 122(1), 119–130. doi: <https://doi.org/10.1002/2016JG003540> }



## Revisión Científica

### **Estero del Yugo: Análisis de la diversidad biológica, amenazas antropogénicas y estrategias de mitigación**

### **Estero del Yugo: Analysis of biological diversity, anthropogenic threats, and mitigation strategies**



CREATIVE COMMONS



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el origina



1. Angela Marlene Ureña Milán

Carrera Biología acuícola,  
Facultad de Ciencias del Mar,  
Universidad Autónoma de Sinaloa.

Autor de correspondencia:

[angela.milan004@gmail.com](mailto:angela.milan004@gmail.com)



2. Itzel Marina Cabanillas Guevara

Carrera Biología acuícola,  
Facultad de Ciencias del Mar,  
Universidad Autónoma de Sinaloa.



---

## Estero del Yugo: Análisis de la diversidad biológica, amenazas antropogénicas y estrategias de mitigación

---

---

## Estero del Yugo: Analysis of biological diversity, anthropogenic threats, and mitigation strategies

---

### ▶ RESUMEN

El estero del Yugo es un humedal costero situado en Mazatlán, Sinaloa, México. A pesar de estar rodeado por una zona urbanizada, este ecosistema sigue siendo un refugio vital para la biodiversidad, con una notable importancia ecológica. Forma parte del sitio RAMSAR 1349, un reconocimiento internacional que subraya su importancia como hábitat para numerosas especies de flora y fauna. El estero del Yugo se integra también dentro del área de protección de flora y fauna meseta de Cacaxtla, una zona de conservación que resalta su valor ecológico y su función clave en la región. A lo largo de los años ha sido objeto de estudios científicos por parte del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), otras instituciones y usuarios. No obstante, el estero del Yugo enfrenta desafíos ambientales significativos, derivados de la presión antropogénica, como la expansión urbana no planificada, la contaminación por desechos industriales y domésticos, así como también la insuficiente concienciación y recursos destinados a su conservación. Estos factores han comprometido la integridad ecológica del estero alterando sus dinámicas naturales. La degradación progresiva del hábitat podría llevar a la pérdida de biodiversidad y a la disminución de los servicios ambientales que el estero proporciona.

**Palabras clave:** Humedal costero, estero, amenazas, mitigación, revisión.



## ▶ ABSTRACT

Estero del Yugo is a coastal wetland located in Mazatlán, Sinaloa, Mexico. Despite being surrounded by an urbanized area, this ecosystem remains a vital refuge for biodiversity, with significant ecological importance. It is part of RAMSAR site 1349, an international designation highlighting its role as a habitat for numerous species of flora and fauna. Estero del Yugo is also integrated within the Meseta de Cacaxtla flora and fauna protection area, a conservation zone that underscores its ecological value and key function in the region. Over the years, it has been the subject of scientific research by the Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo and other institutions and stakeholders. However, estero del Yugo faces significant environmental challenges due to anthropogenic pressures, such as unplanned urban expansion, contamination from industrial and domestic waste, as well as the insufficient awareness and resources for its conservation. These factors have compromised the ecological integrity of the estuary disrupting natural dynamics. The progressive degradation of the habitat could lead to loss of biodiversity and the decline of the environmental services provided by the estuary.

**Key words:** Coastal Wetland, estuary, threats, mitigation, review.

## ▶ INTRODUCCIÓN

Un estuario es comúnmente definido como un cuerpo acuático costero parcialmente cerrado donde el agua dulce y el agua salada se encuentran y se mezclan (Neves et al., 2008). Estos son considerados zonas de transición entre ecosistemas terrestres y acuáticos, y proveen a la comunidad de múltiples servicios ecosistémicos. Una de las características más importantes de estos ecosistemas es su alta productividad primaria que comúnmente se genera a partir de un elevado aporte de nutrientes que favorece la producción y actividad tanto en sedimento como en la columna de agua (Ibarra-Obando, 1990). Por sus diferentes cualidades geomorfológicas y su hidrodinámica propicia el desarrollo de vegetación halófila, como el mangle. México es



un país conocido por su extensión de litoral de más de 11,000 km, en este territorio se encuentran aproximadamente 125 lagunas costeras, además de una variedad de bahías, estuarios y ensenadas. Los manglares de México representan el 6% del total mundial y colocan a nuestro país en el cuarto lugar de los países que poseen este ecosistema, tan solo por debajo de Indonesia, Australia y Brasil (Simard et al., 2019).

Ubicado en la región del noroeste de México, se localiza el estado de Sinaloa, el cual tiene una superficie territorial de 58,488 km<sup>2</sup>, en situación geográfica 22°28'19" y 27°03'41" latitud norte y 105°23'20" y 109°29'24" longitud oeste. El litoral del estado cuenta con un territorio de 656 km (Martínez-López, 2003), el cual está formado por numerosas bahías, ensenadas, islas, lagunas costeras y marismas, siendo todas de gran importancia para la economía del estado.

En esta región costera, específicamente en la bahía de Mazatlán, se encuentra la microcuenca estero del Yugo. Como descripción general, el estero del Yugo es un humedal fragmentado, tomando en cuenta el estado de conservación de otras áreas naturales protegidas

### Características biológicas

La microcuenca estero del Yugo cuenta con las características necesarias para albergar gran variedad de especies florísticas y faunísticas. Como dato principal, el estero del Yugo se encuentra en la frontera de una delimitación con la playa tortuguera "El Verde Camacho" la cual fue denominada sitio Ramsar 1349 (Ramsar, 2004). Al mismo tiempo, forma un corredor ecológico hacia el norte, con el área de protección de flora y fauna meseta de Cacaxtla (CONANP, 2016).

