

# La fauna marina de las lagunas costeras de Sonora



Recursos Naturales y Sociedad, 2024. Vol. 10 (Especial): 39-62. <https://doi.org/10.18846/renay-soc.2024.10.10.02.0004>

Nathaly Salas Mejía<sup>1</sup>; Isadora Jy'asu Moreno Pérez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., unidad Guaymas. Km. 2.35 Camino al Tular, Estero Baco-chibampo, Heroica Guaymas, Sonora, México. C.P. 349

\*Autor de correspondencia: [imoreno@pg.cibnor.mx](mailto:imoreno@pg.cibnor.mx)



## Resumen

Las lagunas costeras son ecosistemas que sostienen una alta diversidad de especies que pertenecen a distintos grupos de fauna marina: mamíferos, aves, reptiles, peces e invertebrados. En el Golfo de California existen 36 lagunas costeras, y 24 de estas lagunas costeras pertenecen al estado de Sonora. Con el fin de transmitir a la sociedad la importancia de su mejor aprovechamiento, apreciación y conservación, esta contribución presenta la fauna marina que utiliza las lagunas costeras de Sonora, Golfo de California, con énfasis en las especies de mayor valor ecológico y socioeconómico.

**Palabras clave:** diversidad, fauna marina, lagunas costeras, Sonora, Golfo de California

## Abstract

The coastal lagoons support a high diversity of species, that belong to different marine fauna groups like mammals, birds, reptiles, fish, and invertebrates. In the Gulf of California, there are 36 coastal lagoons, and 24 of these coastal lagoons belong to the state of Sonora. In order to communicate to society the importance of its sustainable use, appreciation and conservation, this contribution presents the marine fauna that uses the coastal lagoons of Sonora, Gulf of California, emphasizing the species of higher ecological and socioeconomic value.

**Keywords:** diversity, marine fauna, coastal lagoon, Sonora, Gulf of California

## Antecedentes

Las lagunas costeras son cuerpos de agua salobres o marinos, generalmente de poca profundidad, que tienen una comunicación permanente o temporal con el mar, pero a su vez están protegidos por algún tipo de barrera (Kennish, 2015; Lankford, 1977). Por su ubicación en las costas funcionan como un enlace entre la zona terrestre y la zona marina, presentando características ambientales climáticas (ej. temperaturas desde cálidas a templadas, precipitaciones), oceanográficas (ej. mareas) y geomorfológicas (ej. nivel del mar, relieve costero, ríos) propias de su ubicación geográfica (Velasco *et al.*, 2018; Wolfe y Kjerfve, 1986), que a su vez inducen variaciones y gradientes de salinidad en la laguna (Farreras-Sanz, 2004).

Debido a las características ambientales, antes descritas, las lagunas costeras son un espacio relativamente reducido con una gran variedad de

hábitats (ej. manglares, pastos marinos, marismas, humedales) y una alta producción primaria que, permite a especies de los diversos grupos de fauna marina (mamíferos, aves, reptiles, peces e invertebrados) utilizarlas de manera permanente o en alguna fase de su ciclo de vida como áreas de reproducción, crianza, refugio y alimentación (Aguirre-León *et al.*, 2020; Kennish, 2015; Padilla-Serrato *et al.*, 2017; Velasco *et al.*, 2018; Yáñez-Arancibia, 1987).

La fauna marina de las lagunas costeras se caracteriza por que algunas de sus especies destacan por su importancia ecológica y socioeconómica, por ejemplo: los mamíferos marinos (como los delfines), los reptiles (como las tortugas), y las aves marinas y playeras han sido ampliamente estudiados y utilizados con fines de conservación. Mientras que, diversas especies de peces e invertebrados son valiosos recursos pesqueros y acuícolas que representan medios

de subsistencia y seguridad alimentaria a nivel nacional e internacional.

En el Golfo de California (GC) existen 36 lagunas costeras, de las cuales 24 pertenecen al estado de Sonora (Farreras, 2004; Soto-Espinoza, 2003), por lo que la conservación de estos ecosistemas y su fauna marina tiene un importante valor ecológico (especies más abundantes y especies prioritarias para la conservación), económico (especies de valor alimentario, comercial, recreativo, turístico) y social (cultural), y también como componentes esenciales dentro del GC, que fue denominado por el francés Jacques Cousteau (conocido explorador y oceanógrafo de los mares y océanos) como “el acuario del mundo” y declarado por la UNESCO como Patrimonio Mundial Natural de la Humanidad en 2005 por su excepcional belleza, gran riqueza biológica y hábitat de especies endémicas (SEMARNAT, 2018).

Si bien se ha destacado ampliamente la alta riqueza de especies de fauna marina del GC, y de sus lagunas costeras (Brusca *et al.*, 2006), en contraste no se han generado inventarios puntuales que permitan conocer el total de fauna marina que se habita o utiliza las lagunas del estado de Sonora, aun cuando nuestro estado contribuye con más de la mitad de las lagunas que pertenecen al GC. Por lo que la presente contribución, tiene como objetivo principal proporcionar información de la fauna marina que puede encontrarse en las lagunas costeras de Sonora, con énfasis en las especies de mayor valor ecológico y socioeconómico.

La información se recopiló de diferentes fuentes tales como artículos científicos, tesis y fuentes gubernamentales, la cual se organizó para presentar: (1) las principales características ambientales de las lagunas de nuestro estado, (2) las actividades humanas y de conservación que en ellas se llevan a cabo, (3) y las especies de fauna marina que las habitan o utilizan.



### ¿Qué características tienen las lagunas costeras de Sonora?

**Ubicación.** Las 24 lagunas costeras del estado de Sonora se ubican en la costa Este del GC, con una superficie de 66 093 hectáreas (ha) (Soto-Espinoza, 2003) (Figura 1). El tamaño de estos cuerpos de agua varía entre las 40 ha de la Laguna Santa Rosa y las 17 700 ha de la Laguna Agiabampo (Lara-Lara *et al.*, 2008).

**Clasificación de laguna (Lankford, 1977).** Según su origen geológico son del tipo: III-A (plataforma interior con barra de tipo Gilbert de Beamunt) desde El Morúa hasta Cardonal; III-B (plataforma interior con barra de tipo cuspada) El Soldado, Bacochibampo y Guaymas-Empalme; I-C (erosión diferencial- valle de río inundado abierto) Tastiota; y II-A (sedimentación terrígena diferencial- depresión intradeltaica y marginal) desde Las Guásimas hasta Agiabampo (Figura 1).