El Estero del Yugo está en su mayoría compuesto por selva baja caducifolia con una extensión de 140.6 ha, la cual se encuentra distribuida de manera inconsistente a lo largo del territorio aledaño al canal y en las partes más altas del estero con ejemplares que pueden alcanzar hasta los 15 m de altura. La vegetación más representativa es el palo prieto (*Pirahnea mexicana*), el papelillo (*Bursera arborea*), casiguano (*Cenostigma eriostachys*), la rosa amarilla (*Cochlospermum vitifolium*), mauto (*Lysiloma divaricatum*) y el nanche de la costa



(*Ziziphus amole*) (Peraza, 2021), las cuales son especies asociadas, implicando que comparten un mismo espacio o territorio y se puede deducir un beneficio de dicha asociación. Otras especies de importancia ecológica más cercanas a la zona urbanizada son guásimo (*Guazuma ulmifolia*), huizaches (*Vachellia*) y neem (*Azadirachta indica*), ya denominadas especies subcaducifolias (Ruiz-Guerrero, 2023).

Cubriendo aproximadamente 7.4 ha en los acantilados rocosos, se encuentra vegetación de tipo matorral tropical costero o selva baja espinosa. La mayoría de elementos son caducifolios, espinosos y suculentos, comúnmente miembros de la familia Cactácea. Dentro de esta familia, encontramos ejemplares del género *Opuntia*, principalmente el nopal de culebra (*Opuntia decumbens*) (iNaturalist, 2024) y del género *Stenocereus*, como la pitaya sina (*Stenocereus alamosensis*) y el pitayo (*Stenocereus kerberi*). En el estrato más alto se encuentran el palo colorado (*Coulteria platyloba*), *Plumeria rubra* y cardon hecho (*Pachycereus pecten-aboriginum*). Algunas especies también pertenecientes a la vegetación halófila son *Batis maritima* L. y verdolaga china (*Sesuvium portulacastrum*) (Ruiz-Guerrero, 2023).

Por su parte, el tular delimita una superficie de 0.67 ha. Localizada en el sector norte de la laguna norte, la cual permanece inundada durante la mayor parte del año. Se identificaron especies herbáceas como el tule (*Typha domingensis*), el papiro (*Cyperus ligularis*), además de otras especies trepadoras tales como la coronita (*Antigonon leptopus*) y el tumbavaqueros (*Funastrum cynanchoides*) (Peraza, 2021).

El mangle forma una franja estrecha de aproximadamente 20 m cubriendo una superficie de

3.81 ha al borde del perímetro de los cuerpos lagunares presentes en el estero del Yugo. Según datos recaudados de la tesis de Peraza (2021) y del listado florístico de Ruíz-Guerrero (2023), en el estero se identifican dos especies de mangle: el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), las cuales se encuentran en el contorno de las lagunas y en el bordo de tierra que las divide, encontrándolas de manera uniforme. Cabe resaltar que este número se ha mantenido estable desde el primer estudio del que se tiene registro de



Stokes y Van der Heiden en 1998 (Peraza, 2021). Sin embargo, CONABIO en 2022 reporta presencia de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la zona norte de la laguna norte del estero del Yugo; no obstante, no se han registrado más observaciones de mangle rojo en la zona, ya que se muestra como un territorio de difícil acceso.

La cantidad de especies florísticas registradas en la zona, representa un número tan significativo que según conclusiones de Ruiz-Guerrero: “La flora vascular de la microcuenca estero del Yugo representa 10% de la flora de Sinaloa.” Remarcando que la conservación de la zona debería tomarse con más seriedad por la comunidad científica, las autoridades y, así mismo, por los locales con el fin de que la biodiversidad se mantenga, previniendo no solo la pérdida de flora, sino también la de la fauna, evitando la degradación de este ecosistema tan complejo.

La fauna del área comprende mamíferos de diversos tamaños desde el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), la ardilla gris del Pacífico (*Sciurus colliaei*), mapache común (*Procyon lotor*), armadillo de nueve bandas (*Dasybus novemcinctus*) y la liebre antílope (*Lepus alleni*); crustáceos como cangrejo de manglar tigre (*Goniopsis pulchra*), cangrejo cajo (*Cardisoma crassum*) y cangrejo violinista (*Uca tangeri*); reptiles como, cocodrilo de río (*Crocodylus acutys*), iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*), tortuga pecho quebrado mexicana (*Sceloporus clarkii*), iguana verde (*Iguana iguana*), culebra perico del Pacífico (*Leptophis diplotropis*), huico llanero (*Aspidoscelis costatus*), abaniquillo pañuelo del Pacífico (*Anolis nebulosus*), culebra chirriadora neotropical (*Masticophis mentovarius*), serpiente lira sinaloense (*Trimorphodon paucimaculatus*), serpiente de cascabel (*Crotalus* sp.) (iNaturalist, 2024). Además es hogar de un extenso número ejemplares pertenecientes a la avifauna, tan solo en el territorio del estero se encontraron 58 especies de aves y un 62% de ellas son catalogadas como migratorias. El 90% de los ejemplares de la avifauna se encontraron al norte del estero, siendo las más abundantes la *Fulica americana*, el cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*) y el zambullidor chico (*Tachybaptus dominicus*) mientras que las especies más frecuentes fueron la garza blanca (*Ardea alba*), la garcita verde (*Butorides*



*virescens*) y la garceta nívea (*Egretta thula*) (Montijo, 2009). Considerando lo anterior, es evidente el motivo por el cual el estero del Yugo sigue siendo parte de las delimitaciones de un sitio Ramsar, a pesar de su inserción en la zona urbana de Mazatlán. El sitio Ramsar 1349 tiene como área de amortiguamiento al estero del Yugo, este mismo cumple con 2 de los 3 criterios Ramsar que engloban todo el sitio; el criterio 2, que se fundamenta como un área de sustento para especies en categoría de riesgo como las ya anteriormente mencionadas (venados, aves, cocodrilos e iguanas) y el criterio 4, establece que corresponde a un área de sustento para especies migratorias donde cumplen una fase crítica de su ciclo biológico.

### **Problemáticas sociales y ambientales**

La contaminación, la eutrofización, la industrialización, los desarrollos urbanos, la reclamación de tierras, la producción agrícola, la sobrepesca, entre otros factores, impactan de manera continua la sustentabilidad de los ambientes costeros, entre ellos a las lagunas costeras y las zonas estuarinas (Vázquez-Botello, 2021); y el estero del Yugo no es la excepción.