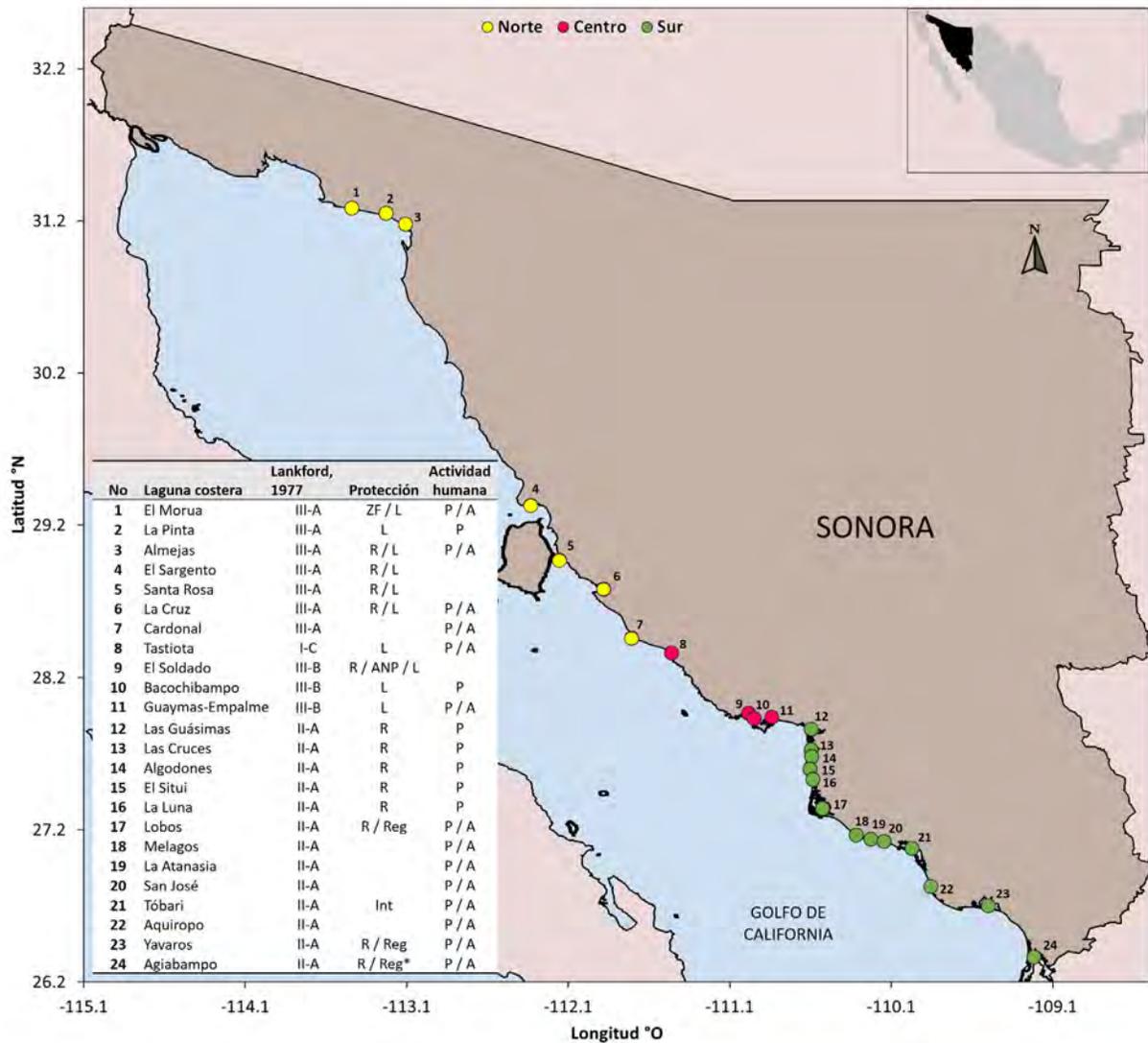
**Características ambientales.** Estas lagunas están influenciadas por un clima árido-semiárido, con temperatura media anual de 18 a 26°C entre invierno y verano, precipitación media anual de 200 mm y régimen de lluvias en verano e invierno.

Los aportes de agua dulce que reciben provienen de las escorrentías de las lluvias, pero también de aguas residuales agrícolas y urbanas (Arreola-Lizárraga, 2003; Padilla-Serrato *et al.*, 2016). Estas lagunas tienen comunicación permanente con el mar a través de una o dos bocas y la circulación del agua es inducida principalmente por el flujo y reflujo de la marea (Arreola-Lizárraga, 2003). La salinidad del agua en estas lagunas varía generalmente entre 30 y 40 ups (eurihalinas), pero en determinados periodos pueden alcanzar salinidades >40 ups (hiperhalinas). Por otro lado, la salinidad en el interior de la laguna suele ser mayor que en el océano adyacente (antiestuarina) (Farreras-Sanz, 2004). La mayoría de las lagunas

tiene manglar compuesto por las especies de mangle negro (*Avicennia germinans*), rojo (*Rhizophora mangle*), blanco (*Laguncularia racemosa*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*) (Ramírez-García y Lot, 1994; Torres *et al.*, 2021), que están enlistadas como amenazadas de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2019; vegetación acuática hálófito como el pelo de marisma *Ruppia maritima* (Ramírez-García y Lot, 1994), los pastos marinos *Zostera marina* y *Halodule wrightii* (Herrera-Silveira *et al.*, 2019; López-Calderón *et al.*, 2013; Ramírez-García y Lot, 1994) y las macroalgas de los géneros *Chaetomorpha*, *Cladophora*, *Dictyota*, *Gracilaria*, *Hypnea*, *Rhodochorton*, *Spyridia* y *Ulva* (Ruiz-Ruiz, 2017) (Figura 2). Esta vegetación y el fitoplancton (microalgas) contribuyen a la alta productividad de las lagunas costeras (Lara-Lara *et al.*, 2008).

**Actividades económicas.** En 21 lagunas se realizan actividades de pesca y acuicultura

comerciales, en El Sargento y Santa Rosa existen actividades de pesca ribereña reservadas para uso exclusivo de la comunidad indígena Comca'ac (Seris), mientras que en El Soldado se permiten actividades ecoturísticas como senderismo, bicicleta y kayak (Figura 1).



**Figura 1.** Localización y nombre de las lagunas costeras en la costa de Sonora. Clasificación de lagunas costeras de Sonora según Soto-Espinoza (2003) basado en los criterios de origen geológico de Lankford (1977). Protección (ZF: Zona Federal; ANP: Área Natural Protegida; R: RAMSAR; L: sitio de poca importancia en WHSRN; Reg: sitio de importancia regional en WHSRN; Reg\*: potencial sitio de importancia regional en WHSRN; Int: sitio de importancia internacional en WHSRN). Actividad humana (P: Pesca; A: Acuicultura).

**Actividades de conservación.** Entre las iniciativas dirigidas a la protección y restauración de las lagunas costeras en Sonora, se encuentran en primer lugar los sitios RAMSAR (Humedales de Importancia Internacional) y los sitios WHSRN (RHRAP siglas en español, designados por la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras). Ambos instrumentos identifican hábitats críticos y



proporcionan protección principalmente a las aves marinas y playeras (RAMSAR, 2014; Valencia-Rodríguez, 2004; WHSRN, 2019). La laguna El Soldado, además de ser Sitio RAMSAR, es un Área Natural Protegida (ANP) bajo la categoría estatal de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, donde están prohibidas las actividades extractivas de fauna y flora (BOGES, 2006). La laguna el Morúa tiene un acuerdo por el que se destinaron la superficie de 68 257 m<sup>2</sup> de zona federal marítimo terrestre, con el objeto de que la utilice para conservación ambiental, restauración ecológica e investigación (DOF, 30/11/2009) (Figura 1).



**Figura 2.** Ejemplos de vegetación en lagunas costeras de Sonora. **(a)** mangle blanco *Laguncularia racemosa*; **(b)** hálófito *Ruppia maritima*; **(c)** pasto marino *Zostera marina*; **(d)** macroalga *Ulva lactuca*. Créditos fotográficos en Naturalista (2023).

### ¿Qué fauna marina podemos encontrar las lagunas costeras de Sonora?

Las especies marinas son aquellas que pasan la mayor parte de su vida y obtienen su alimento principalmente en el mar, desde las costas hasta los mares abiertos y desde la superficie hasta los fondos, dependen del mar para su supervivencia, y presentan adaptaciones anatómicas, fisiológicas y de comportamiento para

este medio acuático (Ortega-Ortiz, 2004; Schreiber y Burger, 2001).

### Mamíferos

Los mamíferos marinos, no son propiamente una categoría taxonómica sino más bien grupo integrado por especies de tres órdenes: carnívora (focas, lobos marinos y morsas, conocidos como pinnípedos), sirenia (manatíes y dugongos) y cetácea (ballenas, delfines y marsopas) (Ortega-Ortiz, 2004). En el GC se han documentado de 34 a 36 especies de mamíferos marinos, correspondientes a cuatro pinnípedos y 30 cetáceos, más dos cetáceos cuya presencia en el golfo no está bien establecida (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2013).

Dentro de los cetáceos, una de las especies de delfín mejor estudiada, y la más popular por su uso en acuarios y delfinarios, es el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) (Figura 3b) (Guevara-Aguirre y Gallo-Reynoso, 2015). Además, es la especie de delfín más

común en el litoral de Sonora, donde se reconocen dos tipos de poblaciones: costera y oceánica. Los delfines costeros son de tamaño más grande, tienen una coloración dorsal oscura y una ventral más clara, forman manadas pequeñas y están asociadas a las lagunas (residen al interior o se encuentran en las bocas) donde encuentran protección y alimento. Se conocen algunas poblaciones costeras en lagunas como Almejas, Guásimas, Los Algodones y Agiabampo. Mientras que, los delfines oceánicos son de tamaño más pequeño, tienen una coloración oscura, forman manadas de mayor tamaño y tienden a residir en los alrededores de las islas, y en busca de alimento pueden desplazarse a grandes distancias en aguas oceánicas o aprovechar las presas locales costeras (como lo hacen los delfines costeros).

Se conocen poblaciones oceánicas alrededor de las islas San Pedro Mártir, San Esteban y San Pedro Nolasco (Guevara-Aguirre y Gallo-Reynoso, 2015; Niño-Torres *et al.*, 2011; Patiño-Valencia *et al.*, 2008; RAMSAR, 2014). Otras especies de delfines frecuentes en el litoral de Sonora son el delfín común de rostro corto (*Delphinus delphis*) y el delfín común de rostro largo (*Delphinus capensis*), estas especies tienen una apariencia muy similar por lo que hasta la década de los 80 se consideraban como una sola especie (*D. delphis*).

Ambas especies presentan una mancha de color claro en los costados que al unirse con la coloración gris en el dorso forma un patrón que asemeja un reloj de arena. Sin embargo, *D. capensis* tiene un patrón con menor coloración, un cuerpo más esbelto y un rostro más alargado que *D. delphis* (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2013; Niño-Torres *et al.*, 2011). Estas especies han sido reportadas en lagunas como El Sargento y Santa Rosa, y el complejo lagunar Guásimas-Lobos (RAMSAR, 2014). Otro cetáceo es ballena gris *Eschrichtius robustus*, que en la actualidad sólo habita el norte del Océano Pacífico (pues se extinguió en el norte del Océano Atlántico) (Urbán-Ramírez, 2000), y se

caracteriza por realizar una de las migraciones anuales más largas. Esta ballena se desplaza más de 9 mil kilómetros, desde el norte en el Mar de Bering donde se alimenta durante el verano, hasta el norte de México donde se reproduce, y las hembras tienen y cuidan a su cría durante el invierno, utilizando principalmente lagunas costeras de Baja California como las lagunas de San Ignacio, Ojo de Liebre y Bahía Magdalena), sin embargo, se han reportado avistamientos prácticamente en todo el GC, incluyendo en la laguna Yavaros, Sonora (Findley y Vidal, 2002; Niño-Torres *et al.*, 2011; Urbán-Ramírez, 2000). Las cuatro especies se encuentran bajo la categoría de especie sujeta a protección especial (Pr) por la norma NOM-059-SEMARNAT-2019.

Dentro de los pinnípedos, el lobo marino de California *Zalophus californianus* (Figura 3a), cuenta con varios sitios de reproducción dentro del GC, así como en la región de Sonora en su mayoría localizados



en las islas (Niño-Torres *et al.*, 2011), pero también se pueden observar en los complejos lagunares Guásimas-Lobos y Yavaros-Moroncarit (RAMSAR, 2014). Esta especie se encuentra bajo la categoría de especie sujeta a protección especial (Pr) por la norma NOM-059-SEMARNAT-2019.



**Figura 3.** Ejemplos de mamíferos, aves y reptiles en lagunas costeras de Sonora **(a)** Lobo Marino de California *Zalophus californianus*; **(b)** Delfín Nariz de Botella *Tursiops truncatus*; **(c)** Gaviotas Patas Amarillas *Larus livens*; **(d)** Charrán Mínimo *Sternula antillarum*; **(e)** Tortuga Golfina *Lepidochelys olivacea* y **(f)** Tortuga Verde del Pacífico *Chelonia mydas*. Créditos fotográficos en Naturalista (2023).

Habitualmente algunos mamíferos marinos suelen mostrar interés por acercarse a las embarcaciones. La interacción con embarcaciones pesqueras se ha considerado como un caso de competencia por los recursos (presas), que comprende daños a la captura y a los artes de pesca ocasionados por los mamíferos, y daño a los mamíferos involucrados (mortalidad incidental) (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2013). Mientras que,

para las embarcaciones recreativas como los yates, los mamíferos se convierten en uno de los principales y más valorados atractivos turísticos, por ejemplo, los paseos en yate en San Carlos ofrecen avistamientos de lobos marinos y delfines. Así pues, la zona adyacente a la laguna El Soldado es utilizada por los “yateros” como sitio de avistamiento de delfines durante todo el año (Rivera-Martínez, 2020).

### **Aves**

En este grupo se encuentran las aves marinas (gaviotas, pelícanos, cormoranes, charranes) y aves playeras (avocetas, chorlos, chorlitos, ostreros). Estas aves adaptadas al ambiente marino-costero han sido ampliamente utilizadas para la selección y diseño de áreas protegidas, tales como los sitios RAMSAR y sitios WHSRN, ya que requieren de grandes áreas para mantener sus poblaciones y al garantizar la conservación de sus poblaciones pueden

proteger las poblaciones de otras especies (Pereira *et al.*, 2018; RAMSAR, 2014; WHSRN, 2019).

En el GC la diversidad de zonas costeras (playas arenosas y rocosas, lagunas) e islas proporcionan sitios donde las de aves marinas y playeras, residentes o migratorias, pueden descansar, alimentarse y reproducirse (Carabias-Lillo *et al.*, 2000; Carmona 2020a; 2020b; Carmona-Islas *et al.*, 2013). Registrando en el GC 164 especies de aves acuáticas, 56 de ellas marinas (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2013; Carabias-Lillo *et al.*, 2000).

Sonora se sitúa como uno de los tres estados (junto con Baja California Sur y Sinaloa) a nivel nacional con mayor abundancia de aves marinas y playeras, con la mayor abundancia de aves encontrada en las lagunas costeras del centro y sur (Carmona *et al.*, 2020a; 2020b; Fleischner y Riegner, 1993). Algunas de las especies más comunes de observar son el playerito occidental (*Calidris mauri*), la avoceta americana (*Recurvirostra americana\**), el candelero americano (*Himantopus mexicanus\**), los costureros (*Limnodromus spp.*), la fragata tijereta (*Fragata magnificens*), el pelicano pardo (*Pelecanus occidentalis*, A), el charrán mínimo (*Sternula antillarum\**, Pr) y las gaviotas mexicana (*Larus heermanni\**, Pr) y patas amarillas (*Larus livens\**, Pr), esta última es considerada una especie cuasiendémica del GC (Figura 3 c, d) (Carmona *et al.*, 2020a; RAMSAR, 2014; Reiter *et al.*, 2020; Villaseñor-Gómez *et al.*, 2010); algunas de estas especies comunes incluso se reproducen en las lagunas (\*), reportándose evidencias como la presencia de nidos, huevos y pollos en las lagunas Almejas, El Soldado, La Cruz, Guásimas-Lobos, Tóbari, Yavaros-Moroncarit Morúa y Cardonal, así como para los chorlos pico grueso y nevado (*Charadrius wilsonia*; *C. nivosus*, A), el ostrero americano (*Haematopus palliatus*, P), la garcita verde (*Butorides virescens*, Pr), las garzas morena y garza nocturna corona clara (*Ardea herodias*, Pr; *Nyctanassa violacea*, A). Estatus de protección en México según la NOM-059-SEMARNAT-2019: Pr = Sujeta a protección especial,

A = amenazada y P = en peligro de extinción (Carmona *et al.*, 2020b; Fleischner y Riegner, 1993; Fleishman y Blinick, 2011; Turk-Boyer *et al.*, 2014; RAMSAR, 2014; Reiter *et al.*, 2020; Rosemartin y van Riper, 2012; Villaseñor-Gómez *et al.*, 2010).

### **Reptiles**

En este grupo encontramos tortugas y serpientes.

Las tortugas marinas son consideradas los principales representantes de los reptiles, de las siete especies de tortugas marinas que existen en el mundo, en el GC como en la región de Sonora ocurren cinco especies: la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), la caguama (*Caretta caretta*), la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), la tortuga golfinia (*Lepidochelys olivacea*) y tortuga verde del Pacífico (*Chelonia mydas*) (Figura 3 e, f). Para estas especies las lagunas llegan a ser zonas de alimentación, descanso y reproducción, como en el caso de las lagunas Almejas, El Sargento, Santa



Rosa y La Cruz (RAMSAR, 2014). Las cinco especies están bajo la categoría “en peligro de extinción” en la lista de especies en riesgo (Arellano-Peralta y Medrano-González 2013). Para el pueblo costero de los Comca’ac (Seris) de Sonora, las tortugas marinas además de tener valor cultural, mágico y religioso, también formaban parte esencial de su dieta (Rorabaugh, 2008).