En este contexto particular, el estero del Yugo enfrenta una considerable presión debido al desarrollo urbano, dado que su designación general incluye usos turísticos, residenciales, habitacionales, comerciales y de servicios. El estero enfrenta problemáticas socioambientales, propias de las ANP (Áreas Naturales Protegidas) de México como la contaminación del agua y el suelo por agentes contaminantes de origen antropogénico; además de otras fuentes identificadas en el área, como son la cacería y la tala ilegal de la flora, afectando a actividades culturales como el senderismo y las visitas guiadas.

De las problemáticas mejor documentadas, el mal manejo del drenaje siempre es participe a lo largo de los años. A principios del 2021, el estero del Yugo y un tramo de playa Cerritos estuvieron recibiendo descargas de drenaje debido a que el colector de aguas negras de la zona colapsó; los peces que se abrieron el paso al cuerpo de agua con la elevación de la marea, quedaron atrapados en este con niveles altos de materia orgánica, propiciando un ambiente hipóxico, el cual suscitó la alta mortandad de peces (Zapien, 2023). Una declaración de la bióloga y



ambientalista Sofia Trejo alerta que, de continuar la contaminación en el estero del Yugo, las playas de Mazatlán no serán aptas para bañistas, causado por la sedimentación de las descargas de aguas negras que al llegar la temporada de precipitaciones, estos se homogenizan causando condiciones adversas para los organismos que allí habitan teniendo repercusiones en la calidad del agua para los bañistas (Olazábal, 2022).

Esta contaminación de aguas residuales ha causado una degradación considerable de la calidad del hábitat de las múltiples especies animales y vegetales que se encuentran en el estero; además de una modificación en el patrón hidrológico y una disminución significativa de la calidad del agua afectando principalmente a la fauna acuática.

Podemos inferir que la mayoría de los problemas presentes en el estero se deben a un factor común, el cual es la urbanización. Según imágenes satelitales, el estero del Yugo presenta un área de gran impacto antropogénico, representándose esencialmente en la expansión urbana, esto causando una pérdida en la fauna terrestre que pertenece al humedal y afectando la conectividad biológica por el cambio de uso de suelo debido a la urbanización.

Otros factores que afectan la fauna terrestre nativa del estero son la cacería ilegal y las especies invasoras. Si bien, no existe información documentada sobre la cacería ilícita del venado de cola blanca y de aves migratorias en el estero del Yugo, de acuerdo con lo comentado por Xochitl Angulo, encargada de los recorridos guiados; la cacería es un tema que actualmente ha afectado la población de las especies locales que habitan en el territorio, así mismo haciendo mención de la jauría de perros en condición feral que afecta el curso biológico y la ecología de la zona, a su vez dificultando las visitas guiadas e impidiendo la divulgación de la importancia de esta microcuenca.

Adicionalmente, se sugiere que la falta de recursos ha afectado directamente a la infraestructura del lugar, esta problemática se agravó a causa de que el estero del Yugo ya no es reconocido como un proyecto institucional por parte del CIAD y esto ha limitado la obtención de fondos institucionales y externos (Peraza, 2021). Por lo tanto, el senderismo, el ciclismo, las visitas guiadas y la investigación científica, se han visto perjudicadas por la falta de recursos, la inseguridad de la zona y la infraestructura deplorable con la que cuenta el estero del Yugo.



## Solución a problemáticas

Tras los daños causados a este cuerpo de agua, algunas dependencias gubernamentales y actores sociales han implementado planes de mitigación y estrategias de manejo como un intento de erradicar los daños causados, un ejemplo sólido de estas acciones podría ser el plan de mitigación ambiental en el estero del Yugo, activado por la JUMAPAM tras el percance ocurrido el 9 de enero del 2023, donde hubo un derrame de aguas residuales al estero, el cual consistió en la biorremediación por medio de 40 kilos de liberador de oxígeno y 40 litros de biodigestor BDM-50, con el fin de restaurar el daño causado.

La instalación de la biobarda funge como otra medida de mitigación contra desechos sólidos que ingresan cuando sube la marea, propuesta ejecutada por el colectivo MazConCiencia; esta consiste en boyas y redes de pesca reutilizadas para formar una especie de cerco a lo ancho del canal impidiendo el paso basura, ayudando a la preservación del estero, todo llevado a cabo en coordinación con el CIAD, unidad Mazatlán (Playas, 2023).

Así mismo existe la redacción de un proyecto para el rescate de esta área natural, en el que se mencionan las siguientes metas: brindar a la comunidad información con el objetivo de permitir un balance entre la economía, el desarrollo y la conservación, compartir las actividades y recomendaciones necesarias para visitar el lugar, fomentar que los turistas y personas interesadas reconozcan la riqueza biológica del estero del Yugo, conseguir que los senderos sean accesibles para las diversas necesidades de la población con el fin de crear un espacio inclusivo. A su vez en el proyecto se menciona la restauración del mirador de aves, el cual se encuentra en malas condiciones volviéndolo inaccesible a los visitantes. La capacidad para ejecutar estas metas se limita por la falta de presupuesto federal, estatal y municipal (Loaiza et al., 2021).

## Conclusión

Las actividades humanas, la expansión urbana, la falta de presupuesto y la infraestructura deficiente han alterado significativamente las características biológicas del área, comprometiendo el equilibrio del ecosistema. La situación se agrava debido a la falta de interés y recursos



destinados a su conservación. Además, la carencia de conocimiento y la desinformación entre la población local exacerba el deterioro del estero, muchas veces sin que los habitantes sean conscientes del daño que ocasionan.

A pesar de los esfuerzos de divulgación científica, así como de las iniciativas sociales y proyectos gubernamentales orientados a la creación de planes de manejo y proyectos de mitigación, estas medidas han resultado insuficientes y, en muchos casos, se ven interrumpidas por la falta de recursos económicos.

En este contexto, se recomienda llevar a cabo investigaciones para determinar el nivel de degradación del estero, actualizar el inventario florístico y monitorear el área con el fin de evitar la invasión de especies exóticas y otros agentes que puedan comprometer la integridad del ecosistema. Paralelamente, se invita a la comunidad a reconocer su papel en la conservación del estero del Yugo.