En cuanto a las serpientes marinas, la especie más abundante y con mayor área de distribución en el mundo es la serpiente marina de vientre amarillo *Hydrophis platurus* (anteriormente *Pelamis platurus*), la cual se encuentra en la costa Oeste de África (Océano Indico) y desde la costa Este de México hasta Perú (Océano Pacífico) (De Weerd et al., 2021; López-Argueta y López-Vila, 2022), incluyendo el GC (aunque no se reproduce en esta área) (Rorabaugh, 2008), y se ha observado ocasionalmente en las lagunas de Sonora como La Pinta (Naturalista, 2023). Esta

serpiente marina se caracteriza por su dorso negro y vientre amarillo, y se considera altamente venenosa, sin embargo, casi nunca muere (Neri-Castro et al., 2020; Rorabaugh, 2008).

### **Peces**

En el GC existe una alta diversidad de peces, albergando por lo menos 891 especies, 90 de ellas son endémicas (10%) (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2013; Brusca et al., 2005). En las lagunas costeras, los peces son el grupo más representativo por su riqueza y abundancia, utilizando estos cuerpos de agua en distintas fases de su vida como áreas de reproducción, protección, alimentación y crianza.

Adicionalmente, diversas especies de peces son valiosos recursos pesqueros y acuícolas que representan medios de subsistencia y seguridad alimentaria a nivel nacional e internacional (Del Río-Salas et al., 2016; Velasco et al., 2018).

Particularmente, para las lagunas costeras de

Sonora, se reportan como especies comunes y de gran importancia para la pesca comercial ribereña el cochito (*Balistes polylepis*), la sierra (*Scomberomorus sierra*), la anchoveta del pacífico (*Cetengraulis mysticetus*), los lenguados (de la familia Paralichthyidae como *P. californicus*, *P. woolmani*, *P. aestuarius*), el botete diana (*Sphoeroides annulatus*), las rayas guitarra (*Pseudobatos spp.*), las curvinas (*Cynoscion spp.*) y los chanos (*Micropogonias spp.*) (Figura 4) (Arreola-Lizárraga et al., 2020; De La Torre-Valdez y Sandoval-Godoy, 2015; González et al., 2011; Morzaria-Luna et al., 2022; Turk-Boyer et al., 2014). La curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*) y el chano norteño (*Micropogonias megalops*), son capturados únicamente en el norte del estado, y además son especies endémicas del GC (Aragón-Noriega, 2014; Arzola-Sotelo et al., 2022). Otras especies de peces comunes y de importancia comercial, pero

en el ámbito local, son: las mojarras (*Diapterus brevirostris* y *Eucinostomus spp.*), las cabrillas (*Paralabrax spp.*) y el lenguado boca chica (*Etropus crossotus*) (Grijalva-Chon *et al.*, 1996; Iris-Maldonado, 2011; Ontiveros-Granillo, 2011; Padilla-Serrato *et al.*, 2016; 2017; Salas-Mejía, 2019; Yépiz-Velázquez, 1990).

Por otro lado, se han registrado algunos peces endémicos del GC utilizando las lagunas costeras de Sonora, por ejemplo: el pejerrey sardina (*Leuresthes sardina*), el pejerrey charal (*Colpichthys regis*), la platija ocelada (*Pleuronichthys ocellatus*), la chopo ojo azul (*Girella simplicidens*), el gobio pantera (*Barbulifer pantherinus*), el chano norteño (*M. megalops*) y la corvina golfina (*C. othonopterus*) (Grijalva-Chon *et al.*, 1996; Güereca-Hernández, 1994; Iris-Maldonado, 2011; Loesch, 1980; Padilla-Serrato *et al.*, 2016; 2017; Thomson, 1973; Yépiz-Velázquez, 1990). Así como la presencia del caballito del Pacífico (*Hippocampus ingens*) que se encuentra

sujeto a protección especial (Pr) por la norma NOM-059-SEMARNAT-2019 (Iris-Maldonado, 2011; Loesch, 1980; Ontiveros-Granillo, 2011; Salas-Mejía, 2019) (Figura 4).



**Figura 4.** Ejemplos de peces en lagunas costeras de Sonora. **(a)** Caballito del Pacífico *Hippocampus ingens* y **(b)** Botete Diana *Sphoeroides annulatus*. Créditos fotográficos en Naturalista (2023).

### Invertebrados

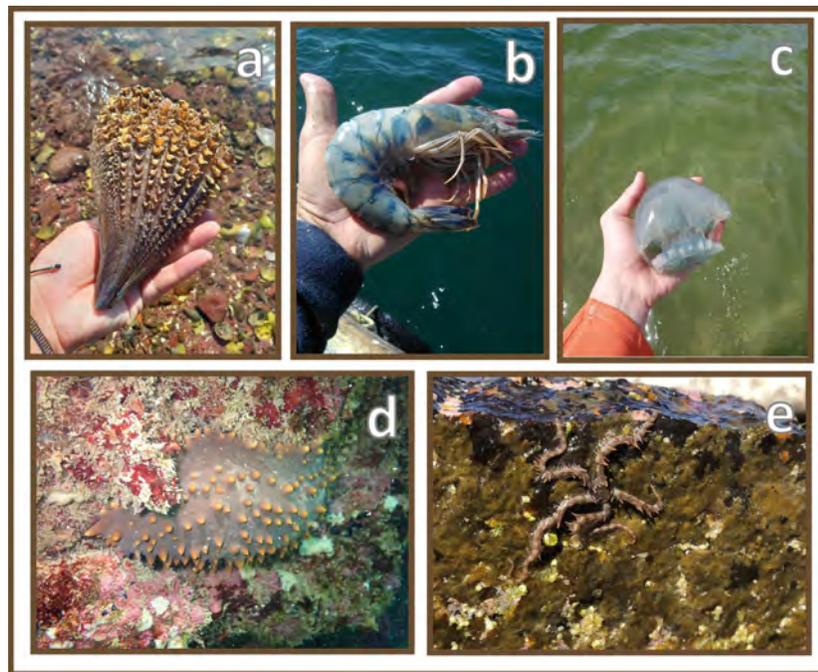
En el GC habitan 4854 especies de invertebrados marinos, entre estos: 2193 moluscos (almejas, caracoles, pulpos), 1051 crustáceos (cangrejos, camarones, langostas), 717 anélidos (gusanos segmentados), 262 equinodermos (erizos, estrellas, pepinos de mar), 253 cnidarios (anémonas, corales, medusas), 86 poríferos (esponjas de mar) y otros taxa (292, ej. platelmintos, briozoos). Del total de especies de invertebrados marinos, 766 son endémicas (16%) (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2013; Brusca *et al.*, 2005). En las lagunas costeras, los invertebrados ocupan diferentes hábitats y sustratos, participando activamente en el flujo energía con acciones como la descomposición del detritus (algunas especies se alimentan de esta materia orgánica) y el control de la densidad de poblaciones (otras especies se alimentan organismos más pequeños, mientras que otras serán el alimento de organismos más grandes como peces, aves y mamíferos) (Pech *et al.*, 2015; Toledo-González, 2021).

Las especies de invertebrados representan el mayor valor económico en la pesquería comercial ribereña de las



lagunas costeras de Sonora (CONAPESCA, 2021), donde las principales especies objetivo son: (1) entre los moluscos la almeja generosa (*Panopea globosa*) capturada en el norte, y los callos de hacha (*Atrina maura*, *A. tuberculosa* y *Pinna rugosa*) capturados en el centro y sur del estado (De La Torre-Valdez y Sandoval-Godoy, 2015; González *et al.*, 2011; Morzaria-Luna *et al.*, 2022; Turk-Boyer *et al.*, 2014); (2) entre los crustáceos el camarón azul (*Penaeus stylirostris*) y café (*P. californiensis*), así como la jaiba azul (*Callinectes bellicosus*) y café (*C. arcuatus*) (Arreola-Lizárraga *et al.*, 2020; López-Martínez *et al.*, 2008; 2014; Morzaria-Luna *et al.*, 2022; Rodríguez-Félix, 2017; Turk-Boyer *et al.*, 2014); (3) entre los cnidarios la medusa bola de cañón (*Stomolophus meleagris*) (Arreola-Lizárraga *et al.*, 2020; Gómez-Salinas, 2017; López-Martínez y Álvarez-Tello, 2013; Urias-Padilla, 2018); (4) y entre los equinodermos, el pepino de mar pardo (*Isostichopus fuscus*) es la única especie

capturada comercialmente, y se encuentra bajo la categoría de especie sujeta a protección especial (Pr) por la norma NOM-059-SEMARNAT-2019 (González *et al.*, 2011) (Figura 5). Mientras que, las principales especies acuícolas cultivadas son: el molusco ostión japonés (*Crassostrea gigas*) y el crustáceo camarón blanco (*Penaeus vannamei*) (Arreola-Lizárraga *et al.*, 2020; Chávez-Villalba, 2014; Del Río-Salas *et al.*, 2016; González *et al.*, 2011).



**Figura 5.** Ejemplos de invertebrados en lagunas costeras de Sonora. (a) Callo de Hacha *Atrina tuberculosa*; (b) Camarón Azul *Penaeus stylirostris*; (c) Medusa Bola de Cañón *Stomolophus meleagris*; (d) Pepino de Mar Pardo *Isostichopus fuscus* y (e) estrella quebradiza espinosa del occidente *Ophiothrix spiculata*. Créditos fotográficos en Naturalista (2023).

Algunas especies abundantes o frecuentes en las lagunas costeras de Sonora son: (1) los moluscos como el caracol cerith moscado (*Cerithium stercusmuscarum*) y la almeja arrocera (*Chione californiensis*); (2) los crustáceos como los camarones (*Penaeus spp.*), las jaibas (*Callinectes spp.*) y los cangrejos nadador (*Euphyllax robustus*) y cajeta moteada (*Hepatus lineatus*); (3) y equinodermos como las estrellas de mar de arena (*Astropecten brevispinus*) y quebradiza espinosa del occidente (*Ophiothrix spiculata*) (López-

Martínez *et al.*, 2008; 2014; Martínez-Córdova, 1996; Rangel-Reséndez, 2023; Solís-Marín *et al.*, 2005; 2014; Toledo-González, 2021).

Algunos invertebrados endémicos del GC, que se han registrado utilizando las lagunas costeras de Sonora, son: el pepino de mar (*Athyone glasselli*), el cangrejo de porcelana (*Petrolisthes hirtipes*) y ermitaño (*Paguristes anahuacus*), y la galleta de mar (*Encope grandis*) (Correa-Sandoval y Rodríguez-Cortés, 1998; Solís-Marín *et al.*, 2005).

### Discusión Académica

Las lagunas costeras presentan una gran variedad de ambientes que condicionan la estructura de la fauna marina que las habitan y utilizan, con lo cual también nos proporcionan bienes y servicios (Velasco *et al.*, 2018). Debido a la importancia de estos ecosistemas es que se han realizado diversos estudios, buscando comprender cuales son las características ambientales, como se formaron, su vegetación y composición biológica, y particularmente en los últimos años se ha vuelto relevante el comprender y evaluar el uso ecológico que brindan las lagunas costeras a las especies (Moreno-Pérez, 2019; Padilla-Serrato, 2016).

A través de esta lectura hemos podido observar que la riqueza de la fauna marina que habita y utiliza las lagunas costeras de Sonora es alta. Sin embargo, aún es necesario generar más conocimiento acerca del número y porcentaje de especies que ocurren en estas lagunas con respecto al GC. Por otro lado, algunos grupos y especies de fauna marina han sido muy poco estudiadas y aspectos sobre su abundancia, distribución, dinámica poblacional y papel ecológico dentro del ecosistema son poco conocidos o no existen.

El grupo de los invertebrados ha sido el más estudiado: crustáceos como los camarones (*Penaeus* spp.) y las jaibas

(*Callinectes* spp.), moluscos como el ostión japonés (*C. gigas*) y cnidarios como la medusa bola de cañón (*S. meleagris*), sus estudios se centran en las características ecológicas y poblacionales, y de cultivo como el caso del ostión japonés. Al ser de los recursos pesqueros y acuícolas más importantes de Sonora, se vuelve necesario su conocimiento y evaluación para generar un correcto plan de manejo, en pro del aprovechamiento sustentable (Chávez-Villalba, 2014; CONAPESCA, 2021). En segundo lugar, se encuentra el grupo de los peces, enfocado al conocimiento ecológico de las comunidades en lagunas costeras (Grijalva-Chon *et al.*, 1996; Ontiveros-Granillo, 2011; Padilla-Serrato *et al.*, 2016; 2017; Salas-Mejía, 2019). Los peces son un recurso pesquero importante que son capturados tanto en las lagunas costeras como en zonas costeras (adyacentes) que se vinculan los hábitats entre sí (Arreola-Lizárraga *et al.*, 2020; De La



Torre-Valdez y Sandoval-Godoy, 2015). No obstante, la mayoría de los estudios poblacionales de peces (aquellos que permiten determinar características como talla de madurez y que ayudan a establecer una talla de captura para la pesca) se han llevado acabo con individuos capturados zonas costeras (adyacentes), por ejemplo, algunos estudios de curvina golfina (*C. othonopterus*), chano norteño (*M. Megalops*) y guitarra (*Pseudobatos* spp.) (Abascal-Monroy *et al.*, 2012; Aragón-Noriega, 2014, Arzola-Sotelo *et al.*, 2022). Finalmente, debemos considerar la importancia de la conservación de la de fauna marina de las lagunas costeras de Sonora como componente esencial dentro del Golfo de California.

### **Consideraciones finales y perspectivas**

Esta revisión general sobre la fauna marina que pueden encontrarse en las lagunas costeras del estado de Sonora, principalmente aquellas especies de mayor valor ecológico y socioeconómico, permite plantear las siguientes conclusiones y perspectivas:

- La riqueza de la fauna marina reportada en las lagunas costeras de Sonora es alta.
- La conservación de la de fauna marina de las lagunas costeras de Sonora es importante, no sólo en el aspecto ecológico, económico y social, sino también como componente esencial dentro del GC. Sin embargo, es necesario generar más conocimiento acerca del número y porcentaje de especies marinas que ocurren en las lagunas costeras de Sonora con respecto a las del GC.
- Es importante realizar actividades dirigidas a divulgar el conocimiento de la diversidad de fauna marina que se puede encontrar en las lagunas costeras de Sonora para contribuir a su mejor aprovechamiento, apreciación y conservación.

### **Agradecimientos**

Agradecimientos al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., particularmente a la unidad Guaymas, Sonora; al CONAHCYT por las becas de doctorado otorgada (858969 y 1021810054); Al DG. Gerardo Hernández por el Diseño Gráfico Editorial para este artículo.