## ► BIBLIOGRAFÍA

**Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016).** Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla. [https://simec.conanp.gob.mx/pdf\\_libro\\_pm/5\\_libro\\_pm.pdf](https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/5_libro_pm.pdf)

**Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2022).** Mapa de distribución de *Rhizophora mangle*, en la Región Pacífico Norte, para el periodo 2015-2020. [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis\\_root/biodiv/monmang/bimagcarat/rm\\_pn1520gw](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/monmang/bimagcarat/rm_pn1520gw)

**De la Lanza Espino, G. (1994).** Química de las Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano. En G. De la Lanza Espino. y C. Cáceres Martínez (Ed.), *Lagunas costeras y el litoral mexicano* (pp.127-198). La Paz, B.C.S: Universidad Autónoma de Baja California Sur.

**Diario Oficial de la Federación (DOF). (2000).** Área natural protegida, con el carácter de área de protección de flora y fauna. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=2064040&fecha=27/11/2000#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2064040&fecha=27/11/2000#gsc.tab=0)



- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2003).** Área natural protegida, con el carácter de área de protección de flora y fauna. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=691560&fecha=01/08/2003#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=691560&fecha=01/08/2003#gsc.tab=0)
- Elenes, S. (2009).** Evaluación Estacional de la Calidad del Agua en el Estero del Yugo, Mazatlán, Sin (tesis para optar grado). Instituto Tecnológico de Mazatlán, 20-27.
- Ibarra-Obando, S.E. (1990).** Lagunas Costeras de Baja California. Ciencia y Desarrollo, XVI, 92, 39-49.
- iNaturalist. (2024).** Estero del Yugo, SI, MX. [https://www.inaturalist.org/observations?place\\_id=130918](https://www.inaturalist.org/observations?place_id=130918)
- Loaiza, A., & Sánchez, M. (2021).** Proyecto de Rescate del Área Natural de Conservación Ecológica Estero del Yugo. Universidad Autónoma de Sinaloa, 4-7.
- Martínez-López, A. (2003).** Fauna silvestre. En J.L. Cifuentes Lemus, & J. Gaxiola-López (Ed.), Atlas de los ecosistemas de Sinaloa (pp. 357-367). Culiacán: El Colegio de Sinaloa.
- Montijo, A. (2009).** Variación espacio-temporal y selección de hábitat de la avifauna acuática en el Estero del Yugo, Mazatlán, Sinaloa (tesis para optar grado). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán, 43-86.
- Neves, R., Barreta, J.L., & Mateus, M. (2008).** Basic concepts of estuarine ecology. En R. Neves, J.W. Barreta, & M. Mateus (Ed.), Perspectives on integrated coastal zone management in South America (pp.3-4). Lisboa: IST Press. doi: <https://doi.org/10.13140/2.1.4497.0562>
- Olazábal, A. (2022).** De continuar la contaminación en el estero del Yugo, playas de Mazatlán no serán aptas para bañistas: Sofia Trejo. *Noroeste*. <https://www.noroeste.com.mx/mazatlan/de-continuar-la-contaminacion-en-el-estero-del-yugo-playas-de-mazatlan-no-seran-aptas-para-banistas-sofia-trejo-XC2455671>
- Peraza, C. (2021).** Evaluación Socioecológica y Planificación para la Conservación del Estero del Yugo, Mazatlán, Sinaloa, México (tesis para optar grado). Coordinación en Acuicultura y Manejo Ambiental, 88-118.
- Playas, R. S. (2023).** Ponen biobarda en estero del Yugo para evitar la entrada de basura. *Son Playas*. <https://sonplayas.com/playas/ponen-biobarda-en-estero-del-yugo-para-evitar-la-entrada-de-basura/>.



- RAMSAR. (2004).** World Wetlands Day 2004 Reports: Mexico. [https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/wd2004\\_rpt\\_mexico1bis.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/wd2004_rpt_mexico1bis.pdf)
- Ruiz-Guerrero, M. (2023).** Listado Florístico y Comunidades Vegetales de la Microcuenca Estero del Yugo, Mazatlán, Sinaloa, México. *Acta Botánica Mexicana*, 130, 12-19. doi: <https://doi.org/10.21829/abm130.2023.2136>.
- Simard, M., Fatoyinbo, T., Smetanka, C., Rivera-Monroy, V., Castañeda-Moya, E., Thomas, N., & Van der Stocken, T. (2019).** Global Mangrove Distribution, Aboveground Biomass, and Canopy Height. ORNL DAAC, Oak Ridge, Tennessee, USA. . <https://doi.org/10.3334/ornl daac/1665>.
- Vázquez-Botello, A. (2011).** Vulnerabilidad de las Zonas Costeras del Pacífico Mexicano (Sinaloa-Nayarit) ante el cambio climático. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.
- Zapién, R. (2023).** Estero del Yugo y playa reciben descargas de drenaje. *Son Playas*. <https://sonplayas.com/playas/estero-del-yugo-y-playa-reciben-descargas-de-drenaje/>.



Nota

Científica

## Cambios en la distribución espacial del camarón blanco *Penaeus vannamei* en estanques de cultivo semi-intensivo en respuesta a las fases lunares

### Changes in the spatial distribution of the white shrimp *Penaeus vannamei* in semi-intensive farming as response to moon phases



CREATIVE COMMONS



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el origina



1. Baltazar Ramos Torres



0009-0004-7411-7866

Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Paseo Claussen S/N, Mazatlán 82000, Sinaloa, México.



2. Ricardo Urías Sotomayor



0000-0002-7020-061X

Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Paseo Claussen S/N, Mazatlán 82000, Sinaloa, México.



3. José Adán Félix Ortiz



0000-0001-9511-9108

Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Paseo Claussen S/N, Mazatlán 82000, Sinaloa, México.



4. Guillermo Rodríguez Domínguez



0000-0002-5612-5131

Universidad Tecnológica de Escuinapa, Escuinapa Sinaloa.