## Literatura citada

- Abascal-Monroy, M.A., J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia, J.E. Valdez-Holguín y C. Cervantes-Valle. 2012. *Dinámica poblacional del pez guitarra (Rhinobatos spp.), componente de la fauna de acompañamiento de la pesca de camarón en el Golfo de California*. pp. 169-186. En: López-Martínez, J. E. Morales-Bojórquez. (Eds.). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México. 470 pp.
- Aguirre-León, A., S. Díaz-Ruiz y M. Gazca-Castro. 2020. *Variación espacio-temporal de la estructura ecológica de la comunidad de peces en la Laguna del Ostión, Veracruz, México*. *Revista Ciencias Marinas y Costeras* 12 (2): 9–26.
- Aragón-Noriega, E.A. 2014. *Modeling the individual growth of the Gulf corvina, Cynoscion othonopterus (Pisces: Sciaenidae), using a multi-model approach*. *Ciencias Marinas* 40 (2): 149–161.
- Arellano-Peralta, V.A. y L. Medrano-González. 2013. *Mamíferos marinos en el golfo de California. Macroecología, impacto humano y su perspectiva hacia la conservación*. Colección Posgrado, Biblioteca Nacional de México, Universidad Nacional Autónoma de México. 265 pp.
- Arreola-Lizárraga, J.A. 2003. *Bases de manejo costero: Patrones ecológicos en la laguna costera Las Guásimas, Territorio Yaqui, México*. Tesis doctoral inédita. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., La Paz. 76 pp.
- Arreola-Lizárraga, J.A., G. Padilla-Arredondo, L.M. Cruz-García, T.M. Ruiz-Ruiz y E.I. Polanco-Mizquez. 2020. *Analysis of a Socio-ecological System: Coastal Zone of the Yaqui Indigenous Community (NW México)*. pp. 705-724. En: Ortega-Rubio, A. (Ed.). *Socio-ecological Studies in Natural Protected Areas: Linking Community Development and Conservation in Mexico*. 809 pp.
- Arzola-Sotelo, E.A., J. López-Martínez, M.O. Nevárez-Martínez, E. Morales-Bojórquez, R. García-Morales y H. Herrera-Cervantes. 2022. *Variation in population dynamics and abundance of the bigeye croaker Micropogonias megalops in the Northern Gulf of California*. *Regional Studies in Marine Science* 52: 102301.
- BOGES. 2006. *Declaratoria que establece como Área Natural Protegida bajo categoría de zona sujeta a conservación ecológica donde se encuentra el Estero El Soldado y áreas aledañas*. Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Sonora, Tomo CLXXVII, No. 40, Sección III, 18 mayo 2006, Hermosillo, Sonora.
- Brusca, R.C., L.T. Findley, P.A. Hastings, M.E. Hendrickx, J. Torre Cosio y A.M. van der Heiden. 2005. *Macrofaunal diversity in the Gulf of California*. pp. 179–203. En: Cartron, J.L.E. G. Ceballos, R.S.



- Felger (Eds.). Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico. Oxford University Press. 514 pp.
- Brusca, R.C., R. Cudney-Bueno y M. Moreno-Báez. 2006. *Gulf of California esteros and estuaries: analysis, state of knowledge and conservation priority recommendations*. Final Report to the David and Lucile Packard Foundation by the Arizona-Sonora Desert Museum. 60 pp.
- Carabias-Lillo, J., J. De La Maza-Elvira, D. Gutiérrez-Carbonell, M. Gómez-Cruz, G. Anaya-Reyna, A. Zavala-González, A.L. Figueroa y B. Bermúdez-Almada. 2000. *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, México*. Com. Nac. Áreas Nat. Protegidas, México, DF. 206 pp.
- Carmona, R., S.N. Águila, S. Vidal, C. Carmona-Islas y G. Danemann. 2020 a. *Censo aéreo invernal de aves playeras en la costa de Sonora, México (invierno 2016-2017)*. Acta zoológica mexicana 36.
- Carmona, R., V. Ayala-Pérez, A. Hernández-Álvarez, L.F. Mendoza, G. Marrón, N. Arce, S. Vida y G.D. Danemann. 2020 b. *Poblaciones reproductivas de aves playeras en humedales del noroeste mexicano*. Huitzil 21(2).
- Carmona-Islas, C., J. Bello-Pineda, R. Carmona y E. Velarde. 2013. *Modelo espacial para la detección de sitios potenciales para la alimentación de aves playeras migratorias en el noroeste de México*. Huitzil 14(1): 22–36.
- Chávez-Villalba, J. 2014. *Cultivo de ostión Crassostrea gigas: Análisis de 40 años de actividades en México*. Hidrobiológica 24(3): 175–190.
- CONAPESCA. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 2021. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2021. México. 292 pp.
- Correa-Sandoval, F. y D.E. Rodríguez-Cortés. 1998. *Análisis de la distribución geográfica de los anomuros (Crustacea: Decapoda) del Golfo de California, México*. Journal of Biogeography 25(6): 1133–1144.
- De La Torre-Valdez, H.C. y S.A. Sandoval-Godoy. 2015. *Resiliencia socio-ecológica de las comunidades ribereñas en la zona Kino-Tastiota del Golfo de California*. Ciencia Pesquera 23(1): 53–71.
- De Weerd, J., C. Patulny y P. Clapham. 2021. *The yellowbellied sea snake, Hydrophis platurus (Squamata: Elapidae), off the Southwestern Pacific coast of Nicaragua, Central America*. Revista de Biología Tropical 69.
- Del Río-Salas, M., A. Martínez-Durazo y J.M. Martín-Enrique. 2016. *La acuicultura y su impacto en la zona costera del Golfo de California*. Biotecnia 18(3): 37–46.

- DOF. 2009. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *DOF 30/11/2009*. En: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5121976&fecha=30/11/2009#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5121976&fecha=30/11/2009#gsc.tab=0). (consultado el 29/06/2023).
- Farreras-Sanz, S. 2004. *Hidrodinámica de Lagunas Costeras*. 1ra edición. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, México. 193 pp.
- Findley, L.T. y O. Vidal. 2002. *Gray whale (Eschrichtius robustus) at calving sites in the Gulf of California, Mexico*. Journal of Cetacean Research and Management 4: 27–40.
- Fleischner, T.L. y M.F. Riegner. 1993. *Winter birds of Bahía Kino, Central Gulf of California Coast, Sonora, Mexico*. Ecológica 3(1): 29–34.
- Fleishman, A.B. y N.S. Blinick. 2011. *Nesting least terns Sternula antillarum at Estero Cardonal, Sonora, Mexico: A newly discovered colony in the Gulf of California*. Marine Ornithology 39: 277–279.
- Gómez-Salinas, L.C. 2017. *Dinámica poblacional de la medusa Stomolophus meleagris (L. Agassiz, 1862) durante el evento El Niño 2015-2016 en la Laguna Las Guásimas, Sonora, México*. Tesis de maestría en ciencias. Ciudad de México. Universidad Autónoma de México. 63 pp.
- González, M., K. Cruz, M.G. Hernández y S. Medellín. 2011. *Nosotros somos del mar, el mar es nuestro. Tensión territorial en una comunidad pesquera del Golfo de California: el caso de Bahía de Kino, Sonora, México*. pp. 71-103. En: Alcalá, G. (Ed.). *Pescadores en América Latina y El Caribe: espacio, población, producción y política*, volumen 1. 381 pp.
- Grijalva-Chon, J.M., S. Núñez-Quevedo y R. Castro-Longoria. 1996. *Ictiofauna de la laguna costera La Cruz, Sonora, México*. Ciencias Marinas 22: 129–150.
- Güereca-Hernández, L.P. 1994. *Contribuciones para la caracterización ecológica del Estero del Soldado, Guaymas, Sonora, México*. Tesis de maestría, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Sonora. 152 pp.
- Guevara-Aguirre, D. y J.P. Gallo-Reynoso. 2015. *Abundancia relativa y estacionalidad de dos poblaciones de toninas (Tursiops truncatus) en la región de Guaymas, Sonora, en el Golfo de California*. Therya 6: 315–28.
- Herrera-Silveira, J., S.M. Morales-Ojeda, J.E. Mendoza-Martínez, I. Medina-Gómez, J. Ramírez-Ramírez, J.M. Sandoval-Gil y V.F. Camacho-Ibar. 2019. *Pastos marinos*. pp. 150-177. En: Paz-Pellat, F., J.M. Hernández-Ayón, R. Sosa-Ávalos y A.S. Velázquez-Rodríguez (Eds.). *Estado del ciclo del carbono: Agenda azul y verde México*. Programa Mexicano del Carbono. 716 pp.
- Iris-Maldonado, C.A. 2011. *Estructura de la comunidad de peces de dos esteros en el norte del Golfo de California*. Tesis de Doctorado, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 153 pp.