Autor de correspondencia: [guirodom@uas.edu.mx](mailto:guirodom@uas.edu.mx)



---

## Cambios en la distribución espacial del camarón blanco *Penaeus vannamei* en estanques de cultivo semi-intensivo en respuesta a las fases lunares

---

---

## Changes in the spatial distribution of the white shrimp *Penaeus vannamei* in semi-intensive farming as response to moon phases

---

### ► RESUMEN

El muestreo poblacional de camarón en estanques de cultivo es importante para estimar la abundancia y sobrevivencia, sin embargo, el comportamiento gregario de *P. vannamei* genera resultados con un grado de incertidumbre por la gran variabilidad de los datos. Para disminuir esta dificultad los técnicos acostumbran muestrear en fases de cuartos lunares asumiendo una distribución espacial más homogénea. Para probar esta hipótesis se realizaron muestreos de camarón blanco en tres estanques de cultivo semi-intensivo durante las fases de luna nueva, luna llena y cuartos lunares. Como indicadores de la distribución agregada se utilizó la razón varianza/media y un índice de agregación (*Ip*, por sus siglas en inglés index of patchiness). Se observó una relación de la intensidad de agregación con las fases lunares, con mayores índices de agregación en luna llena y los más bajos en luna nueva y cuarto creciente. Se recomienda el muestreo masivo de camarón en cualquiera de estas dos fases con un número de muestras superior a 30, independiente del tamaño del estanque.

**Palabras clave:** Distribución espacial, cultivo de camarón, varianza/media/ fases lunares, índice de agregación.

## ► ABSTRACT

Population sampling of shrimp in culture ponds is important to estimate abundance and survival, however, the gregarious behavior of *P. vannamei* generates results with a degree of uncertainty due to the high variability of the data. To reduce this difficulty, technicians usually sample during quarter moon phases, assuming a more homogeneous spatial distribution. To test this hypothesis, white shrimp were sampled in three semi-intensive culture ponds during the new moon, full moon, and quarter moon phases. The variance/mean ratio and a patchiness index ( $I_p$ ) were used as indicators of aggregate distribution. A relationship was observed between the intensity of aggregation and the lunar phases, with higher aggregation indices during the full moon and the lowest during the new moon and first quarter moon. Mass sampling of shrimp is recommended in either of these two phases with a number of samples greater than 30, regardless of the size of the pond.

**Key words:** Spatial distribution, shrimp culture, variance/mean, moon phases, index of patchiness

## ► INTRODUCCIÓN

El cultivo de camarón en México inició en la década de los ochenta y tuvo un constante desarrollo, principalmente en la región del noroeste de México. Para el año 2023 la producción de camarón de cultivo fue del orden de 194,083 toneladas que representa el 78% de la producción total de camarón en México. Los principales estados productores de camarón de cultivo son Sinaloa, Sonora y Nayarit, los cuales aportan el 95% de la producción nacional (CONAPESCA, 2023).

En las granjas de cultivo de camarón se realizan periódicamente muestreos para determinar la abundancia de camarones en los estanques con el fin de estimar sobrevivencia y ajustar los volúmenes de alimento balanceado (NRC, 2011). Para este objetivo se recomienda realizar de tres a cuatro lances de atarraya por hectárea para los muestreos poblacionales (Clifford, 1998). Sin embargo, los camarones de cultivo tienden a formar agregaciones en los estanques, y este comportamiento

genera grandes variaciones en el número de camarones capturados durante los muestreos, afectando las estimaciones de abundancia por la gran incertidumbre que aporta la variación (Clifford, 1998).

El comportamiento de cada especie de camarón responde diferencialmente a diversos factores que afectan su distribución en los estanques (Clifford, 1998; Brito et al., 2017; Carvalho-Batista et al., 2023), pero uno de ellos se asocia a las fases lunares (Chiou et al., 2003). Con el fin de reducir la variación en los muestreos poblacionales, los técnicos de granjas en Sinaloa programan sus muestreos en los periodos de cuartos lunares porque aseguran que es cuando el camarón se distribuye más homogéneamente en el estanque, sin que exista ninguna evidencia en la literatura de que así suceda. El objetivo de esta nota fue evaluar como varía la distribución espacial de camarones en los estanques de cultivo dependiendo de la fase lunar.

## ▶ METODOLOGÍA

Se realizaron muestreos poblacionales de camarón blanco, *P. vannamei*, en tres estanques de cultivo de una granja de camarón localizada en la región meridional costera del estado de Sinaloa, durante un ciclo lunar. Las dimensiones de dos estanques muestreados fueron de 4 hectáreas cada uno y se denominarán en adelante como estanque 1 y 2, y otro estanque fue de 10 hectáreas, denominado en lo sucesivo estanque 3.

La captura de camarones se realizó con atarraya de 2.5 m de diámetro (con área de barrido de 6.5 a 7 m<sup>2</sup>) y 1/4 pulgadas de luz de malla. La persona encargada de lanzar la atarraya siempre fue la misma y cuenta con amplia experiencia, logrando una eficiencia de apertura de la atarraya del 90%, en todo caso, cuando el lance falló en alcanzar una abertura mayor al 90% se descartaron los datos de ese lance. Se realizaron 5 lances de atarraya por hectárea; así en los estanques 1 y 2 se realizaron 20 lances en cada uno, mientras que en el estanque 3 se realizaron 50 lances, distribuidos homogéneamente en los estanques. En cada lance se registró el número de camarones capturados. El peso promedio de los camarones muestreados varió entre 9 y 10 g. La recomendación de Clifford (1998) sobre los lances/hectárea para

estimar la densidad de los camarones, probablemente estaba considerando estanques de más de 10 hectáreas, toda vez que para estimar la densidad media de camarones es más importante el número total de lances que la densidad de lances por hectárea. Con el fin de evaluar el tamaño de muestra (número de lances por estanque) más adecuado, considerando la variación de camarones por lance, se siguió el siguiente procedimiento: 1.- Se identificaron las dos fases lunares con índices de agregación más bajos ya que a mayor varianza mayor es el tamaño de la muestra que se requiere. 2.- Se realizaron 10,000 remuestreos con reemplazo (bootstrapping) sobre los datos originales de estas dos fases con tamaños de muestra entre 5 y 50 lances a intervalos de 5, para cada estanque y fase lunar. 3.- Se ordenaron las medias de los remuestreos en orden ascendente y se eligió las medias en posición 250 (ICi95%) y 9750 (ICs95%) como intervalo de confianza al 95% y se calculó la gran  $\bar{X}$  de estos remuestreos. 4.- Entonces se estimó el porcentaje de error de estimación de la media ( $\% \delta$ ) para cada tamaño de muestra, estanque y fase lunar con la siguiente formula.

$$\% \delta = \frac{100 * (ICs95\% - ICi95\%) / 2}{\bar{X}} = \frac{100 * (ICs94\% - ICi95\%)}{2 * \bar{X}}$$

La elección de un tamaño de muestra adecuado es una decisión sobre la ganancia de reducir la varianza y el costo del esfuerzo al aumentar el tamaño de la muestra. El porcentaje de error de la estimación de un parámetro está en función de la varianza y esta a su vez del tamaño de la muestra. Así entonces un análisis de la reducción del porcentaje error de estimación de la media con el incremento del tamaño de la muestra da información para elegir cual es más conveniente.

Los lances se realizaron por la mañana entre 06:00 y 08:00 am., considerando que la alta turbidez de los estanques (menos de 30 cm de disco de Secchi) mantenía activos los camarones en ese horario. Los muestreos se realizaron los días 9, 17 y 25 de octubre y el 2 de agosto de 2023, que corresponde con el ciclo lunar de cuarto menguante, luna nueva, cuarto creciente y luna llena, respectivamente.

Para evaluar la distribución espacial se estimó la razón varianza media ( $S^2/m$ ) y el Índice de Agregación ( $I_p$ ) como sigue:

$$I_p = 1 + \left( \frac{s^2}{m^2} - \frac{1}{m} \right)$$

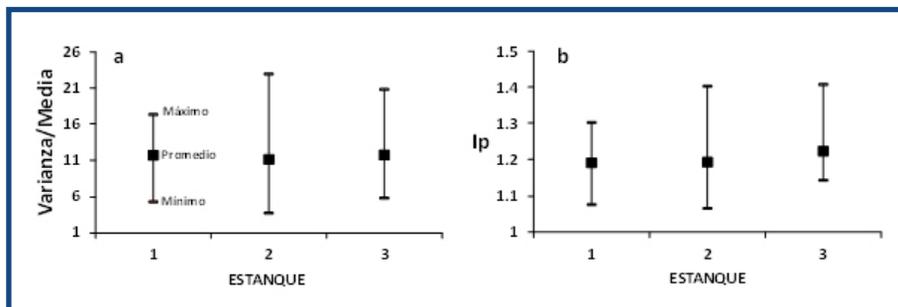
Donde  $S^2$  es la varianza del número de camarones por lance en la muestra de cada estanque, mientras que  $m$  es la captura media de camarones por lance en cada estanque. (Jingyuan et al., 2006, Henriques et al., 2017, Wade et al., 2018, Barnes & Hamyltonc, 2019).

Valores de la razón varianza media menores de 1 indican una distribución homogénea, un valor de 1 es indicativo de una distribución al azar, mientras que valores mayores a 1 indican una distribución agregada. Un valor de  $I_p = 1$  también indica distribución al azar y los valores  $I_p > 1$  indican la intensidad de la agregación; entre mayor sea la intensidad de la agregación, mayor será el valor de este índice.

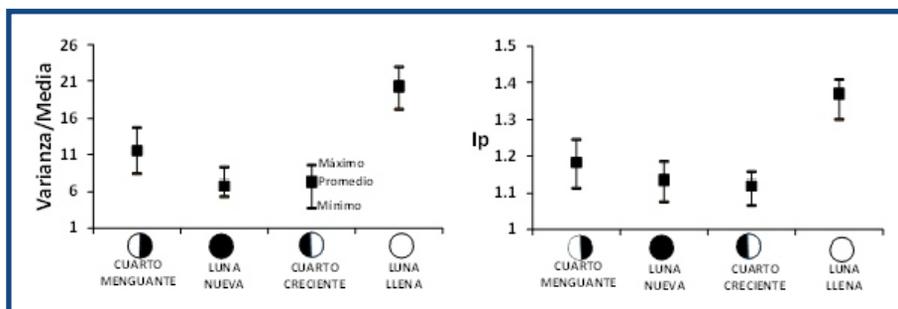
## ▶ RESULTADOS

Los valores de la razón varianza/media variaron entre 3.7 y 22.9; muy lejos del valor de referencia de 1 que corresponde a una distribución espacial al azar, confirmando la naturaleza gregaria de los camarones en los estanques de cultivo, confirmándose además que el tamaño de los estanques no influye en el tipo de distribución, ya que en promedio la razón/varianza media de los tres estanques se mantuvo alrededor de 11.5 (figura 1a). Los valores de  $I_p$  variaron entre 1.07 y 1.41 con un promedio de 1.2 entre los estanques, con un comportamiento similar a la razón varianza/media. (figura 1b).

La distribución espacial de los camarones se vio influenciada por la fase lunar, observándose una mayor intensidad de agregación en luna llena, como lo indican los valores más altos de la razón varianza/media ( $>17.3$ ) y del  $I_p$  ( $>1.3$ ), mientras que en las fases de luna nueva y cuarto creciente se presentaron los valores más bajos de la razón varianza/media y de  $I_p$ , lo que indica una mayor dispersión espacial de los camarones en los estanques (figura 2).

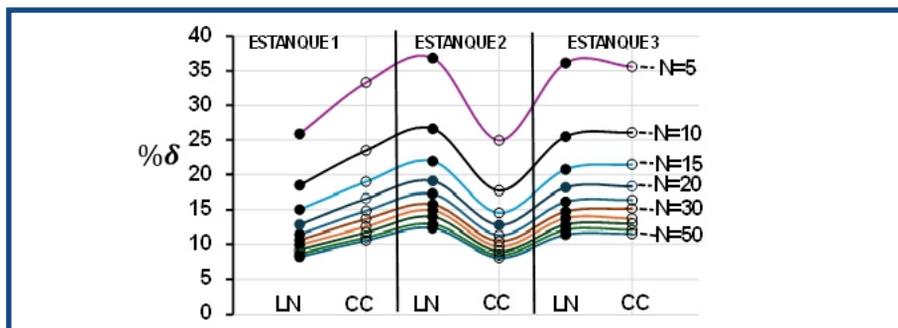


**Figura 1.-** Valores máximo, mínimo y promedio de la razón varianza media e  $I_p$  de los muestreos de camarones por estanque.