- Kennish, M.J. 2015. *Coastal lagoon*. Encyclopedia of Estuaries. Springer. 140–143 pp.
- Lankford, R.R. 1977. *Coastal lagoons of Mexico their origin and classification*. En: Estuarine processes. Academic Press. 182–215 pp.
- Lara-Lara, J.R., J.A. Arreola-Lizárraga, L.E. Calderón-Aguilera, V.F. Camacho-Ibar, G. De la Lanza-Espino, A. Escofet-Giansone, M.I. Espejel-Carbajal, M. Guzmán-Arroyo, L.B. Ladah, M.E. López-Hernández, A. Meling-López, P. Moreno-Casasola Barceló, H. Reyes-Bonilla, E. Ríos-Jara y J.A. Zertuche-González. 2008. *Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales*. pp. 109-134. En: CONABIO. Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 630 pp.
- Loesch, H. 1980. *Some ecological observations on slow-swimming nekton with emphasis on penaeid shrimp in small Mexican west coast estuary*. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México 7: 15–26.
- López-Argueta, E. y J.M. López-Vila. 2022. *Registro de Conchoderma virgatum (Maxilopoda: Lepadidae) en Hydrophis platurus (Reptilia: Elapidae) en el Santuario Playa de Puerto Arista, Tonalá, Chiapas, México*. TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas 25.
- López-Calderón, J., R. Riosmena-Rodríguez, J. Torre y A. Meling-López. 2013. *El pasto marino en el Golfo de California: estado actual y amenazas*. CONABIO. Biodiversitas 97: 20–15.
- López-Martínez, J. y J. Álvarez-Tello. 2013. *The jellyfish fishery in Mexico*. Agricultural Sciences 04(06): 57–61.
- López-Martínez, J., L. López-Herrera, J.E. Valdez-Holguín y C.H. Rábago-Quiroz. 2014. *Population dynamics of the swimming crabs Callinectes (Portunidae) components of shrimp bycatch in the eastern coast of the Gulf of California*. Revista de biología marina y oceanografía 49(1): 17–29.
- López-Martínez, J., S.H. Vázquez, E.H. Valdivia, J.R. Romero y E.A. Chávez. 2008. *Influencia ambiental en la pesquería de camarón*. pp. 115-127. En: López-Martínez, J. (Ed.). Variabilidad Ambiental y Pesquerías de México. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, México. 216 pp.
- Martínez-Córdova, L.R. 1996. *Contribución al conocimiento de la fauna malacológica de cuatro lagunas costeras del Estado de Sonora, México*. Ciencias Marinas 22(2): 191–203.
- Moreno-Pérez, I.J. 2019. *Estructura de la comunidad de peces en la laguna costera de Navachiste, Sinaloa, México*. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Biológicas de Noreste, S.C. 115 pp.
- Morzaria-Luna, H.N., M. Urquidi, G. Cruz-Piñón, J.M. Dorantes Hernández, P.A. Valdivia Jiménez, Á. Sánchez Cruz y I. Martínez. 2022. *Historical use of coastal wetlands by small-scale fisheries in the Northern Gulf of California*. bioRxiv 2022-10.

- Naturalista. 2023. Caballito del Pacífico (*Hippocampus ingens*). Descarga 01 de julio de 2023, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://colombia.inaturalist.org/observations/15514900>. Observación de afelix. Guaymas, Sonora, México.
- Naturalista. 2023. Callo de hacha negra (*Atrina tuberculosa*). Descarga 01 de julio de 2023, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://colombia.inaturalist.org/observations/141395468>. Observación de jackie. Guaymas, Sonora, México.
- Naturalista. 2023. Camarón azul (*Penaeus stylirostris*). Descarga 01 de julio de 2023, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://colombia.inaturalist.org/observations/38415380>. Observación de leonardolopez, Caborca, Sonora, México.
- Naturalista. 2023. Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Descarga 01 de julio de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.naturalista.mx/observations/78187257>. Observación de danyarq. Santa Rosa, Sonora, México.
- Naturalista. 2023. Hálofita (*Ruppia maritima*). Descarga 01 de julio de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.naturalista.mx/observations/48078776>. Observación de eduardosotojr. Santa Clara, Sonora, México.
- Naturalista. 2023. Pasto marino (*Zostera marina*). Descarga 01 de julio de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.naturalista.mx/observations/152186813>. Observación de abby48. Huatabampo, Sonora, México.
- Naturalista. 2023. Lechuga marina (*Ulva lactuca*). Descarga 01 de julio de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.naturalista.mx/observations/103073016>. Observación de bbonhorsta. San Carlos, Sonora, México.
- Naturalista. 2023. Lobo marino californiano (*Zalophus californianus*). Descarga 01 de julio de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://ecuador.inaturalist.org/observations/19784534>. Observación de lauraelenawicochea. Hermosillo, Sonora, México.
- Naturalista. 2023. Delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*). Descarga 01 de julio de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.naturalista.mx/observations/67328525>. Observación de mjskinner. Guaymas, Sonora, México.
- Naturalista. 2023. Gaviota patas amarillas (*Larus livens*). Descarga 01 de julio de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://ecuador.inaturalist.org/observations/19776715>. Observación de lauraelenawicochea. Bahía de Kino, Sonora, México.
- Naturalista. 2023. Tortuga verde del Pacífico (*Chelonia mydas*). Descarga 01 de julio de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.naturalista.mx/observations/8769556>. Observación de luzfelixr. Hermosillo, Sonora, México.



- Naturalista. 2023. Tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*). Descarga 01 de julio de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.naturalista.mx/observations/65185850>. Observación de abecastillo. Puerto Peñasco, Sonora, México.
- Naturalista. 2023. Pepino de Mar Pardo (*Isostichopus fuscus*). Descarga 01 de julio de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://costarica.inaturalist.org/observations/142335468>. Observación de raphetnature, San Carlos, Sonora, México
- Naturalista. 2023. Estrella quebradiza espinosa del occidente (*Ophiothrix spiculata*). Descarga 01 de julio de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.naturalista.mx/observations/109622977>. Observación de scottolmstead, Puerto Peñasco, Sonora, México
- Naturalista. 2023. Charrán mínimo (*Sternula antillarum*). Descarga 01 de julio de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.naturalista.mx/observations/74541986>. Observación de samrawlins, Puerto Peñasco, Sonora, México
- Naturalista. 2023. Botete Diana (*Sphoeroides annulatus*). Descarga 01 de julio de 2023. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://colombia.inaturalist.org/observations/31757698>. Observación de arturoh-v, Puerto Libertad, Sonora, México.
- Naturalista. 2023. la serpiente marina de vientre amarillo (*Hydrophis platurus*). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.naturalista.mx/taxa/35164-Hydrophis-platurus>. (Consultado en agosto de 2023).
- Neri-Castro, E., M. Benard-Valle, G. Gil, M. Borja, J. López de León y A. Alagón. 2020. *Serpientes venenosas en México: Una revisión al estudio de los venenos, los antivenenos y la epidemiología*. Revista Latinoamericana de Herpetología 3: 5-22.
- Niño-Torres, C.A., J. Urbán-Ramírez y O. Vidal. 2011. *Mamíferos Marinos del Golfo de California: Guía ilustrada*. Publicación Especial No. 2, Alianza WWF México-Telcel. 192 pp.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2019. 2019. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Ontiveros-Granillo, A. 2011. *Variabilidad diurna, estacional e interanual de la comunidad de peces demersales en la laguna Las Guásimas, Sonora, México*. Tesis maestría inédita. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Sonora, México. 99 pp.