**Figura 2.-** Valores máximo, mínimo y promedio de la razón varianza media e  $I_p$  de los muestreos de camarones por fase lunar.

El error de estimación de la media de camarones por lance fue del 25 al 37% en muestras de 5 lances (figura 3) y fue disminuyendo con el incremento del tamaño de la muestra, independiente de la fase lunar y estanque, pero después de un tamaño de muestra de 30 lances, la reducción del error es cada vez más reducido. Por ejemplo, en el estanque 3, durante la fase lunar de cuarto creciente, un incremento del tamaño de muestra de 10 a 30 lances significó una reducción 10.9% en el error, mientras que un incremento de 30 a 50 lances la reducción del error fue solo de 3.6%.



**Figura 3.** Porcentaje de error de la media estimada de camarones por lance para los tres estanques muestreados durante las fases de Luna Nueva (LN) y Cuarto Creciente (CC), en función del tamaño de la muestra (N)

## ► DISCUSIÓN

La información analizada soporta la hipótesis de que la dispersión espacial de camarones en estanques de cultivo está relacionada con las fases lunares. Sin embargo, no soporta la afirmación de los técnicos de las granjas de que en los cuartos lunares el camarón se distribuye más homogéneamente. Lo que se observa es un ciclo de intensidad de la distribución agregada de los camarones con un máximo en la fase de luna nueva, disminuyendo hacia la fase de cuarto creciente, luna nueva y un mínimo en cuarto creciente. Congruente con estos resultados la recomendación para realizar los muestreos de camarón en los estanques sería en las fases de luna nueva y cuarto creciente.

La relación entre distribución espacial y fases lunares puede tener su explicación en el comportamiento de los camarones a buscar refugio o enterrarse en los fondos en respuesta a la intensidad de luz (Bishop & Herrnkind, 1976, Brito *et al.*, 2017). Se ha demostrado que los camarones permanecen ocultos o enterrados durante el día y por la noche salen y se mantienen activos para alimentarse, reproducirse y escapar de depredadores (Fuss & Ogren, 1966, Dall *et al.*, 1990, Seo & Hong, 2007, Guan *et al.*, 2019). Por lo general el suelo de los estanques es heterogéneo en cuanto a las características que permiten a los camarones escarbar para enterrarse, habrá partes muy duras donde no se pueda excavar y otras más blandas, zonas de bajo oxígeno, etc., por lo que, al buscar el refugio los camarones adoptarán la distribución de las características del suelo agregándose en donde hay mejores condiciones para refugiarse.

Los valores más bajos de los indicadores de dispersión se observaron durante las fases de luna llena y cuarto menguante. Durante la fase de luna llena el cielo nocturno se encuentra iluminado toda la noche y de medianoche hasta el amanecer en el cuarto menguante. Esta intensidad de luz puede ser suficiente para disparar el mecanismo de búsqueda de refugio o enterrarse de los camarones, de manera que, a la hora del muestreo de las primeras horas de la mañana, los camarones ya estuvieron expuestos al menos desde medianoche a una luz lunar. En cambio, en las fases de luna nueva y cuarto creciente, el cielo nocturno



es completamente oscuro toda la noche y de medianoche al amanecer, respectivamente. Lo que implica que, a la hora del muestreo de los camarones en el estanque, estos habían pasado por al menos ocho horas en completa oscuridad, activando a los camarones a salir de sus refugios y dispersarse por los estanques para alimentarse, generando una dispersión más homogénea de los camarones en comparación a cuando se encontraban agregados en los sitios de refugio o enterrados en zonas adecuadas para esto. Estos resultados son coincidentes con los de Beardsley (1970) quien atribuyó que cambios en la distribución lateral del camarón rosado *Penaeus duorarum* en un canal de marea fueron atribuidos a la luz lunar, con una distribución agregada durante las fases lunares de luna llena y cuarto menguante, en contraste con una distribución homogénea en el fondo del canal durante las fases de cuarto creciente y luna nueva. Asimismo, Bishop y Herrnkind (1976) reportaron un incremento en la actividad de los camarones *P. duorarum* durante la luna nueva y cuarto creciente que es congruente con nuestra hipótesis de que en estas fases de mayor oscuridad los camarones salen de sus refugios y enterramientos para alimentarse, dispersándose más homogéneamente. Fuss & Ogren (1966) reportaron que la luz de la luna inhibe la actividad nocturna del camarón rosado hasta cierto punto, aunque el clima y la turbidez del agua pueden modificar este efecto.

El proceso de muda del exoesqueleto de los camarones en el proceso de crecimiento parece también estar asociado con las fases lunares (Hasnidar et al., 2014). Sin embargo, no está muy bien definido ya que hay estudios que tienen diferentes conclusiones; Bautista-Covarrubias et al (2020) sugieren que el proceso de muda en camarón blanco *P. vannamei* se presenta en luna llena y luna nueva. Hasnidar et al., (2014) reporta que la muda en un cangrejo de manglar se presenta poco antes de la luna llena y coincide con las afirmaciones de que en camarón blanco la mayoría de los camarones mudan en luna llena ([Moon Phases and How They Affect Shrimp Farms: Mass Molting Beware! | JALA Blog](#)). El autor principal de este artículo ha observado en los estanques que efectivamente la mayoría de los camarones *P. vannamei* mudan en luna llena. En esta condición de muda el camarón busca enterrarse para protegerse de los depredadores por su exoesqueleto blando que lo hace



más vulnerables, de manera que su distribución será la misma a la de los fondos adecuados para ese proceso de enterramiento que no es nada homogéneo en los estanques. Así, se esperaría que los altos índices de agregación en la fase de luna llena encontrados en este trabajo están asociados con el proceso de muda.

Con base en los resultados de esta investigación, los muestreos de camarón en los estanques de cultivo, con el objetivo de estimar la densidad promedio y con ello la biomasa en los estanques, debería realizarse en las fases de luna nueva y cuarto creciente cuando se presenta los menores índices de agregación y por lo mismo los menores valores de varianza.

El tamaño de la muestra debiera definirse en alguna de estas dos fases lunares en cada granja o estanque con base en la reducción del error de estimación con el incremento del tamaño de la muestra, pero los resultados de este trabajo indican que independiente de las dimensiones del estanque, el error de estimación se reduce sustancialmente hasta muestras de tamaño 30 y aunque a muestras más grandes sigue disminuyendo, la reducción de error es cada vez más pequeña. La recomendación de Clifford (1998) de tres a cuatro lances por hectárea sería válida solo para estanques mayores de 10 hectáreas, porque la varianza y el error de estimación son en base al total de la muestra no de una densidad de muestras por hectárea.

## ► AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por la beca otorgada para la realización del programa de doctorado en ciencias (CVU 1202902), así como a la Universidad Autónoma de Sinaloa, a través de la Facultad de Ciencias del Mar, por haberme aceptado como estudiante en su programa de Doctorado en Ciencias en Recursos Acuáticos.

**► BIBLIOGRAFÍA**

- Barnesa, R.S.K. & Hamyltonc S. M. (2019).** Isometric scaling of faunal patchiness: Seagrass macrobenthic abundance across small spatial scales. *Marine Environmental Research*, 146, 89-100.
- Bautista-Covarrubias, J. C., Zamora-Ibarra, P. A., Apreza-Burgos, E. A., Rodríguez-Ocampo, N., Peraza-Gómez, V., López-Sánchez, J. A., Pacheco-Vega, M., González-Hermoso, J. P., & Frías-Espéricueta M. G. (2020).** Immune response and oxidative stress of shrimp *Litopenaeus vannamei* at different moon phases. *Fish and Shellfish Immunology*, 106, 591-595. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.08.040>.
- Beardsley, G. L. (1970).** Distribution of migrating juvenile pink shrimp, *Penaeus duorarum duorarum* Burkenroad, in Buttonwood Canal, Everglades National Park, Florida. *Transactions of the American Fisheries Society*, 99(2), 401-408. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1970\)99<401:DOMJPS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1970)99<401:DOMJPS>2.0.CO;2).
- Bishop, J. M., & Herrnkind, W. F. (1976).** Burying and molting pink shrimp, *Penaeus duorarum* (Crustacea: Penaeidae), under selected photoperiods of white light and UV-Light. *The Biological Bulletin*, 150(2), 163-182.
- Brito, R., Gelabert, R., Amador del Ángel, L. E., Alderete, Á., & Guevara, E. (2017).** Diel variation in the catch of the shrimp *Farfantepenaeus duorarum* (Decapoda, Penaeidae) and length-weight relationship, in a nursery area of the Terminos Lagoon, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 65(1), 65-75 <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i1.24087>.
- Carvalho-Batista, A., Santos Nogueira, C., Caetano Costa, R., & Farinelli Pantaleao, J. A. (2023).** Shelter preference and variation in the daily activity pattern of the ornamental shrimp *Neocaridina davidi* (Caridea: Atyidae). *Nauplius*, 31, e2023018 <https://doi.org/10.1590/2358-2936e2023018>.



- Chiou, W.-D., Lei-Zong, Ch., & Che-Tsung Ch. (2003).** Effects of lunar phase and habitat depth on vertical migration patterns of the sergestid shrimp *Acetes intermedius*. *Fisheries Science*, 69, 277-287.
- Clifford, H. C. (1998).** Manejo de piscinas sembradas con camarón azul *Litopenaeus stylirostris* Np. In: Jory, D. E. (Ed.) *Proceedings of the First Latin American Shrimp Farming Congress*, October 6-10, Panama, pp. 1-11.
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca CONAPESCA. (2023).** *Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2023*. Mazatlán, México. 277 pp. <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuacultura-y-pesca>.
- Dall, W., Hill, B. J., Rothlisberg, P. C., & Staples, D. J. (1990).** *The Biology of the Penaeid Advances in Marine Biology*, 27. London, England: Elsevier Academic Press.
- Fuss, Ch. M. Jr, & Ogren, L. H. (1966).** Factors affecting activity and burrowing habits of the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. *The Biological Bulletin*, 130(2), 170-191.
- Guan, L., Xianshi, J., Wu, Q., & Xiujuan, S. (2019).** Statistical modelling for exploring diel vertical movements and spatial correlations of marine fish species: a supplementary tool to assess species interactions. *ICES Journal of Marine Science*, 76(6), 1776-1783. doi:10.1093/icesjms/fsz033.
- Hasnidar, Y., Fujaya, D., Trijuno, D., Rani, C., & Tamsil, A. (2014).** Y organ cells activity based on the concentration of ecdysteroid from haemolymph of mangrove crab (*Scylla olivacea* Herbs, 1979). *Academic Research International*, 5(6), 94-103.
- Henriques, D.S.G., Borges, P.A.V., & Gabriel, R., (2017).** Regional processes drive bryophyte diversity and community composition in a small oceanic island. *Community Ecology*, 18, 193–202.



- Jingyuan, I. W., Gituru, R.W., Jinming, CH., & Qingfeng, W. (2006).** Spatial Distribution Pattern of Populations of *Isoetes sinensis* Palmer, an Endangered Quillwort in China. *Wuhan University Journal of Natural Sciences*, 11(3), 694-698. Article ID: 1007-1202(2006)03-0694-05
- National Research Council (NRC) (2011).** Nutrient requirements of fish and shrimp. *Aquaculture International*, 20, 601-602. <https://doi.org/10.1007/s10499-011-9480-6>
- Seo, I. S., & Hong, J. S. (2007).** Diurnal and tidal variation in the abundance of the macro-and megabenthic assemblages in Jangbong Tidal Flat, Incheon, Korea. *Journal of the Korean Society of Oceanography*, 12, 262-272.
- Wade, M. J., Fitzpatrick, C. L., & Lively, C. M. (2018).** 50-year anniversary of Lloyd's "mean crowding": Ideas on patchy distributions. *Journal of Animal Ecology*, 87, 1221-1226. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12854>