- Ortega-Ortiz, J., A. Delgado-Estrella y E. Ortega-Argueta. 2004. *Mamíferos marinos del Golfo de México: estado actual del conocimiento y recomendaciones para su conservación*. pp. 135-160. En: Caso, M., I. Pisanty y E. Ezcurra (Eds.). *Diagnóstico Ambiental del Golfo de México* (México: Instituto Nacional de Ecología). 262 pp.
- Padilla-Serrato, J., J. López-Martínez, J. Rodríguez-Romero, A. Acevedo-Cervante, F. Galván-Magaña y D. Lluch-Cota. 2017. *Changes in fish community structures in a coastal lagoon in the Gulf of California, México*. *Revista de biología marina y oceanografía* 52(3): 567–579.
- Padilla-Serrato, J. 2016. *Estructura comunitaria y trófica de los peces en la laguna costera de las Guásimas, Sonora, México*. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. México. 184 pp.
- Padilla-Serrato, J., J. López-Martínez, J. Rodríguez-Romero, D. Lluch-Cota, F. Galván-Magaña y A. Acevedo-Cervantes. 2016. *Composición y aspectos biogeográficos del ensamble de peces de la laguna costera Las Guásimas, Sonora, México*. *Latin American Journal of Aquatic Research* 44(1): 85–98.
- Patiño-Valencia, J.L., A.G. Vargas-Molina y C. Díaz-Avalos. 2008. *Estimación poblacional de toninas *Tursiops truncatus*, en la Bahía de Agiabampo Sonora-Sinaloa, México en verano y otoño de 1995 al 2001*. *Revista de Zoología* (19): 15–21.
- Pech, D., S.B. Balam-Zetina, A. Hernández-León, E. Nuñez-Lara y P. Rodríguez-Pliego. 2015. *Los macroinvertebrados bentónicos de laguna de Términos: ¿Cuántos son y cómo se distribuyen?* pp. 167-180. En: Ramos, J. y G. Villalobos (Eds.). *Aspectos socioambientales de la región de la laguna de Términos, Campeche*. México: Universidad Autónoma de Campeche. México. 222 pp.
- Pereira, J.M., L. Krüger, N. Oliveira, A. Meirinho, A. Silva, J.A. Ramos y V.H. Paiva. 2018. *Using a multi-model ensemble forecasting approach to identify key marine protected areas for seabirds in the Portuguese coast*. *Ocean & Coastal Management* 153: 98–107.
- Ramírez-García, P. y A. Lot. 1994. *La distribución del manglar y de los 'pastos marinos' en el Golfo de California, México, en Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México*. *Serie Botánica* 65(1): 63–72.
- RAMSAR. 2014. *Ramsar Sites Information Service*. En: <https://rsis.ramsar.org/>. (Consultado el 04/05/2023).
- Rangel-Reséndez, D.M. 2023. *Cambios interanuales de la distribución y abundancia de los crustáceos componentes de la fauna acompañante del camarón y su relación con el ambiente en el Golfo de California*. Tesis de maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC. 183 pp.



- Reiter, M.E., E. Palacios, D. Eusse-Gonzalez, R. Johnston, P. Davidson, D.W. Bradley, R. Clay, K.M., Strum, J. Chu, B.A. Barbaree, C.M. Hickey, D.B. Lank, M. Drever, R.C. Ydenberg y R. Butler. 2020. *A monitoring framework for assessing threats to nonbreeding shorebirds on the Pacific Coast of the Americas*. *Avian Conservation and Ecology* 15(2): 7.
- Rivera-Martínez, C.M. 2020. *Capital natural y turismo náutico en San, Carlos, Sonora*. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México. 70 pp.
- Valencia-Rodríguez, I.D. 2004. *La convención de RAMSAR y las aves acuáticas en el neotrópico*. *Ornitología neotropical* 15: 445–454.
- Rodríguez-Félix, D. 2017. *Análisis de la estructura poblacional de la jaiba café Callinectes bellicosus en la costa de Sonora, y sus implicaciones para el manejo pesquero*. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. México. 121 pp.
- Rorabaugh, J.C. 2008. *Introducción a la herpetofauna de Sonora continental, México*, con comentarios sobre conservación y manejo. 51 pp.
- Rosemartin, A. y C. van Riper. 2012. *Breeding colonies of least terns (Sternula antillarum) in Northern Sonora, Mexico, 2006–2008*. *The Southwestern Naturalist* 57(3): 342–345.
- Ruiz-Ruiz, T.M. 2017. *Análisis comparativo de índices de eutrofización en lagunas costeras del Estado de Sonora, México*. Tesis doctoral inédita. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, México. 120 pp.
- Salas-Mejía, N. 2019. *Análisis ecológico de la comunidad de peces en el área natural protegida: estero El Soldado, Sonora, México*. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México. 79 pp.
- Schreiber, E.A. y J. Burger. 2001. *Biology of marine birds*. CRC press. 740 pp.
- SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2018. *Golfo de California, el acuario del mundo*. En: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/golfo-de-california-el-acuario-del-mundo-166100?idiom=es>. (consultado el 29/06/2023).
- Solís-Marín, F.A., A. Laguarda-Figueras y M. Honey-Escandón. 2014. *Biodiversidad de equinodermos (Echinodermata) en México*. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85: 441–449.
- Solís-Marín, F.A., A. Laguarda-Figueras, A. Durán-González, C.G. Ahearn y J.T. Vega. 2005. *Equinodermos (Echinodermata) del Golfo de California, México*. *Revista de Biología Tropical* 53(3): 123–137.
- Soto-Espinoza, T.G. 2003. *Estado del conocimiento y clasificación de las lagunas costeras del estado de Sonora, México*. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 21. Bacúm, Sonora, México. 101 pp.

- Thomson, D.A. 1973. *Preliminary ecological survey of Estero Soldado, Sonora, México*. Tech Pap. Bar and Associates. Tucson, Arizona. 29 pp.
- Toledo-González, J.A. 2021. *Composición y distribución espacio-temporal de macroinvertebrados en la bocanarra del sistema lagunar La Joya-Buenavista, Tonalá, Chiapas*. Tesis de licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 49 pp.
- Torres, J.R., Z.M. Sanchez-Mejia, J.A. Arreola-Lizarraga, E. Yepéz, F Reynaga-Franco y F.J. Choix. 2021. *Root biomass and productivity in subtropical arid mangroves from the Gulf of California*. *Rhizosphere* 18: 100356.
- Turk-Boyer, P.J., H.N. Morzaria-Luna, I. Martinez-Tovar, C. Downton-Hoffmann y A. Munguia-Vega. 2014. *Ecosystem-based fisheries management of a biological corridor along the northern Sonora coastline (NE Gulf of California)*. *Fisheries Management of Mexican and Central American Estuaries* 125–154.
- Urbán-Ramírez, J. 2000. *Familia Eschrichtidae*. pp. 655-659. En: Álvarez-Castañeda S.T. y J. L. Patton (Eds.). *Mamíferos del Noroeste de México* Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. 583 pp.
- Urias-Padilla, K.V. 2018. *Análisis de la fase éfira en la medusa bola de cañón Stomolophus meleagris (Agassiz, 1862) en la laguna costera Las Guásimas, durante 2016-2017*. Tesis de licenciatura. Guaymas, Sonora. Tecnológico Nacional de México. 38 pp.
- Velasco, A.M., A. Pérez-Ruzafa, J.M. Martínez-Paz y C. Marcos. 2018. *Ecosystem services and main environmental risks in a coastal lagoon (Mar Menor, Murcia, SE Spain): The public perception*. *Journal for Nature Conservation* 43: 180–189.
- Villaseñor-Gómez, J.F., O. Hinojosa-Huerta, E. Gómez-Limón, D. Krueper y A.D. Flesch. 2010. *Avifauna*. pp. 385-420. En: Molina Freaner, F.E. y T.R. Van Devender (Eds.). *Diversidad Biológica de Sonora*. 1era Edición, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. 460 pp.
- WHSRN. 2019. *Western Hemisphere Shorebird Reserve Network/Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras*. En: <https://whsrn.org/>. (Consultado el 10/05/2023).
- Wolfe, D.A. y Kjerfve, B. 1986. *Estuarine variability: an overview*. pp. 3-17. En: Wolfe D.A. (Ed.). *Estuarine Variability*. Academic Press Inc., San Diego, California, USA. 509 pp.
- Yáñez-Arancibia, A. 1987. *Lagunas costeras y estuarios: cronología, criterios, y conceptos para una clasificación ecológica de sistemas costeros*. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 39.
- Yépez-Velázquez, L.M. 1990. *Diversidad, distribución y abundancia de la ictiofauna en tres lagunas costeras de Sonora, México*. Tesis de Maestría. UABC. Ensenada, Baja California, México. 190 pp.

---

*Sometido: 12 de julio de 2023*

*Revisado: 14 de agosto de 2023*

*Aceptado: 13 de septiembre de 2023*

*Editor asociado: Dra. Thelma Michelle Ruiz Ruiz*

*Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández*