An aerial photograph of a coastal landscape. In the foreground, there are dark, rocky mountains. A river flows from the mountains towards the sea, creating a delta-like structure. The water is a vibrant turquoise color. The background shows a vast, flat, arid landscape under a clear blue sky.

EVALUACIÓN DE LA SALUD ECOLÓGICA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

BENJAMIN T. WILDER

Nueva Generación de Investigadores
del Desierto Sonorense

LORAYNE MELTZER

Prescott College Kino Bay Center

JORGE TORRE

Consultor independiente

COMPILADORES

EVALUACIÓN DE LA
SALUD ECOLÓGICA
DEL **GOLFO DE CALIFORNIA**

BENJAMIN T. WILDER

Nueva Generación de Investigadores del Desierto Sonorense

LORAYNE MELTZER

Prescott College Kino Bay Center

JORGE TORRE

Consultor independiente

COMPILADORES

2025

Evaluación de la Salud Ecológica del Golfo de California
© 2025 Nueva Generación de Investigadores del Desierto Sonorense

Benjamin T. Wilder, Lorayne Meltzer, Jorge Torre (compiladores)
2025

Diseño: Amanda González Moreno · amandagm.editorialsolutions@gmail.com
Traducción: Diana Zazueta
Ilustración: Paola Ramírez

Imagen de portada: Ralph Lee Hopkins - con soporte aéreo por LightHawk

Cómo citar: Wilder, B.T., L. Meltzer, J. Torre (compiladores). 2025. Evaluación de la Salud Ecológica del Golfo de California. Nueva Generación de Investigadores del Desierto Sonorense.



Foto por: John (Verm) Sherman



Investigadores Participantes

Imelda G. Amador-Castro, Comunidad y Biodiversidad, A.C.

Daniel W. Anderson, University of California, Davis

Xavier Basurto, Duke University

Edward H. Boyer, Prescott College

Richard C. Brusca, University of Arizona

Alberto Búrquez, Universidad Nacional Autónoma de México

Miguel Á. Cisneros-Mata, Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentables

Medardo Cruz-López, Universidad Nacional Autónoma de México

Michelle María Early Capistrán, Stanford University

Fabio Favoretto, Scripps Institute of Oceanography

José Juan Flores Martínez, Universidad Nacional Autónoma de México

Diane Gendron, Instituto Politécnico Nacional

Jaime Gómez Gutiérrez, Instituto Politécnico Nacional

Silvia Gomez Jiménez, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo

Benigno Gustavo Guerrero Martínez, Center for Marine Biodiversity and Conservation

Gisela Heckel, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Pablo Hernández Morales, Universidad Autónoma de Baja California Sur

Eduardo León Solórzano, Center for Marine Biodiversity and Conservation

Misael Daniel Mancilla Morales, Instituto Politécnico Nacional

Lourdes Martínez Estevez, Fundación ProCAT Costa Rica

Francisco Jaime Martínez Reyes, Prescott College Kino Bay Center

Hem Nalini Morzaria-Luna, Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos

Cathy Moser Marlett, Independent

Adrian Munguia-Vega, University of Arizona

Héctor Pérez Puig, Prescott College Kino Bay Center

Melissa Plasman, Universidad Nacional Autónoma de México

Peter Raimondi, University of California, Santa Cruz

Carlos Robinson, Universidad Nacional Autónoma de México

Ricardo Rodríguez Medina, Ciencia y Comunidad por la Conservación A.C.

Ana Luisa Rosa Figueroa Carranza, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Enrico A. Ruiz, Instituto Politécnico Nacional

Drew M. Talley, University of San Diego

Peggy J. Turk Boyer, Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos

Jesús Ventura Trejo, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Benjamin T. Wilder, Nueva Generación de Investigadores del Desierto Sonorense

Índice

Agradecimientos	
Resumen Ejecutivo	2
Contexto del Informe	4
Esfuerzos Previos	6
Metodología	10
Resultados en Cifras	12
Objetivos de los Estudios	18
Tendencias	20
Lo que Sabemos	22
Investigadores y Estudios Participantes	38
Bibliografía de Trabajos Relevantes	48
Apéndice 1. Encuesta Sobre la Salud Ecológica del Golfo de California	58

Foto por: Ralph Lee Hopkins - con soporte aéreo por LightHawk

Agradecimientos

Este esfuerzo no hubiera sido posible sin todos los investigadores participantes, quienes dedicaron tiempo para compartir sus conocimientos adquiridos con mucho esfuerzo. Agradecemos sus contribuciones y disposición para compartir. También agradecemos profundamente las aportaciones y retroalimentación de todos los participantes en la sesión sobre este tema realizadas en la Cumbre N-Gen 2024 en Álamos, Sonora. En particular, agradecemos a las siguientes personas por su tiempo en la generación de este esfuerzo y en la elaboración del informe: Caitlyn Hall, Elise Maynard, Adrián Munguía-Vega, Héctor Pérez Puig, Ricardo Rodríguez Medina, Mariana Reyna Fabián, Víctor Arturo Ricárdez-García, Paula Sternberg y Peggy Turk-Boyer.

Paola Ramírez creó la ilustración de tendencias, Diana Zazueza contribuyó con la traducción al español, y Amanda González Moreno se encargó del diseño del informe.

El Prescott College Kino Bay Center aportó ayuda financiera.

En este documento, el uso del género masculino tiene como propósito abarcar a todas las personas, independientemente de su género, y se utiliza únicamente para facilitar la redacción. Esto no implica exclusión ni discriminación hacia las mujeres u otras identidades de género.

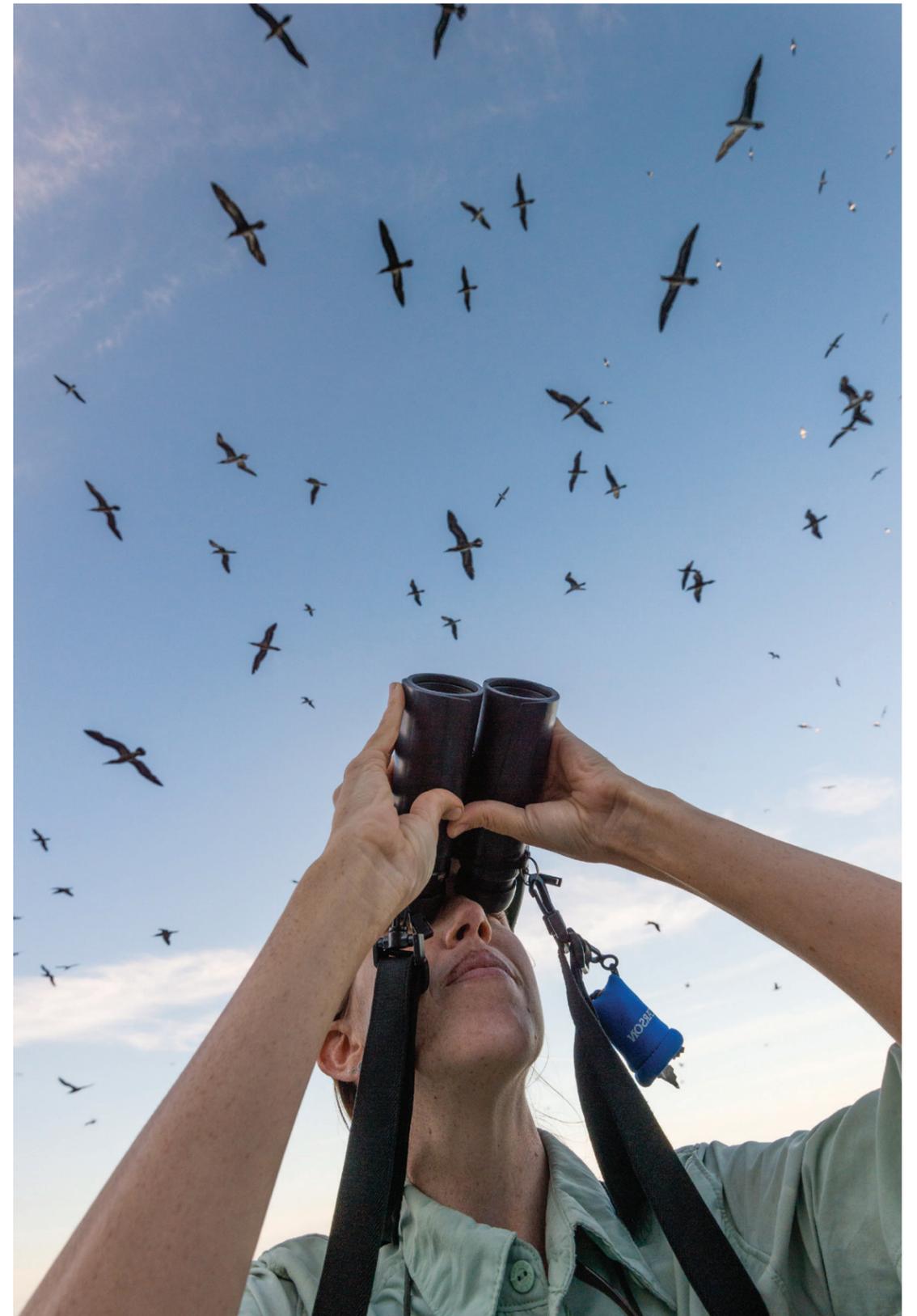


Foto por: John (Verm) Sherman

Resumen Ejecutivo

Este esfuerzo incluye 41 proyectos de investigación ecológica a largo plazo realizados por 32 científicos, abarcando diversos biomas, ecosistemas y grupos taxonómicos en el Golfo de California. De estos proyectos, solo tres grupos taxonómicos fueron evaluados como en mejoría, siete como estables, 11 en deterioro, dos en deterioro acelerado y 18 con tendencias no determinadas. La mayoría de los estudios se establecieron desde el año 2000, con las Grandes Islas como la región con más de la mitad de los estudios. Las especies que se encuentran estables o en mejoría son casi exclusivamente terrestres (cardón y escarabajos), o especies con conexiones entre tierra y mar (tortugas marinas, murciélago pescador) o de productividad primaria. En contraste, casi todos los grupos taxonómicos en niveles tróficos superiores (e.g., aves marinas, ballenas, calamar gigante, cangrejos, estrellas de mar, peces) están en deterioro, con la excepción del águila pescadora, que se encuentra estable.

Como se documenta aquí y en numerosos estudios, el Golfo de California ha experimentado cambios notables en el ecosistema debido a períodos prolongados de eventos de calenta-

miento anómalos en las últimas décadas, con declives correspondientes en las tendencias de los tamaños poblacionales de aves marinas y, en especial, de varias especies de ballenas y delfines. Estos cambios han sido parcialmente atribuidos a una posible disminución en la abundancia y modificaciones en la estructura de la comunidad de plancton relacionadas con un incremento progresivo en la temperatura del mar. Sin embargo, los datos a largo plazo muestran estabilidad en la productividad primaria del Golfo de California. Es posible que los eventos de calentamiento tengan otras causas directas aún no detectadas. Además, los continuos esfuerzos de pesca industrial y en pequeña escala en todo el Golfo de California han tenido efectos directos e indirectos en las comunidades marinas del Golfo, y es probable que sean un factor causal significativo en el descenso de poblaciones.

Los conjuntos de datos a largo plazo presentados aquí tienen una representación robusta en términos espaciales, taxonómicos y tróficos. En general, muestran una alarmante disminución de poblaciones en niveles tróficos superiores a lo largo del Golfo de California.



Foto por: John (Verm) Sherman

Se identificaron tres áreas en las que se deben de centrarse futuros esfuerzos para tener una imagen mas completa de la salud ecológica del Golfo de California. (1) A este conjunto de datos le falta información de medidas adicionales de productividad primaria (e.g., algas, clorofila, peces pelágicos) y especies de megafauna amenazadas como tiburones, totoaba, vaquita y otras. Debe darse prioridad a la adición de información existente para estos dos grupos. (2) También hay conjuntos de datos a largo plazo que no fueron aportados a este esfuerzo, que se espera se incorporen en el futuro (e.g., manglares, pastos marinos, algunos estudios de aves marinas, etc.). (3) Se ha dedicado un gran esfuerzo a los estudios ecológicos a largo plazo en el Golfo de California. ¿Cómo se va a sostener y continuar este trabajo

en el futuro? La recopilación continua de estos conjuntos de datos, muchos con líneas de base relativamente recientes, contribuirá a la hipótesis emergente de una productividad primaria persistente y en funcionamiento, junto con la disminución en la salud de las poblaciones de especies de alto nivel trófico debido a la presión combinada de la sobrepesca y las anomalías de temperatura.

Esta hipótesis señala una resiliencia inherente en los procesos que han impulsado la gran abundancia y diversidad del Golfo de California, capturada en las líneas de base más tempranas de estos datos. Al mismo tiempo, llama de inmediato nuestra atención a los numerosos declives resultantes de múltiples factores de estrés.

Contexto del Informe

¿Cuál es el estado de salud de los ecosistemas marinos y costeros del Golfo de California? Toda la vida en el Golfo de California, marina y terrestre, está conectada a ciclos climáticos y oceanográficos en una escala temporal de años a décadas. Asimismo, las conexiones entre ecosistemas impulsan gran parte de la productividad y la dinámica ecológica de la región. Existe una incertidumbre generalizada entre el público, las personas tomadoras de decisiones, los gestores y los científicos sobre el estado general y la trayectoria de la vida en el Golfo de California. Aunque el cambio y la variabilidad son una constante, ¿qué efecto está teniendo la sobrepesca? ¿Qué efectos se observan en respuesta al cambio global y a la creciente variabilidad de las temperaturas de la superficie del mar? ¿Cuál es la dinámica de las poblaciones de las especies?

A menudo resulta imposible responder a estas grandes preguntas. Sin embargo, en el Golfo de California hay docenas de estudios

ecológicos a largo plazo enfocados en toda la región y en diversas especies estudiadas. Estos estudios, cada uno notable por sí mismo, pueden permitir el establecimiento de líneas de base para abordar estas grandes preguntas.

Aunque las líneas de base pueden ser diferentes o estar incompletas, y la causalidad directa a menudo no sea clara, estos estudios a largo plazo brindan una visión que de otro modo sería imposible sobre el estado del Golfo de California, desde las especies individuales hasta las dinámicas ecológicas interconectadas de la región.

Estos datos son oro puro, no solo para la ciencia, sino para todas las partes interesadas en el pasado, presente y futuro del Golfo de California. A pesar de los crecientes esfuerzos de coordinación y divulgación, estos conjuntos de datos a menudo son desconocidos, no reconocidos o permanecen inaccesibles en silos académicos o dentro de los sistemas de orga-



Foto por: Benjamin T. Wilder

nizaciones gubernamentales y de la sociedad civil.

Este esfuerzo se centra en crear una comprensión actual de los estudios a largo plazo disponibles, presentar un resumen de sus ha-

llazgos e identificar vacíos de conocimiento y acciones prioritarias, con el objetivo de responder a la importante pregunta: ¿cuál es la salud ecológica del Golfo de California?

Nota: Este informe se basa en los estudios enviados a través de una encuesta abierta. Faltan algunos estudios a largo plazo sobre el Golfo de California, los cuales esperamos incorporar en futuras versiones.

Esfuerzos Previos

Los primeros registros formales de la exploración científica del Golfo de California se remontan a 1841, cuando I. G. Voznesenskii, del Museo de Zoología de la Academia Imperial de San Petersburgo, recolectó plantas en Isla Carmen y otros sitios de la costa de Baja California Sur (Lindsay y Engstrand 2002). A partir de ese evento, una serie de expediciones científicas internacionales (e.g., de Francia, Reino Unido y Estados Unidos) y mexicanas continuaron durante los siguientes 180 años. Cada una de estas expediciones capturó “fotos instantáneas” del estado de salud del Golfo de California. Por ejemplo, las descripciones de grandes abundancias de peces, tortugas marinas y mamíferos marinos contenidas en los diarios de los científicos del siglo XIX (e.g., Sáenz-Arroyo et al. 2005; Sáenz-Arroyo et al. 2006; Craveri et al. 2018); la escasez de aves marinas a principios del siglo XX, debido al impacto de la minería de guano, la introducción de ratas en las islas y la recolección de huevos (Tershy et al. 1997, Bowen 2000, Bahre y Bourillón 2002); las descripciones ecológicas de comunidades marinas realizadas por E. F. Ricketts y J. Steinbeck durante su famosa expedición en 1940 a bordo del *Western Flyer* (Steinbeck y Ricketts 1941; Brusca 2020). En la década de 1970, comenzaron esfuerzos más sistemáticos y a largo plazo

para comprender la salud de las poblaciones de especies específicas en el Golfo de California, como el monitoreo de aves marinas en Isla Rasa (e.g., Velarde et al. 2005) o la restauración de la abundancia de peces en Cabo Pulmo en el siglo XXI (Aburto-Oropeza et al. 2011), entre otros esfuerzos que establecieron las líneas de base que utilizamos hoy en día.

En la década de 1990, se formaron grupos interdisciplinarios para comprender de manera integral el Golfo de California, destacando los esfuerzos de la Coalición (Enriquez-Andrade et al. 2005) integrada por 14 organizaciones de conservación, tres agencias gubernamentales federales y estatales, tres áreas naturales protegidas y 12 universidades y centros de investigación. La Coalición promovió la identificación y conservación de sitios prioritarios mediante el análisis de variables biofísicas, socioeconómicas y de gobernanza (Enriquez-Andrade et al. 2005). Han surgido otras iniciativas para comprender, comunicar, y mantener o mejorar la salud del Golfo de California, como el proyecto PANGAS (2005–2016), que propuso e implementó un marco de investigación interdisciplinaria para las pesquerías de pequeña escala en el norte del Golfo de California (e.g., Munguía-Vega et al. 2015); herramientas de manejo pesquero para áreas marinas gestio-



Foto por: Ralph Lee Hopkins - con soporte aéreo por LightHawk

nadas localmente, junto con la producción de ciencia ciudadana en el Corredor Costero Puerto Peñasco-Puerto Lobos en Sonora por parte de CEDO (Morzaria-Luna et al. 2022); refugios pesqueros en el Corredor San Cosme-Punta Coyote en Baja California Sur por Niparajá (Quintana et al. 2020) o en la Isla San Pedro Nolasco por COBI (Pérez-Alarcón et al. 2017); además del conocimiento científico accesible al público en general que ha llevado a cabo *dataMares* durante más de una década. Existen otros esfuerzos, pero es importante destacar las Fichas de Evaluación Ecológica lideradas por CONANP (2010–2014) en 16 áreas naturales protegidas y dos sitios RAMSAR en el Golfo de California (CONANP 2016). Las fichas están

basadas en una serie de talleres con expertos, se respondieron 12 preguntas sobre el estado y las tendencias de las actividades humanas y la biodiversidad en las áreas naturales protegidas.

El presente esfuerzo busca complementar las iniciativas previas (1) identificando estudios ecológicos a largo plazo realizados en el Golfo de California y (2) proporcionando una visión general de las tendencias de los taxa estudios. Con este esfuerzo pretendemos apoyar lo que está por venir con una mejor comprensión de las diferentes bases de referencia para ayudar a la toma de decisiones informadas.

REFERENCIAS

- Bowen, T. 2000. Unknown Island. *Seri Indians, Europeans, and San Esteban Island in the Gulf of California*. University of New Mexico Press.
- Brusca, R.C. 2020. The 1940 Ricketts-Steinbeck Sea of Cortez expedition, with annotated list of species and collection sites. *Journal of the Southwest* 62:218–334.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2016. Fichas de evaluación ecológica de áreas naturales protegidas del noroeste de México. 240 pp. Disponible en línea: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_score/1.pdf
- Craveri, F., B. D'Arpa, B. Cavatorta, T. Bowen. 2018. Journal of a Voyage: Federico Craveri and the Gulf of California in 1856. *Journal of the Southwest* 60:273–483.
- Enriquez-Andrade, R., G. Anaya-Reyna, J.C. Barrera-Guevara, M.A. Carvajal-Moreno, M.E. Martínez Delgado, J. Vaca-Rodríguez, C. Valdés-Casillas. 2005. An analysis of critical areas for biodiversity conservation in the Gulf of California region. *Ocean & Coastal Management* 48:31–50.
- Lindsay, G.E. y I. Engstrand. 2002. History of scientific exploration in the Sea of Cortés. In: *A New Islas Biogeography of the Sea of Cortés*. T.J. Case, M.L. Cody, E. Ezcurra (eds.). Oxford University Press.
- Morzaria-Luna, H.N., P. Turk-Boyer, E. Polanco-Mizque, C. Downton-Hoffman, G. Cruz-Piñón, T. Carillo-Lammens, R. Loaiza-Villanueva, P. Valdivia-Jiménez, A. Sánchez-Cruz, V. Peña-Mendoza, A.M. López-Ortiz, V. Koch, L. Vázquez-Vera, J.A. Arreola-Lizárraga, I.G. Amador-Castro, A.N. Suárez Castillo, A. Munguía-Vega. 2022. Coastal and marine spatial planning in the Northern Gulf of California, Mexico: Consolidating stewardship, property rights, and enforcement for ecosystem-based fisheries management. *Ocean and Coastal Management* 197:105316.
- Munguía-Vega, A., J. Torre, P. Turk-Boyer, S.G. Marinone, M.F. Lavín, T. Pfister, W. Shaw, G. Danemann, P. Raimondi, A. Castillo-López, A. Cinti, J.N. Duberstein, M. Moreno-Báez, M. Rojo, G. Soria, L. Sánchez-Velasco, H.N.Morzaria-Luna, L. Bourillón, K. Rowell, R. Cudney-Bueno. 2015. PANGAS: An interdisciplinary ecosystem-based research framework for small-scale fisheries in the Northern Gulf of California. *Journal of the Southwest* 57:337–390.
- Perez-Alarcón, F., J. Torre-Cosío, A.L. Figueroa Carranza, A. Cabrera-Murrieta, M.J. Espinosa-Romero, A. Suárez-Castillo, S. Fulton. 2017. Definición de herramientas para el manejo sustentable de los recursos pesqueros en la isla San Pedro Nolasco (Guaymas, Sonora, México) desde un enfoque participativo multisectorial. *Ciencia Pesquera* 25:35–50.
- Quintana, A., X. Basurto, S. Rodríguez Van Dyck, A.H. Weaver. 2020. Political making of more-than-fishers through their involvement in ecological monitoring of protected areas. *Biodiversity and Conservation*, 29:3899–3923.
- Tershy, B.R., D. Breese, y D.A. Croll. 1997. Human perturbations and conservation strategies for San Pedro Mártir Island, Gulf of California, México. *Environmental Conservation* 24:261–270.
- Sáenz-Arroyo, A., C.M.Roberts, J. Torre, M. Cariño-Olvera, R.R. Enríquez-Andrade. 2005. Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272:1957–1962.
- Sáenz-Arroyo A., C.M. Roberts, J. Torre, M. Cariño-Olvera, J.P. Hawkins. 2006. The value of evidence about past abundance: marine fauna of the Gulf of California through the eyes of 16th to 19th century travelers. *Fish and Fishers* 7:128–146.
- Steinbeck J. y E.F. Ricketts. 1941. *Sea of Cortez: A Leisurely Journal of Travel and Research*. The Viking Press.
- Velarde, E., J-L. E. Carton, H. Drummond, D.W. Anderson, F. Rebón Gallardo, E. Palacios, C. Rodríguez. 2005. Nesting seabirds of the Gulf of California's offshore islands, diversity, ecology, and conservation. In: *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico*. J-L. E. Carton, G. Ceballos, R.S. Felger (eds.). Oxford University Press.

Foto por: Ralph Lee Hopkins - con soporte aéreo por LightHawk

Metodología

RESUMEN DE LA ENCUESTA

La información presentada aquí se basa en una encuesta bilingüe (español e inglés) realizada en febrero y marzo de 2024 como preparación para la Cumbre N-Gen 2024 en abril, y nuevamente entre mayo y octubre de 2024. Consulte el Apéndice 1 para ver las preguntas completas de la encuesta.

La encuesta fue creada por Wilder y Meltzer y compartida ampliamente entre los investigadores del Golfo de California.

Consideramos como Golfo de California todo el cuerpo de agua ubicado entre la península de Baja California y el territorio continental de México, incluyendo las islas y las áreas costeras inmediatas. Dividimos el Golfo de California en las siguientes regiones, que fueron seleccionadas por los investigadores en la encuesta:

- Alto Golfo
- Grandes Islas
- Península Central (Bahía de Los Ángeles a Loreto)
- Costa de Sonora-Sinaloa (Guaymas y el sur)
- Península Costera (Loreto y sur)
- Golfo Sur (en el Golfo, al sur de las Grandes Islas)

El objetivo de la encuesta fue:

1. Establecer una base de metadatos con los estudios a largo plazo que existen sobre el Golfo de California (véase la tabla de Investigadores y Estudios Participantes en la página 38).
2. Identificar tendencias en una amplia variedad de grupos taxonómicos y estudios.
3. Utilizar esta información para elaborar este informe con el fin de comunicar las tendencias ecológicas generales.

La encuesta constaba de tres secciones: (1) Investigadores, (2) Estudios, (3) Tendencias. En la primera sección se recogieron datos básicos sobre los científicos, su afiliación, colaboradores y gestión de datos. La sección Estudios era el núcleo de la encuesta y es donde los científicos compartieron su trabajo, en qué taxones se centraban, dónde y cuánto tiempo llevaban investigando. Un investigador puede introducir varios estudios. La última sección es donde los investigadores introdujeron las tendencias observadas en cada uno de sus estudios.

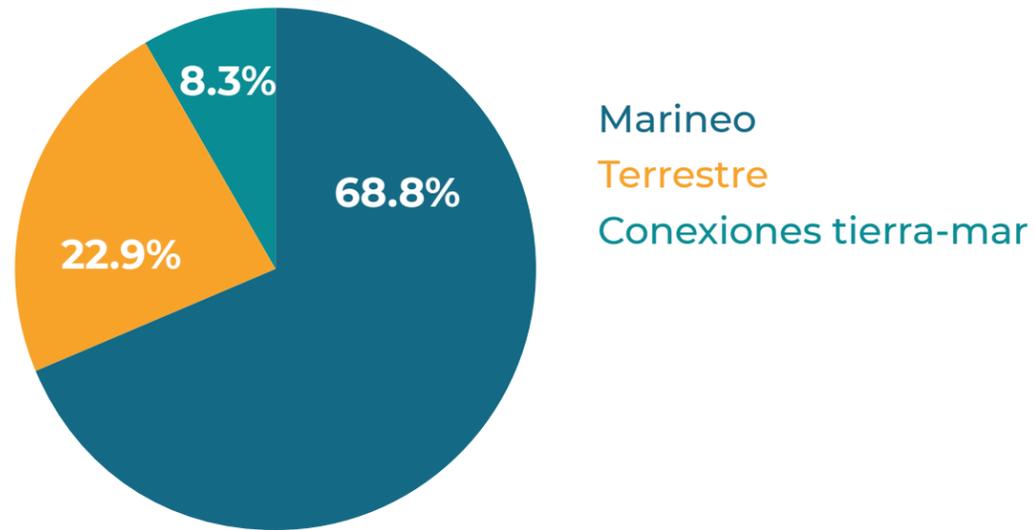
Treinta y dos investigadores presentaron información sobre 41 estudios durante el periodo de la encuesta. No todos los estudios presentaron información sobre tendencias; en esos casos, las tendencias se marcaron como indeterminadas. Los datos presentados constituyen la fuente de información utilizada para esta evaluación.

Foto por: John (Verm) Sherman

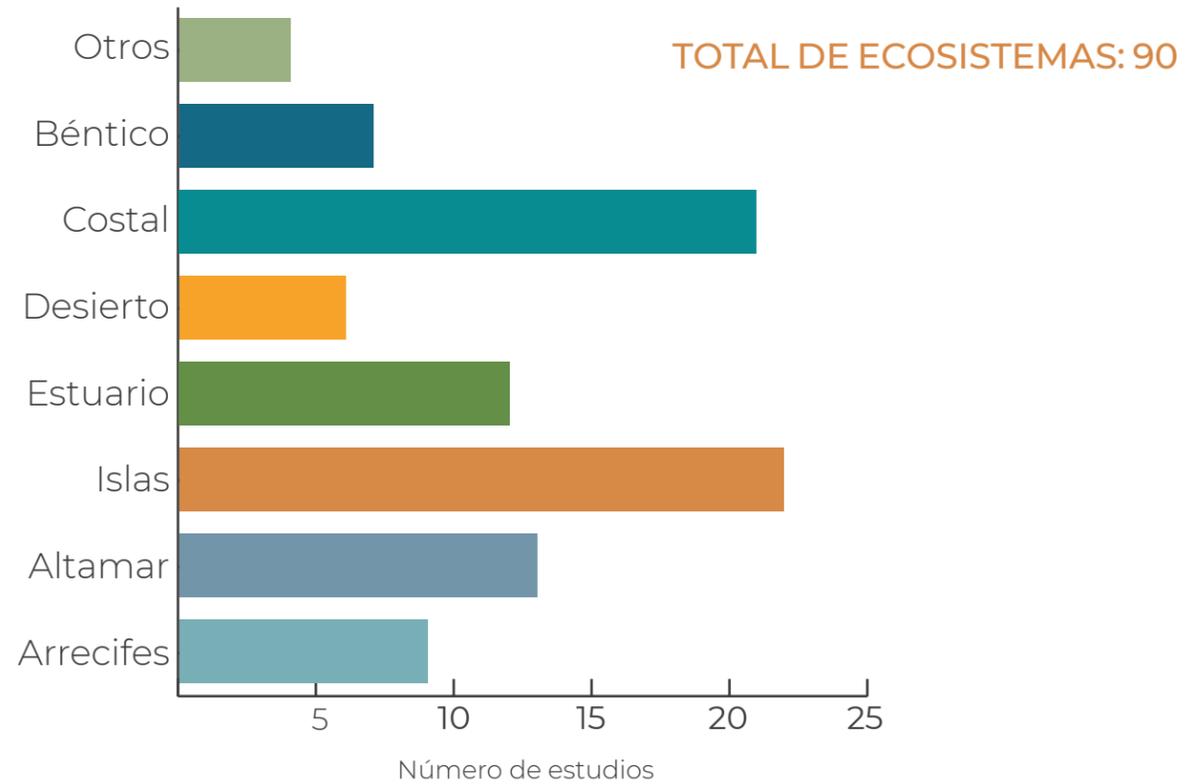
Foto por: Ralph Lee Hopkins - con soporte aéreo por LightHawk

Resultados en Cifras

REGIÓN/BIOMA



ECOSISTEMA



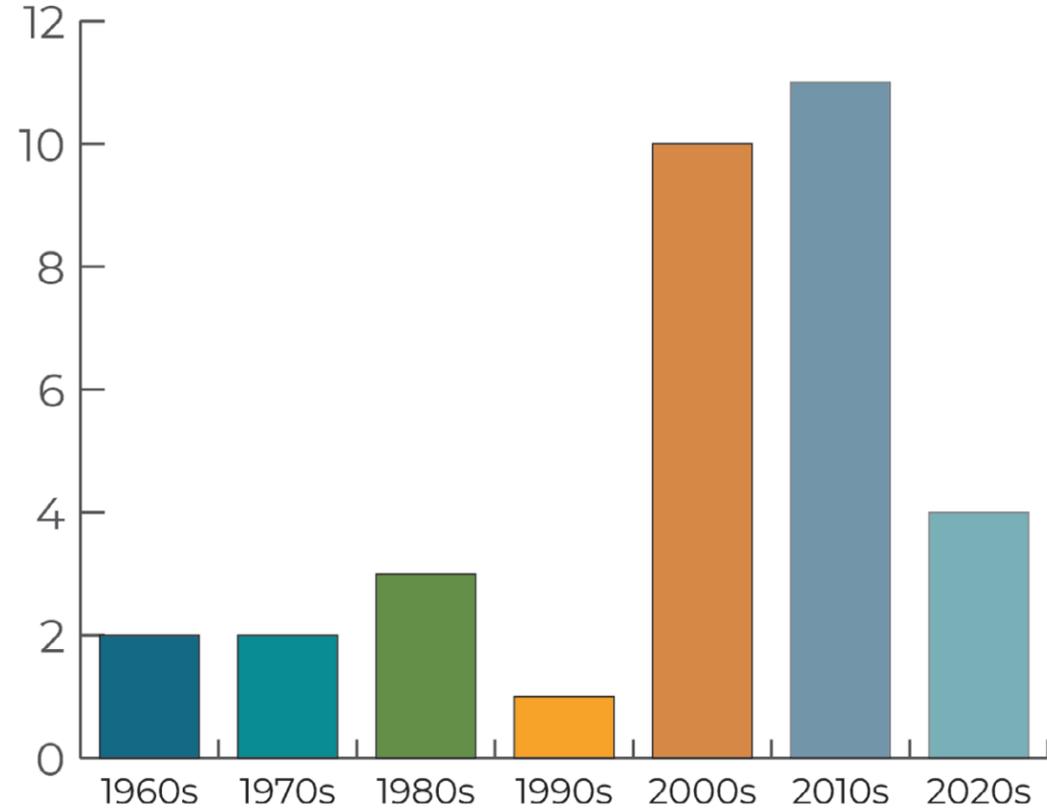
REGIONES DEL GOLFO

NÚMERO DE ESTUDIOS EN LAS DIFERENTES REGIONES DEL GOLFO DE CALIFORNIA

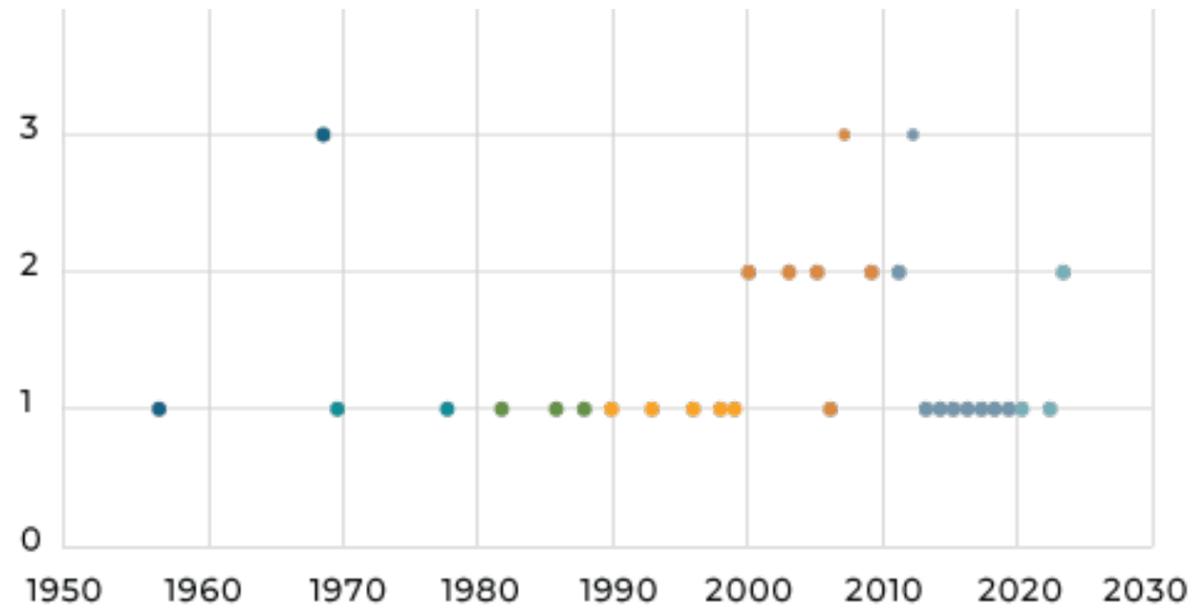


PERIODOS DEL ESTUDIO

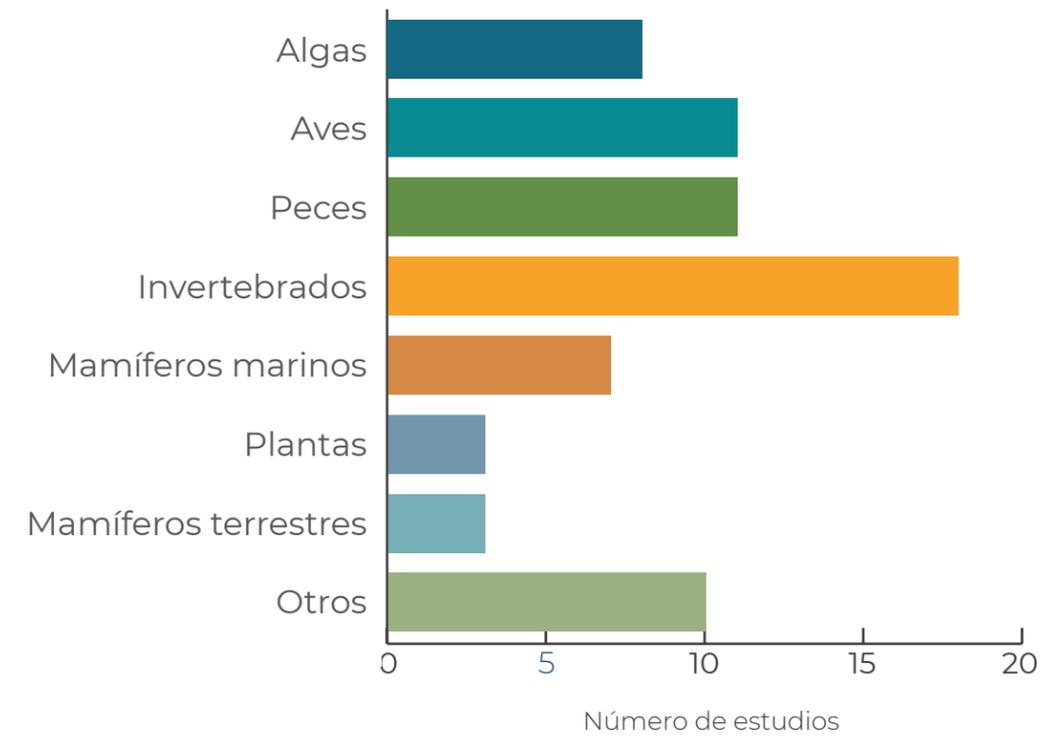
NÚMERO DE ESTUDIOS INICIADOS POR DÉCADA



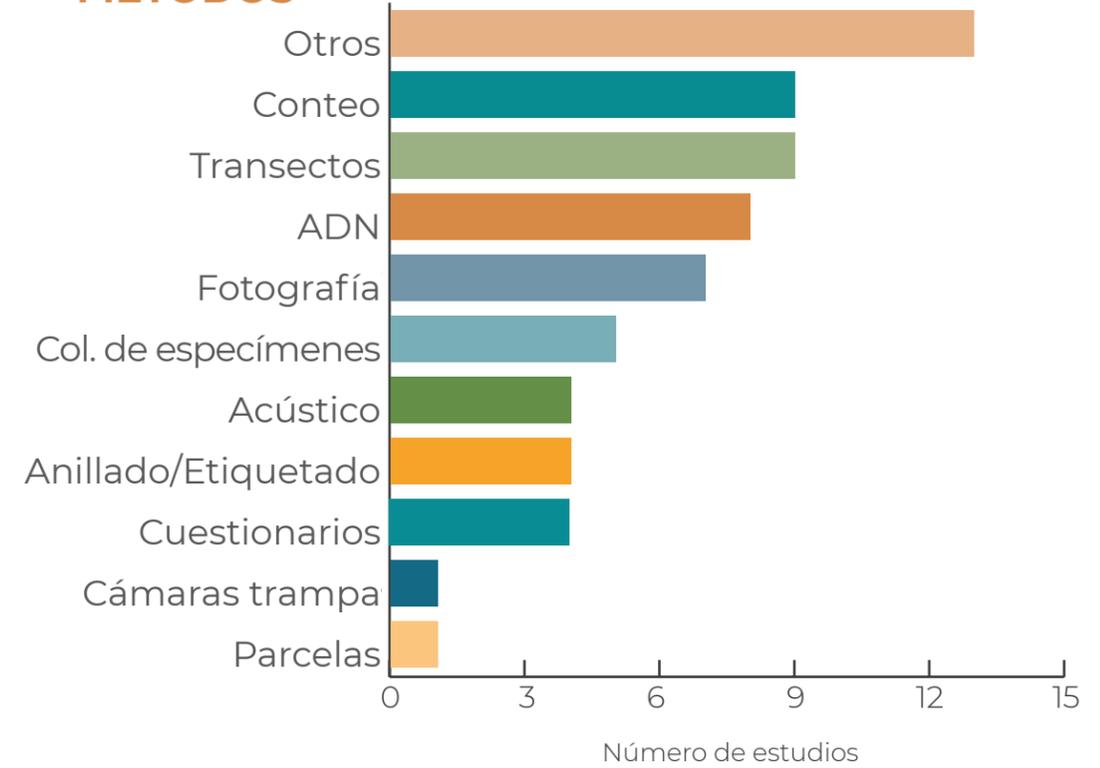
CANTIDAD DE ESTUDIOS POR AÑO DE INICIO



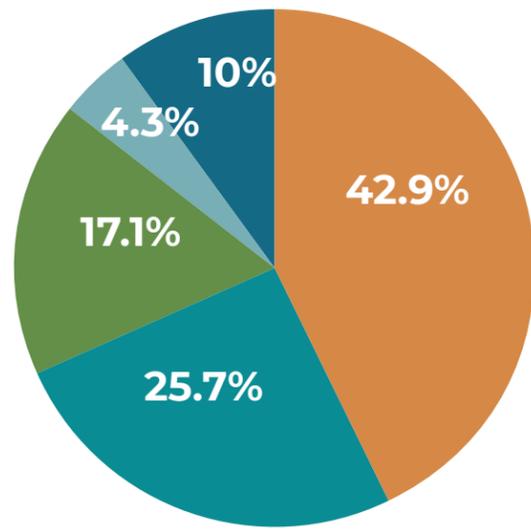
GRUPOS TAXONÓMICOS



MÉTODOS



INFORMACIÓN DEL REPOSITORIO



Digitalizado (en una computadora personal)

Publicado

Copia impresa

Colecciones especiales

Repositorios públicos

INVERSIÓN FINANCIERA TOTAL

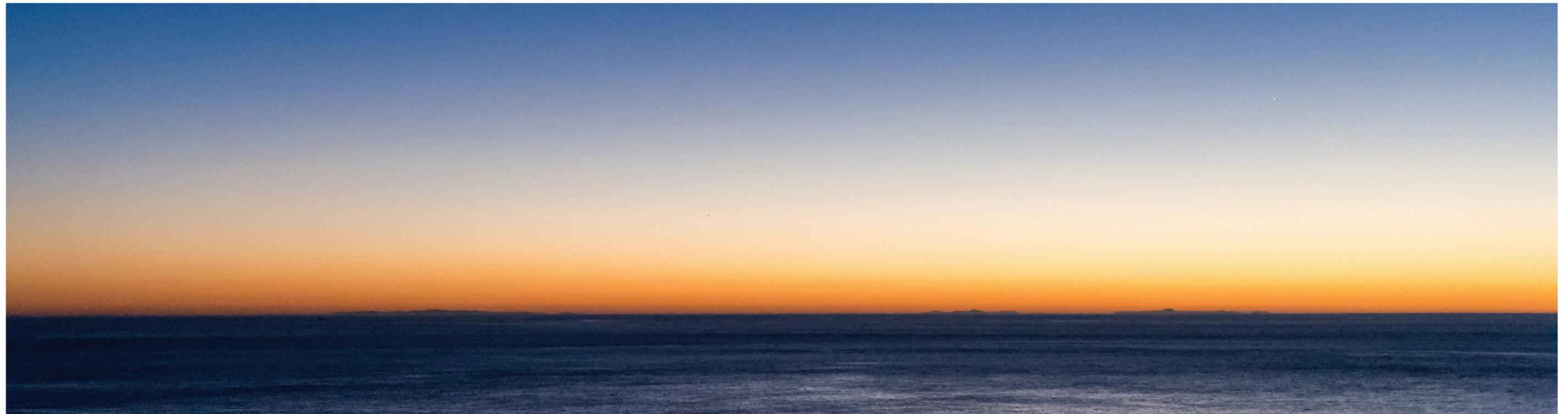
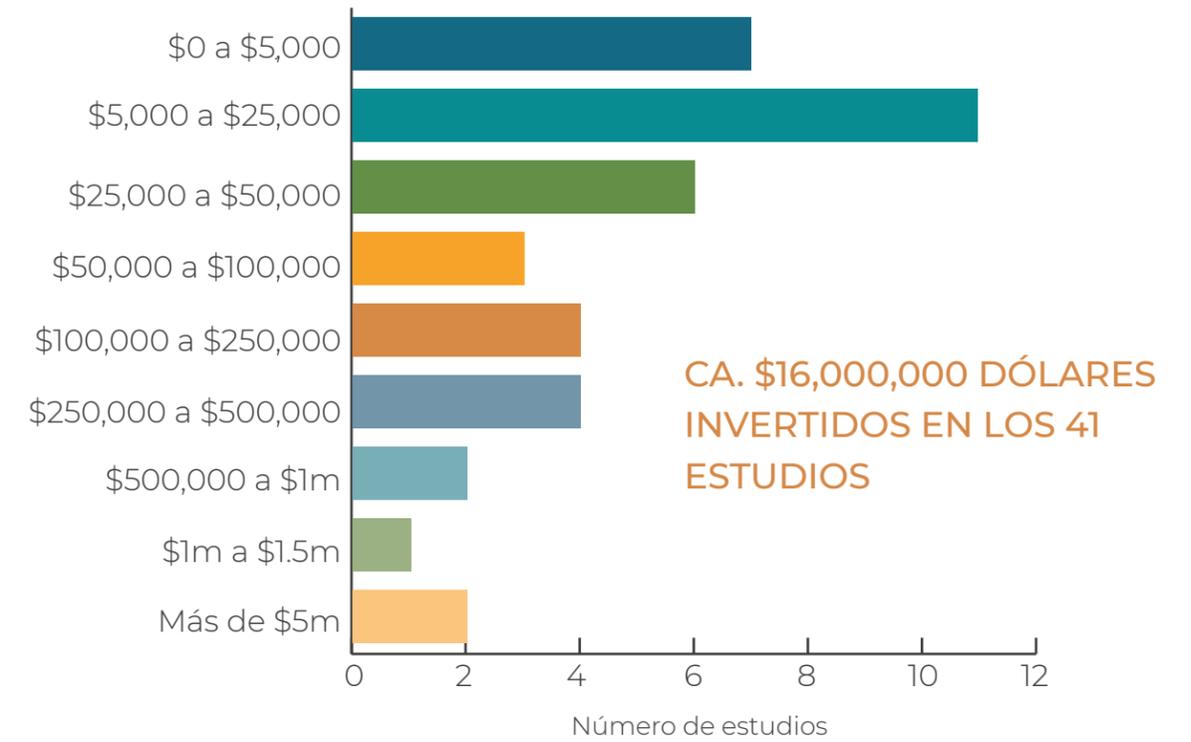


Foto por: John (Verm) Sherman

Especies y estudios a largo plazo y sus tendencias

Nota: Este informe se basa en los estudios enviados por medio de una encuesta abierta. Faltan algunos estudios a largo plazo sobre el Golfo de California, que esperamos incorporar en futuras iteraciones.

TENDENCIA

- Indeterminado
- Degradación
- Mejorando
- Rápida Degradación
- Estable

AÑO

Los años indicados corresponden al inicio de los estudios

NÚMERO DEL ESTUDIO

El número entre corchetes [] corresponde con la tabla al final del reporte



Lo que Sabemos



A continuación se presentan resúmenes para algunas especies marinas y terrestres con información sobre sus tendencias. Estos resúmenes se derivan de los registros individuales de los estudios.

RESUMEN GENERAL

Biodiversidad y conservación (en todo el Golfo de California)

| Estable

Rick Brusca

Rick Brusca afirma: “En los 50 años que llevo trabajando en el Golfo, mi impresión general es que la región sigue siendo bastante saludable desde el punto de vista medioambiental. Los mayores problemas, ambos corregibles (en teoría), son la pesca no sostenible y las descargas de origen antropogénico al mar (que crea regiones con poco oxígeno). Queda por ver si el calentamiento de los océanos afecta al Golfo. Las principales razones por las que el Golfo sigue gozando de buena salud son: la influencia de las organizaciones de la sociedad civil y de los académicos mexicanos, las grandes mareas desde el Pacífico, las largas extensiones de costa con relativa poca población tanto en la costa este como en la oeste del Golfo.

No conozco ninguna especie que se haya extinguido en el Golfo de California. De las que se han visto afectadas (por la sobreexplotación), casi todas tienen importantes poblaciones de refugio en algún lugar del Golfo. Incluso la especie más amenazada, la vaquita marina, tiene ahora un rayo de esperanza gracias a la instalación de «dispositivos de anzuelo» bentónicos que mantienen a los pescadores de totoaba fuera de la zona.”

Foto por: Ralph Lee Hopkins - con soporte aéreo por LightHawk

Biodiversidad marina de eucariotas (animales, plantas, y cualquier especie viva con núcleo y orgánulos dentro de sus células) (en todo el Golfo de California)

| Indeterminado

Adrian Munguia-Vega

Los niveles de diversidad en el Golfo de California, estimados con técnicas novedosas de ADN ambiental, son órdenes de magnitud más altos de lo que se había calculado previamente. Los niveles de diversidad en zonas mesofóticas (-30 a -200 m), mesopelágicas (-200 a -1,000 m) y de aguas profundas son iguales o incluso más altos que en áreas costeras someras (0 a -30 m), aunque las comunidades en estas zonas son bastante distintas entre sí. Esta tendencia está más relacionada con la falta de información de las áreas profundas del Golfo que con cualquier impacto ambiental. Se observa un proceso de tropicalización (es decir, temperaturas más cálidas que cambian la composición de especies) en la parte central del Golfo de California, así como cambios en la distribución latitudinal y batimétrica de múltiples especies. Sin embargo, estos cambios parecen ser transitorios. Estos eventos inducidos por el calentamiento modifican las comunidades ecológicas y las redes tróficas locales. Los efectos en sitios altamente impactados por actividades humanas (contaminación, sobrepesca, pérdida y fragmentación de hábitats) son más duraderos, pero aún reversibles si se mitigan los factores de estrés.

Dado que el conjunto de datos tiene menos de una década, es difícil determinar si algunas de las tendencias observadas representan variaciones interanuales o cambios a largo plazo. En general, se han observado reducciones de entre 20 y el 40 % en comparación con las líneas base de sitios menos impactados (Cerrillo-Espinosa et al. 2024; Mac Loughlin et al. 2024). Este trabajo sigue en desarrollo...

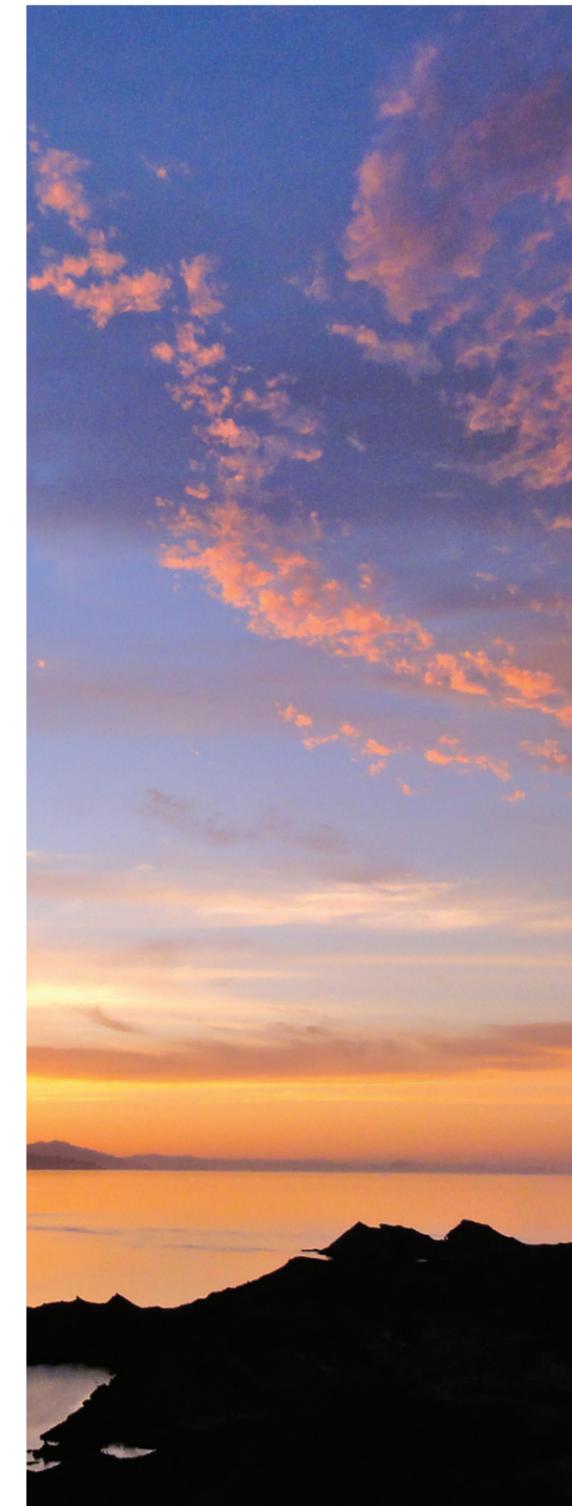


Foto por: Benjamin T. Wilder



Foto: Benjamin T. Wilder

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

Zooplankton, krill (eufausiáceos), copépodos (Grandes Islas, Península Central, Costa de Sonora-Sinaloa)

| Estable

Jaime Gómez Gutiérrez

El Golfo de California ha mostrado notables cambios ecosistémicos debido a prolongados períodos de eventos anómalos de calentamiento durante las últimas décadas, evidenciados por la tendencia decreciente en el tamaño poblacional de varias especies de megafauna. Estos cambios se han atribuido en parte a una hipotética disminución de la abundancia y a cambios en la estructura de la comunidad de plancton en el ecosistema epipelágico (de la superficie a -100 m) relacionados con un aumento progresivo de la temperatura del agua del mar. La media de las anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (TSM) entre 1854-2023 indica una tendencia creciente desde 1956 hasta la actualidad. Además, la media de las anomalías de la TSM entre 1956 y 2023 muestra un aumento desde 1990 hasta 2023, lo que indica tendencias de calentamiento prolongado en el Golfo de California.

Se investigó si existe evidencia de una disminución a largo plazo en el volumen de zooplankton y la abundancia de eufausiáceos (crustáceos marinos planctónicos similares al camarón) en las últimas seis décadas (1957-2019). La línea de base de este estudio fueron los cuatro cruceros oceanográficos realizados por el Instituto Scripps de Oceanografía (SIO por sus siglas en inglés) (Dr. Edward Brinton) en el Golfo de California durante febrero, abril, mayo y agosto de 1957. Son los cruceros más completos sobre zooplankton realizados en el Golfo de California. El Dr. Mark Ohman (SIO-Universidad de California en San Diego) ha tenido la amabilidad de compartir con nosotros este conjun-

to de datos. La publicación de estos cuatro cruceros se realizó en Brinton y Townsend (1980).

Los eufausiáceos contribuyeron hasta un 15% de la abundancia total de zooplankton en el Golfo de California, dominados numéricamente por copépodos (crustáceos planctónicos) y quetognatos (gusanos planctónicos). El volumen de zooplankton (54 cruceros) y la abundancia de eufausiáceos (44 cruceros) registrados entre 1957 y 2019 mostraron que las escalas día-noche y estacional (frío-cálido) fueron los principales modos de variabilidad temporal. Contrariamente a nuestras expectativas, los gradientes latitudinales fueron estadísticamente insignificantes. La mediana más alta de volumen de zooplankton y de abundancia de eufausiáceos se registró durante la estación fría (diciembre-junio) a partir de muestras nocturnas. La comparación decenal de la abundancia de eufausiáceos, tras eliminar la variabilidad estacional y diurna-noche, mostró un descenso insignificante durante las últimas seis décadas, lo que sugiere la resistencia de la comunidad de eufausiáceos en el Golfo de California, dominada numéricamente por *Nyctiphanes simplex* (85,3%) y *Hansarsia difficilis* (6,8%), a pesar de un aumento a largo plazo de la TSM.

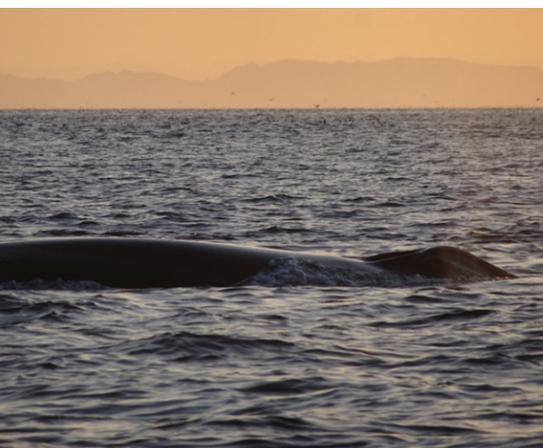
Rechazamos la hipótesis de un empobrecimiento de la abundancia de eufausiáceos en el Golfo de California durante las últimas seis décadas. Sin embargo, el volumen de zooplankton registrado durante la estación fría diurna mostró un ligero, pero significativo descenso durante las dos últimas décadas; fue el periodo con menor volumen de zooplankton registrado durante los últimos 60 años. Esto significa que, en general, los eufausiáceos fueron resilientes al calentamiento multidecenal de la superficie del mar observado durante las últimas seis décadas, mientras que el volumen de zooplankton no lo fue. La abundancia de eufausiáceos presenta un cambio interdecadal no significativo cuando se combinan todos los resultados de los datos, ya que experimentan un ligero descenso de la abundancia durante la estación fría y un



Foto por: Ramiro Arcos Aguilar



Foto por: John (Verm) Sherman



Fotos por (de arriba a abajo): Benjamin T. Wilder

aumento durante la estación cálida. Esto significa que los cambios entre las estaciones fría y cálida han disminuido desde 1950 hasta la actualidad en el Golfo de California.

Las poblaciones de macrofauna han mostrado una notable sensibilidad a estos periodos prolongados de calentamiento anómalo, como el descenso poblacional de aproximadamente el 65% en 12 de las 13 colonias reproductoras de leones marinos (*Zalophus californianus*) entre 1978 y 2019 en el Golfo de California (Adame et al., 2020). Un estudio de los historiales de avistamientos que utilizó modelos de marcado y recaptura mostró una disminución de la población de ballenas azules (*Balaenoptera musculus*) entre 1985 y 2019 en el Golfo de California, lo que probablemente indica una disminución del uso del Golfo de California por parte de las ballenas azules (Whittome, et al. 2024). Paradójicamente, nuestras pruebas de las medianas de volumen de zooplancton y biomasa de eufausiáceos recogidas durante las últimas seis décadas no muestran una clara tendencia a la disminución de esas variables. De hecho, planteamos la hipótesis de una tendencia decreciente de las medianas del volumen de zooplancton y la abundancia de eufausiáceos debido al calentamiento global. Sin embargo, tenemos pruebas de que la mediana no ha cambiado significativamente desde 1957 hasta la actualidad tras tener en cuenta la variabilidad natural día-noche y térmica estacional. Creemos que estas variables se han mantenido globalmente estables durante las últimas seis décadas.

MEGAFAUNA MARINA

Cetácea (ballenas y delfines)(Grandes Islas)

| Rápida degradación

Héctor Pérez Puig

A través de los continuos monitoreos de ballenas y delfines que se han realizado en la región de las Grandes Islas, se ha observa-

do una disminución general y marcada en el número de avistamientos en los últimos ocho años. Esto incluye avistamientos de ballena de aleta (*Balaenoptera physalus*), ballena tropical (*Balaenoptera edeni*) y delfín común (*Delphinus delphis*). Además, el tamaño de los grupos de delfín común ha disminuido en general. Desde 2015, el cachalote (*Physeter macrocephalus*) y la ballena piloto de aleta corta (*Globicephala macrorhynchus*), ambos previamente abundantes en la región, han desaparecido debido al colapso de la población de sus especies presa: el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en la región de las Grandes Islas y en todo el Golfo de California. Otra tendencia preocupante es la creciente observación de individuos desnutridos en la mayoría de las especies de cetáceos observadas; notablemente en ballena azul (*Balaenoptera musculus*) y delfín mular (*Tursiops truncatus*).

Cetáceos (Canal de las Ballenas)

| Indeterminado

Gisela Heckel

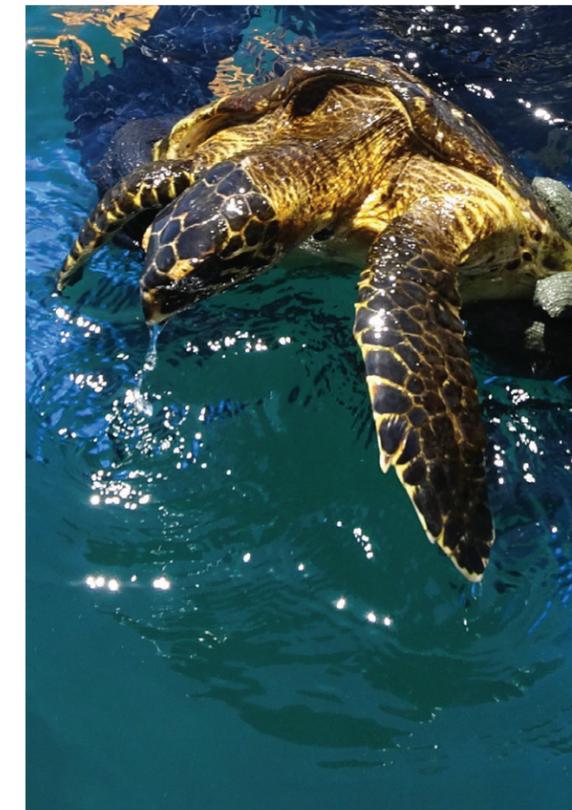
Este estudio de dos años registró una ligera disminución en la abundancia de la ballena de aleta (*Balaenoptera physalus*), que se atribuyó a un débil fenómeno de El Niño durante esos años.

Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) (Península Costera y Golfo Sur)

| Mejorando

Lourdes Martínez Estévez

Los manglares son un hábitat de alimentación particularmente importante para las tortugas carey, ya que proporcionan una mayor cantidad y diversidad de alimento y refugio a juveniles y adultos. Los refugios pesqueros han resultado ser una estrategia positiva para la conservación de estas tortugas marinas



Fotos por: Benjamin T. Wilder



Foto por: Glenn Thompson

(mayor número de individuos identificados). Las tortugas carey tienen áreas de distribución muy restringidas y una gran fidelidad a sus hábitats. Esto supone una gran oportunidad para su conservación y, al mismo tiempo, una gran amenaza si se degradan los hábitats de los que dependen. Los hábitats marinos de las islas son muy importantes para las tortugas carey, ya que el aislamiento con la península les proporciona una protección adicional. Las tortugas carey, a pesar de ser más raras que otras especies de tortugas marinas, se están recuperando. Sin embargo, esta recuperación depende en gran medida de las actividades pesqueras costeras, la vigilancia y el estado de los manglares y arrecifes. La recuperación no es la misma en todo el Golfo de California y aún estamos lejos de que la especie deje de estar en peligro de extinción.

Murciélago Pescador (*Myotis vivesi*) (en todo el Golfo de California)

| Estable

José Juan Flores Martínez

Este trabajo se centra principalmente en ampliar la información de referencia sobre esta especie. El Murciélago Pescador (*Myotis vivesi*) ha sido registrado en 36 islas (17 son nuevos reportes) con refugios de maternidad en 19. En 2003, se estimó que un refugio primario en Isla Partida Norte tenía una población de cerca de 30,000 individuos. En general, las poblaciones de esta especie no muestran indicios de disminución, aunque se considera vulnerable debido a que la ubicación de sus poblaciones se degrada fácilmente por las actividades humanas.

Lobo Marino de California (*Zalophus californianus*) (Islas San Pedro Nolasco, San Pedro Mártir, San Esteban y San Jorge)

| Estable

Ana Luisa Rosa Figueroa Carranza y Jesús Ventura Trejo

El número de individuos ha fluctuado entre 50 y 150 individuos desde 2011. Las tendencias parecen tener relación con fenómenos oceanográficos.

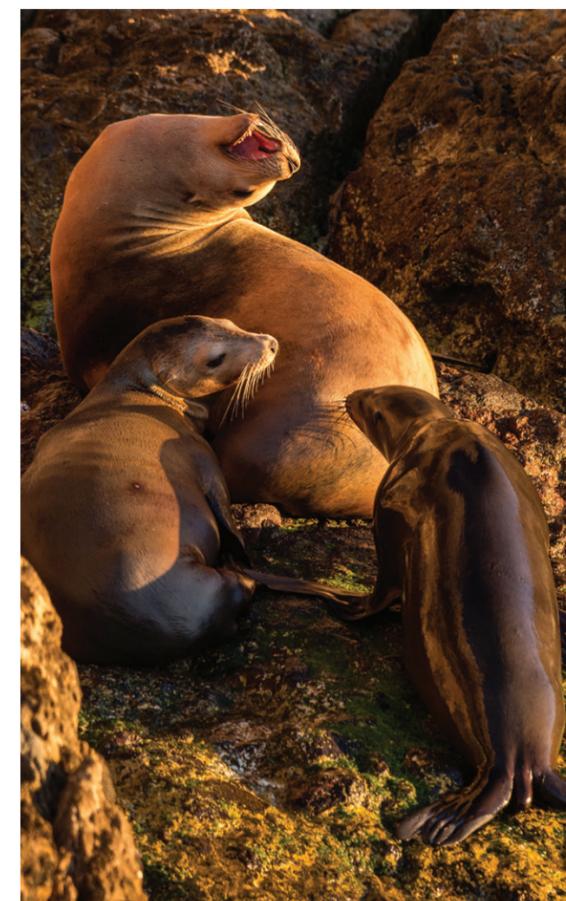
INVERTEBRADOS Y PECES MARINOS

Comunidades arrecifales rocosas (Golfo Sur)

| **Rápida degradación** Equinodermos y colares (*Hexacorallia, Holaxonia*), **Degradación Peces**
Fabio Favoretto y Benigno G. Guerrero M.

En Favoretto et al. (2022), mostramos cómo un límite ecológico conocido sufrió un desplazamiento hacia el norte de 1,5° de latitud debido a un calentamiento gradual medio de 1 °C durante la última década (2010-2020) y a olas de calor marinas extremas que fueron tres veces más frecuentes. Tal desplazamiento homogeneizó las condiciones ambientales y reconfiguró las comunidades de arrecifes rocosos, lo que puede describirse mejor como tropicalización. Las especies con afinidades tropicales tienden a aumentar en el Golfo, mientras que las especies con afinidades templadas tienden a disminuir.

Los invertebrados registraron un descenso del 35% en su abundancia global y los corales de aguas frías están disminuyendo tanto en riqueza como en abundancia. Por el contrario,



Fotos por: John (Verm) Sherman



se observa un aumento de las especies con afinidades subtropicales-tropicales, como los corales pétreos con afinidades de aguas cálidas (p. ej., *Pocillpora* o *Porites*, cuya abundancia aumenta hacia el norte), con una reducción de las especies de aguas frías durante el último fenómeno de El Niño.

La comunidad de peces muestra una disminución neta del 43% en riqueza desde 2010. A partir de 2016 se observa una lenta recuperación. Esta tendencia se observa tanto para las especies de importancia comercial como para las no comerciales, lo que sugiere que esta disminución no está asociada al esfuerzo pesquero. Se observa una disminución del 17% en la riqueza después de 2010, mientras que la biomasa media fue de 1.29 toneladas por hectárea, en comparación con la media esperada de 2.28 toneladas por hectárea. El efecto del calentamiento fue significativo ($p=0.001$), explicando hasta un 43% de pérdida de biomasa (0.99 toneladas por hectárea).

90 taxones de peces y 60 taxones de invertebrados (Isla San Pedro Mártir)

| Estable (peces), Degradación (Invertebrados)
Comunidad y Biodiversidad, A.C.

Para la Isla San Pedro Mártir, los resultados indican una disminución general en la riqueza de invertebrados a través del tiempo, mientras que los peces muestran una fluctuación a lo largo de los años. También se observa que los valores de diversidad de invertebrados en 2022 son superiores a los de los primeros 5 años de monitoreo (2007–2012), mientras que para peces, los valores son superiores en los primeros dos años.

Las especies de invertebrados de importancia comercial, el pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) y la almeja burra (*Spondylus limbatus*) están disminuyendo. Sin embargo, la cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*) y el pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) presentan abundancias estables y su talla media aumentó entre 2007 y 2017.

Fotos por: Michael Ready



Calamar Gigante (*Dosidicus gigas*) (Golfo Sur, al sur de las Grandes Islas)

| Degradación

Carlos Robinson

Este proyecto investigó la dinámica del ecosistema pelágico del Golfo de California en los últimos 15 años. En octubre de 2012, se presentaron condiciones oceanográficas anómalas extremas en el Golfo. Se observaron aumentos en la temperatura del mar y bajas concentraciones de clorofila nunca antes vistas. La anomalía más evidente fue la reducción extrema de la longitud del manto de los calamares maduros, de 80 cm a 20 cm. En el Golfo de California se ha producido un cambio importante en la oceanografía y la biología debido a una disminución significativa de la fuerza de los vientos primaverales, lo que ha reducido la intensidad de los afloramientos. El efecto de este calentamiento y del empobrecimiento de nutrientes del Golfo ha sido particularmente evidente en el calamar gigante. Esta especie sustentó una pesquería importante en la zona durante muchos años - sin embargo, esta actividad ya no existe, lo que ha resultado en la pérdida de cientos de empleos. Este periodo anómalo de vientos débiles, alta temperatura y baja productividad continúa en la actualidad. El siguiente paso en la investigación es entender qué efectos podría tener o ya ha tenido en otros procesos oceanográficos, pesquerías y componentes del ecosistema pelágico del Golfo de California.

Moluscos según el uso y el conocimiento del pueblo Seri (Alto Golfo, Grandes Islas)

| Degradación

Cathy Moser Marlett

Los Comcaac (Seri) ha vivido históricamente en estrecha relación con los mundos del desierto y del mar, los cuales



Foto por: John (Verm) Sherman



Foto por: Benjamin T. Wilder



Foto por: John (Verm) Sherman

conocían profundamente, ya que sus vidas dependían de ese conocimiento. Hoy en día, las nuevas generaciones están perdiendo la lengua seri, lo que está directamente vinculado a una gran pérdida de conocimiento del mundo natural, reflejado en la desaparición de términos específicos. He encontrado que pocos niños seris pueden identificar moluscos marinos (o sus usos) por sus nombres en seri, y su uso como alimento doméstico ha disminuido significativamente. A partir de observaciones generales, el uso de moluscos marinos se limita principalmente a su venta a compradores comerciales, específicamente carne de callo de hacha (*Atrina maura*, *A. tuberculosa*) y del caracol rosado (*Hexaplex erythrostomus*), con ocasionales ventas de almejas a individuos en lugar de a compradores comerciales. Por las extensas pilas de conchas de caracoles en los alrededores de El Desemboque de los Seris, Punta Chueca y Bahía de Kino, me resulta evidente que está ocurriendo una grave sobrepesca, aunque no he investigado este tema más allá de algunas conversaciones espontáneas.

Estrella de mar Sol del Golfo (*Heliaster kubiniji*) (Alto Golfo y Grandes Islas)

| Degradación

Edward H Boyer

En 1979-80 se produjo un gran colapso de la población de *Heliaster*, con algunas áreas de recuperación, pero no en todas las zonas donde antes era abundante. La recuperación ha sido irregular e indica una continua sensibilidad a las temperaturas de la superficie del mar. En otros estudios sobre diversos invertebrados intermareales, una de las conclusiones es la disminución de grandes gasterópodos depredadores como el *Murex* y otras especies similares que son objeto de recolección humana. Una tendencia similar se observa en los pulpos: todas las especies parecen ser menos abundantes. En el caso de la *Heliaster*, tras el desplome inicial se produjo un descenso del 90% o más de su abundancia en muchos sitios de estudio.

Jaiba café (*Callinectes bellicosus*) (en todo el Golfo de California)

| Degradación (Guaymas a Yávaros), Estable (Bahía de Kino), Estable (Alto Gofó)

Miguel Á. Cisneros-Mata

La productividad per cápita general disminuyó en la década de 1990 y se está recuperando en los últimos años. La jaiba en Sonora tiene una estructura metapoblacional: es un sumidero en el Alto Golfo y una fuente en el sur de Sonora. Esto es importante para el manejo pesquero.

MEGAFLORA

Cardón (*Pachycereus pringlei*) (Isla San Pedro Mártir)

| Mejorando

Benjamin T. Wilder

Desde el primer dato registrado en 2007, esta población de cactus cardón ha sido una de las más saludables medidas a lo largo de su área de distribución, según lo indicado por el índice de regeneración (número de individuos por debajo de 1 m de altura) de dos tercios y una densidad de 3,183 plantas/ha, comparado con un promedio de 151 plantas/ha en Baja California y 59 plantas/ha en Sonora. Estos datos se han mantenido constantes a lo largo de los periodos de muestreo (2007, 2012, 2017, 2022). Además, las fotos repetidas muestran un crecimiento saludable de las plantas, aunque hay fluctuaciones en la tasa de crecimiento entre períodos. En la isla, las plantas crecen hacia fuera (desarrollando nuevos brazos), en lugar de hacia arriba después de una cierta altura de aproximadamente 5 m. La tendencia demográfica en general es la de una población saludable y en expansión.



Foto por: John (Verm) Sherman



Foto por: John (Verm) Sherman

AVES MARINAS Y COSTERAS

Cormorán orejón (*Nannopterum auritum*) (Isla Alcatraz)

| Degradación

Waterbird Monitoring Program, Prescott College Kino Bay Center

Existe un claro patrón de menos nidos (2010-11, 1,968 nidos y en 2023-24, 622, con números muy bajos en 2013-2015) y menos individuos que vuelan (2018-19, 56% de éxito de vuelo, 2021-22, 28% de éxito). También hay menos pollos por nido.

Craveri's Murrelet (*Synthliboramphus craveri*) (Islas Alcatraz and San Pedro Mártir)

| Estable

Waterbird Monitoring Program, Prescott College Kino Bay Center

El número de nidos y la productividad de esta especie ha sido constante en la Isla Alcatraz y se está recuperando en la Isla San Pedro Mártir.

Pelícano Pardo (*Pelecanus occidentalis*) (Isla Alcatraz)

| Degradación

Waterbird Monitoring Program, Prescott College Kino Bay Center

El número de nidos de pelícano café ha variado a lo largo de los años en Isla Alcatraz. En los primeros años del estudio, de 2005 a 2010, el mayor número de nidos se registró en 2007-2008 con 1,367 nidos. A partir de entonces, este número disminuyó hasta 2013, año a partir del cual no hubo nidificación durante tres años consecutivos. En 2016-2017 la colonia regresó y se ha

Foto por: Alan Harper

mantenido relativamente estable desde entonces, con un ligero aumento en los tres últimos años 2021, 2022 y 2023. En 2024, la productividad de la colonia disminuyó drásticamente.

Pelícano Pardo (*Pelecanus occidentalis*) (Isla Alcatraz)

| Degradación

Daniel W. Yerson

En 2014 se produjo un extenso colapso reproductivo relacionado con el fenómeno anómalo de agua cálida conocido como BLOB en el Pacífico oriental. Desde entonces, ha habido una recuperación gradual, especialmente a partir de 2019. Se especula que esta recuperación paulatina de las poblaciones reproductivas del Golfo de California está estrechamente relacionada con la competencia de las pesquerías comerciales (captura incidental y agotamiento de los alimentos).

Águila Pescadora (*Pandion haliaeetus*) (en todo el Golfo de California)

| Estable

Daniel W. Yerson

En las últimas tres o cuatro décadas, las águilas pescadoras han pasado de anidar en sustratos naturales a hacerlo en diversos postes y torres eléctricas y de otro tipo, y su número se mantiene aparentemente estable.

Chorlo Nevado (*Anarhynchus nivosus*) (Costa de Sonora-Sinaloa)

| Degradación

Medardo Cruz-López

Durante los 19 años que ha durado este estudio, hemos sido testigos de la degradación del hábitat en la Bahía de Ceuta, Sinaloa. En particular, una serie de estanques que se utilizaban para la producción de sal (180 hectáreas) se han sedimentado,



Foto por: John (Verm) Sherman



Foto: Benjamin T. Wilder

afectando la hidrología del sitio. Estos estanques son utilizados por cientos de aves playeras durante su migración (otoño y primavera) y, debido a la baja disponibilidad de agua en estos periodos, la presencia de aves playeras ha disminuido considerablemente. Hemos documentado un descenso promedio del 27% en el número de aves playeras que utilizan los estanques de la Antigua Salina de Ceuta. La cifra de aves reproductoras también ha disminuido. Por ejemplo, observamos una reducción de alrededor del 60% en las aves reproductoras de Chorlo Nevado. De manera similar, otras especies que se reproducen en el sitio han disminuido en número (Chorlo de Pico Grueso, *Anarhynchus wilsonia*; Chorlo Tildio, *Charadrius vociferus*; Monjita Americana, *Himantopus mexicanus*; y Charrán Mínimo, *Sternula antillarum*), aunque no se han realizado análisis detallados de estos cambios.

Una respuesta similar se produce durante la reproducción (de abril a julio), donde las condiciones cambian en pocas semanas (altas tasas de evaporación del agua), afectando a los polluelos en años extremadamente secos. Además, la sedimentación del canal de entrada del agua de marea ha permitido el establecimiento de manglares que han provocado la pérdida de una zona considerable que era utilizada para la nidificación por al menos cuatro especies de aves playeras y una especie de ave marina.

PATÓGENOS

Diversos taxones (Alto Golfo, Grandes Islas, Península Central, Golfo Sur)

| Indeterminado

Ricardo Rodríguez Medina

Este trabajo ha proporcionado información inicial de referencia. En los últimos tres años, se ha observado un aumento en el número de publicaciones que abordan estudios de patógenos y huéspedes en la región de las Grandes Islas. La información recopilada y refinada muestra 451 registros de patógenos en las islas, clasificados en 85 géneros. A través de una exhaustiva revisión bibliográfica, que abarca el período de 2000 a 2021, se identificaron 451 registros de agentes patógenos georreferenciados a la región del Golfo de California: el 66.16% de los registros corresponden a bacterias, el 19.73% a ecto/endoparásitos, el 11.90% a virus y el 2.21% a protozoos. Del total de registros, 387 indican las especies huéspedes en las que se identificaron, reportándose 12 géneros de huéspedes (7 mamíferos, 3 aves y 2 reptiles). Los agentes patógenos están distribuidos taxonómicamente en 85 géneros, de los cuales 60 han sido identificados con potencial zoonótico.



Foto por: Servando López

Investigadores y estudios participantes

# ESTUDIO	NOMBRE	ESTUDIO	TAXA	AÑO DE INICIO	ESTATUS	REGIÓN(ES)	TENDENCIA
1	Daniel W. Anderson	Ecología y conservación del Pelicano Pardo	Pelicano Pardo (<i>Pelecanus occidentalis californicus</i>)	1969	en curso	Alto Golfo, Península Central, Golfo Sur	Degradación
2	Daniel W. Anderson	Ecología y conservación del Águila Pescadora	Águila Pescadora (<i>Pandion haliaetus</i>)	1969	en curso	Alto Golfo, Península Central, Golfo Sur	Estable
3	Xavier Basurto	Diagnóstico nacional de organizaciones pesqueras	Todas las especies marinas capturadas comercialmente son relevantes aquí.	2015	en curso	Alto Golfo, Grandes Islas, Península Central, Costa de Sonora-Sinaloa, Península Costera, Golfo Sur	Indeterminado
4	Xavier Basurto	Efectos sociales de las zonas marinas protegidas	Nuestro estudio afecta a todas las especies marinas en áreas marinas protegidas (Alto Golfo, Loreto, Espíritu Santo, Cabo Pulmo) en el Golfo de California.	2013	2016	Alto Golfo, Península Central, Península Costera	Indeterminado
5	Xavier Basurto	Capacidad de adaptación y sostenibilidad de las organizaciones pesqueras autónomas	Todas las especies explotadas comercialmente en la costa occidental de Baja California Sur	2000	2024	Península Costera	Indeterminado
6	Edward H. Boyer	Ecología intermareal	Estrella de Mar Sol del Golfo (<i>Helaster kubinjii</i>), y docenas de otras especies de invertebrados marinos intermareales	La primera parte se remonta a principios de los años 70; los datos más recientes, a principios de los 90.	en curso	Alto Golfo, Grandes Islas	Degradación
7	Richard C. Brusca	Biodiversidad y conservación en el Mar de Cortés	Todas las especies marinas en el Golfo de California	1969	en curso	Alto Golfo, Grandes Islas, Península Central, Costa de Sonora-Sinaloa, Península Costera, Golfo Sur	Estable
8	Alberto Búrquez	Ecología y biogeografía de los cactus columnares	Pachycereae, Flora y vegetación	2012	en curso	Grandes Islas, Costa de Sonora-Sinaloa, Península Central	Indeterminado
9	Miguel Á. Cisneros-Mata	Pesquería de Jaiba Café en Sonora	Jaiba Café, <i>Callinectes bellicosus</i>	1986	en curso	Grandes Islas, Península Central, Costa Baja Sonora y/o Sinaloa, Península Costera, Golfo Sur	Degradación

# ESTUDIO	NOMBRE	ESTUDIO	TAXA	AÑO DE INICIO	ESTATUS	REGIÓN(ES)	TENDENCIA
10	Comunidad y Biodiversidad, A.C.	Monitoreo submarino asociados a reservas marinas en el Golfo de California	Durante el monitoreo se registra la diversidad de especies, por lo que se tienen registros de más de 60 especies de invertebrados y 90 de peces.	Isla San Pedro Nolasco (2011), Reserva de la Biosfera Isla San Pedro Mártir (2007), Puerto Libertad (2012), Parque Nacional Bahía de Loreto (2008). Contamos con datos de otros sitios en el Golfo de California, pero las series de tiempo no son superiores a los tres años.	Aun cuando la toma de datos ha sido discontinua, a través de colaboraciones con las áreas naturales protegidas se ha continuado el monitoreo en los sitios mencionados.	Grandes Islas, Península Central, Costa de Sonora-Sinaloa	Estable
11	Medardo Cruz-López	Ecología reproductiva del Chorlo Nevado (<i>Anarhynchus nivosus</i>) en la Bahía de Ceuta	Chorlo Nevado (<i>Anarhynchus nivosus</i>), Chorlo de Pico Grueso (<i>Anarhynchus wilsonia</i>), Charrán mínimo (<i>Sterna antillarum</i>)	2006	en curso	Costa de Sonora-Sinaloa	Degradación
12	Michelle María Early Capistrán	Conectando el pasado con el presente: Evaluación a largo plazo de la abundancia de Tortuga Prieta en el Golfo de California	Tortuga Verde (<i>Chelonia mydas</i>)	2017	finalizada en 2021	Península Central	Indeterminado
13	Fabio Favoretto	El calentamiento y las olas de calor marinas tropicalizan las comunidades de arrecifes rocosos del Golfo de California	Equinodermos y colares <i>Hexacolorios</i> y <i>Holaxonia</i>	1998	en curso	Golfo Sur	Rápida degradación
14	Ana Luisa Rosa Figueroa Carranza	Monitoreo de la tendencia de la población del Lobo Marino de California frente a la costa de Sonora	Lobo Marino de California (<i>Zalophus californianus</i>)	2011	en curso	Grandes Islas	Estable
15	José Juan Flores Martínez	Conservación del Murciélago Pescador <i>Myotis vivesi</i>	Murciélago Pescador (<i>Myotis vivesi</i>)	2003	en curso	Alto Golfo, Grandes Islas, Península Central, Costa de Sonora-Sinaloa, Península Costera, Golfo Sur	Estable
16	Diane Gendron	Serie temporales a largo plazo sobre Ballenas Azules en el suroeste del Golfo de California	Ballena Azul (<i>Balaenoptera musculus</i>)	1993	en curso	Península Costera	Indeterminado
17	Diane Gendron	Cachalotes en el Golfo de California	Cachalote (<i>Physeter macrocephalus</i>)	1996	2012	Grandes Islas	Indeterminado
18	Jaime Gómez Gutiérrez	Las tendencias decenales del volumen de zooplancton y la abundancia de eufásidos indican la resiliencia del zooplancton en el Golfo de California (1957-2019)	Zooplancton, krill (eufásidos), copépodos, larvas de peces	1957	2022	Grandes Islas, Península Central, Costa de Sonora-Sinaloa, Península Costera, Golfo Sur	Estable

# ESTUDIO	NOMBRE	ESTUDIO	TAXA	AÑO DE INICIO	ESTATUS	REGIÓN(ES)	TENDENCIA
19	Silvia Gómez Jiménez	Variables ambientales de zonas estuarinas en el Noroeste de Mexico y su impacto en la ecofisiología de invertebrados	Ostión del Pacífico (<i>Crassostrea gigas</i>)	2023	en curso	Grandes Islas	Indeterminado
20	Silvia Gómez Jiménez	Fotodocumentación de cetáceos marinos en la región de las grandes islas	Ballena de Aleta (<i>Balaenoptera physalus</i>), Ballena Jorobada (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	2022	en curso	Grandes Islas	Indeterminado
21	Benigno Gustavo Guerrero Martínez	El calentamiento y las olas de calor marinas tropicalizan las comunidades de arrecifes rocosos del Golfo de California	Peces, 259 especies	1999	en curso	Alto Golfo, Península Central, Península Costera, Golfo Sur	Degradación
22	Gisela Heckel	Diversidad y distribución de cetáceos en el Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles: Distribución de Ballena de Aleta y eufásidos	Ballena de Aleta (<i>Balaenoptera physalus</i>), Ballena de Brydee (<i>Balaenoptera edeni</i>), Delfín Común (<i>Delphinus delphis</i>), Delfín Mular (<i>Tursiops truncatus</i>), Delfín de Riso (<i>Grampus griseus</i>), Eufausiáceos (<i>Nyctiphanes simplex</i>)	2003	2005	Grandes Islas	Indeterminado
23	Misael Daniel Mancilla Morales	Microbioma en aves marinas de Isla Rasa, Golfo de California	Gaviota Plomiza (<i>Larus heermanni</i>), Charrán Elegante (<i>Thalasseus elegans</i>), Charrán Real (<i>Thalasseus maximus</i>)	2019	en curso	Grandes Islas	Indeterminado
24	Lourdes Martínez Estevez	Ecología y conservación de la Tortuga Carey en el Golfo de California, México	Tortuga Carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>)	2014	en curso	Península Costera, Golfo Sur	Mejorando
25	Hem Nalini Morzaria-Luna	Estructura de la comunidad de peces de dos esteros en el norte del Golfo de California. Ensenada, B.C.	77 especies de peces	2007	2011	Alto Golfo	Indeterminado
26	Hem Nalini Morzaria-Luna	Estructura de la comunidad de invertebrados bentónicos en humedales costeros	33 especies de invertebrados	2005	2006	Alto Golfo	Indeterminado
27	Cathy Moser Marlett	Moluscos utilizados y conocidos por el pueblo Seri	Más de 150 especies de moluscos identificados con nombres Seri, entre ellos muchos con múltiples nombres.	1990	en curso	Alto Golfo, Grandes Islas	Degradación
28	Adrian Munguia-Vega	Mapa 3D de la biodiversidad marina de eucariotas del Golfo de California	Se han identificado más de 20.000 unidades taxonómicas operativas de más de 50 filos.	2016	en curso	Grandes Islas, Península Central, Costa de Sonora-Sinaloa, Península Costera, Golfo Sur	Indeterminado

# ESTUDIO	NOMBRE	ESTUDIO	TAXA	AÑO DE INICIO	ESTATUS	REGIÓN(ES)	TENDENCIA
29	Peter Raimondi	Seguimiento a largo plazo del intermareal en el Golfo de California	Sol de Mar (<i>Heliaster</i>), muchas especies del intermareal bajo y medio	1978	El seguimiento intermareal se interrumpió en 2009. Los datos de la estrella de mar son de 2020-2022	Alto Golfo	Indeterminado
30	Héctor Pérez Puig	Riqueza y diversidad de cetáceos en la Región Oriental de las Grandes Islas del Golfo de California	Cetáceos y Pinnípedos	2009	en curso	Grandes Islas	Degradación
31	Héctor Pérez Puig	Distribución espacial y temporal de cetáceos en la Región Oriental de las Grandes Islas del Golfo	Cetáceos y Pinnípedos	2009	en curso	Grandes Islas	Rápida degradación
32	Melissa Plasman	El último desafío al cambio climático: Las iguanas extremófilas del desierto Sonorense como modelo para evaluar la respuesta de los reptiles insulares herbívoros frente a un clima aún más caluroso.	Chacahuala de Isla San Esteban (<i>Sauromalus varius</i>)	2023	en curso	Grandes Islas	Indeterminado
33	Carlos Robinson	Resiliencia de los ecosistemas, las pesquerías y la economía de base marina bajo un régimen anómalo persistente de calor y baja productividad en el Golfo de California	Calamar Gigante (<i>Dosidicus gigas</i>)	2012	en curso	Golfo Sur	Degradación
34	Ricardo Rodríguez Medina	Análisis de la ocurrencia e interacción patógenoambiente en enfermedades de mamíferos, aves y reptiles de las islas del Golfo de California	12 especies de mamíferos, aves y reptiles	2020	2021	Alto Golfo, Península Central, Golfo Sur	Indeterminado
35	Enrico A. Ruiz	Historia demográfica de la Gaviota Mexicana (Charadriiformes: Laridae) desde finales del cuaternario al presente: Efectos de los cambios climáticos pasados en el Golfo de California	Gaviota Plomiza (<i>Larus heermanni</i>)	2011	en curso	Alto Golfo	Degradación
36	Drew M. Talley	Subvención espacial en ecosistemas insulares	Escarabajo Tenebrionidae	1988	en curso	Península Central	Mejorando

# ESTUDIO	NOMBRE	ESTUDIO	TAXA	AÑO DE INICIO	ESTATUS	REGIÓN(ES)	TENDENCIA
37	Peggy J. Turk Boyer	Tendencias estacionales y a largo plazo de la flora y fauna del intermareal rocoso, Puerto Peñasco, Sonora	44 especies de flora y fauna intermareal	1982	2000, con un transecto realizado en 2012 y posibilidad de continuar	Alto Golfo	Indeterminado
38	Waterbird Monitoring Program, Prescott College for Cultural and Ecological Studies	Recuento de nidos de cormorán orejudo y estudios de productividad en la Isla Alcatraz, Golfo de California, México	Cormorán Orejón (<i>Nannopterum auritum</i>)	2000 (recuento de nidos), 2018 (productividad)	en curso	Grandes Islas	Degradación
39	Waterbird Monitoring Program, Prescott College for Cultural and Ecological Studies	Éxito reproductivo del Mérgulo de Craveri en Isla Alcatraz e Isla San Pedro Mártir	Mérgulo de Craveri (<i>Synthliboramphus craveri</i>)	2018	en curso	Grandes Islas	Estable
40	Waterbird Monitoring Program, Prescott College for Cultural and Ecological Studies	Estatus poblacional del Pelicano Café (<i>Pelecanus occidentalis</i>) en Isla Alcatraz	Pelicano Pardo (<i>Pelecanus occidentalis</i>)	2005	en curso	Grandes Islas	Degradación
41	Benjamin T. Wilder	Cardones en Isla San Pedro Mártir	Cardón (<i>Pachycereus pringlei</i>)	2007	en curso	Grandes Islas	Mejorando

BIBLIOGRAFÍA DE TRABAJOS RELEVANTES

- Adame, K., F.R. Elorriaga-Verplancken, E. Beier, K. Acevedo-Whitehouse, M.A. Pardo. 2020. The demographic decline of a sea lion population followed multi-decadal sea surface warming. *Scientific Reports* 10:10499.
- Amador-Castro, I.G., F.J. Fernández-Rivera Melo, J. Torre. 2021. Marine diversity in the biosphere reserve of the most oceanic island in the Gulf of California: San Pedro Mártir. *ZooKeys* 1062:177–201.
- Ambriz-Arreola, I, J. Gomez-Gutierrez, M. Franco-Gordo, R. Palomaes-Garcia, L. Sanchez-Velasco, C.J. Robinson, B.A. Sebeil. 2017. Vertical pelagic habitat of euphausiid species assemblages in the Gulf of California. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 123:75–89.
- Arenas, S., A. Búrquez, E. Bustamante, E. Scheinvar, L.E. Eguarte. 2023. Are 150 km of open sea enough? Gene flow and population differentiation in a bat-pollinated columnar cactus. *PLoS ONE* 18(6): e0282932.
- Atkinson, S., D. Gendron, T.A. Branch, K.L. Mashburn, V. Melica, L.E. Enriquez-Paredes, R.L. Brownell. 2020. Pregnancy Rate and Biomarker Validations from the Blubber of Eastern North Pacific Blue Whales. *Marine Mammal Science* 36:6–28.
- Ayres, K.A., F. Lara-Lizardi, C.M. Roberts, W. Pisco-Limones, P. Klimley, S.J. Jorgensen, F. Galván-Magaña, M. Hoyos-Padilla, J.T. Ketchum. 2024. Local diver knowledge reveals decline in scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) at seamounts in the southwestern Gulf of California. *Marine Policy* 159:105915
- Basurto, X. 2005. How Locally Designed Access and Use Controls Can Prevent the Tragedy of the Commons in a Mexican Small-Scale Fishing Community. *Society and Natural Resources* 18:643–659.
- Basurto, X. 2006. Commercial Diving and the Callo de Hacha Fishery in Seri Territory. *Journal of the Southwest* 48:189–209.
- Basurto, X. 2008. Biological and Ecological Mechanisms Supporting Marine Self-Governance: The Seri Callo de Hacha Fishery in Mexico. *Ecology and Society*. 13(2):20
- Basurto, X. and E. Coleman. 2010 Institutional and Ecological Interplay for Successful Self-Governance of Community-Based Fisheries. *Ecological Economics* 69:1094–1103.
- Basurto, X., A. Cinti, L. Bourillón, M. Rojo, J. Torre, H. Weaver. 2012. The Emergence of Access Controls in Small-Scale Fisheries: A Comparative Analysis of Individual Licenses and Common Property-rights in Two Mexican Communities. *Human Ecology* 40: 597–609.
- Basurto, X., S. Gelcich, E. Ostrom. 2013. The Social-Ecological System Framework as a Knowledge Classificatory System for Benthic Small-Scale Fisheries. *Global Environmental Change* 23:1366–1380.
- Basurto, X., A. Bennett, H. Weaver, S. Rodriguez-Van Dyck, J.S. Aceves-Bueno. 2013. Cooperative and Non-Cooperative Strategies for Small-Scale Fisheries Self-Governance in the Globalization Era: Implications for Conservation. *Ecology and Society* 18(4):38.
- Basurto, X., E. Blanco, M. Nenadovic, B. Vollar. 2016. Integrating Simultaneous Pro-social and Anti-social Behavior into Theories of Collective-Action. *Science Advances* 2: e1501220.
- Basurto, X., A. Bennett, E. Lindkvist, M. Schlüter. 2020. Governing the commons beyond harvesting: An empirical illustration from fishing. *PlosOne* 15(4): e0231575.
- Bedolla-Guzmán, Y., J.F. Masello, A. Aguirre-Muñoz, B.E. Lavaniegos, C.C. Voigt, J. Gómez-Gutiérrez, L. Sánchez-Velasco, C.J. Robinson, P. Quillfeldt. 2021. Year-round niche segregation of three sympatric *Hydrobates* storm-petrels from Baja California Peninsula, Mexico, Eastern Pacific. *Marine Ecology Progress Series* 664:207–225.
- Berkenpas, E.J., B.S. Henning, C.M. Shepard, A.J. Turchik, C.J. Robinson, E.J. Portner, D.H. Li, P.C. Daniel, W.F. Gilly. 2017. A Buoyancy-Controlled Lagrangian Camera-Platform for *in situ* Imaging of Marine Organisms in Midwater Scattering Layers. *Journal of Oceanic Engineering* 19:1–13.
- Bowen, T. 2000. Unknown Island. *Seri Indians, Europeans, and San Esteban Island in the Gulf of California*. University of New Mexico Press.
- Brinton, E. and A.W. Townsend. 1980. Euphausiids in the Gulf of California—the 1957 cruises. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 21:211–236.
- Brusca, R.C. 2020. The 1940 Ricketts-Steinbeck Sea of Cortez expedition, with annotated list of species and collection sites. *Journal of the Southwest* 62:218–334.
- Brusca, R.C. 2024. A Bibliography for the Sea of Cortez (Gulf of California). www.rickbrusca.com
- Busquets-Vass, G., S.D. Newsome, M.A. Pardo, J. Calambokidis, S. Aguiñiga-García, D. Páez-Rosas, J. Gómez-Gutiérrez, L.M. Enriquez-Paredes, D. Gendron. 2021. Isotope-based inferences of seasonal foraging and migratory strategies of blue whales in the eastern Pacific Ocean. *Marine Environmental Research* 163:105201.
- Carone, E., M.A. Pardo, S. Atkinson, K. Mashburn, H. Pérez-Puig, L. Enríquez-Paredes, D. Gendron. 2019. Sex steroid hormones and behavior reveal seasonal reproduction in a resident fin whale population. *Conservation Physiology* 7:coz059.
- Cerrillo-Espinosa, P. L.E. Calderón-Aguilera, P. Medina-Rosas, J. Gómez-Gutiérrez, H. Reyes-Bonilla, A. Culpul-Magaña, O.T. González-Cuellar, A. Munguia-Vega. 2024. eDNA metabarcoding shows highly diverse but distinct shallow, mid-water, and deep-water eukaryotic communities within a marine biodiversity hotspot. *bioRxiv* 2024.07.14.603441; [doi: https://doi.org/10.1101/2024.07.14.603441](https://doi.org/10.1101/2024.07.14.603441).
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2016. Fichas de evaluación ecológica de áreas naturales protegidas del noroeste de México. 240 pp. Disponible en línea: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_score/1.pdf
- Cintra-Buenrostro, C.E., K.W. Flessa, G. Avila-Serrano. 2005. Who cares about a vanishing clam? Trophic importance of *Mulinia coloradoensis* inferred from predatory damage. *Palaos* 20:295–301.
- Cisneros-Mata, M.A., A. Munguía-Vega, D. Rodríguez-Félix, E.A. Aragón-Noriega, J.M. Grijalva-Chon, J.A. Arreola-Lizárraga, L.A. Hurtado. 2019. Genetic diversity and metapopulation structure of the brown swimming crab (*Callinectes bellicosus*) along the coast of Sonora, Mexico: Implications for fisheries management. *Fisheries Research* 212:97106.
- Cisneros-Mata, M.A., T. Mangin, J. Bone, L. Rodriguez, S. Lindley Smith, S.D. Gaines. 2019. Fisheries governance in the face of climate change: Assessment of policy reform implications for Mexican fisheries. *PLoS ONE* 14(10):e0222317.
- Comunidad y Biodiversidad, A.C. 2018. Fishing data: citizen science in marine reserves in Mexico (Fish). *dataMares: Ecological Monitoring*. *UC San Diego Library Digital Collections*. <https://doi.org/10.6075/JOQV3JR6>
- Contreras-Rodríguez, A., M.G. Aguilera-Arreola, A.R. Osorio, M.D. Martín, R.L. Guzmán, E. Velarde, E.A. Ruiz. 2019. Detection of Potential Human Pathogenic Bacteria Isolated from Feces of Two Colonial Seabirds Nesting on Isla Rasa, Gulf of California: Heermann's Gull (*Larus heermanni*) and Elegant Tern (*Thalasseus elegans*). *Tropical Conservation Science* 2019:12.

- Craveri, F., B. D'Arpa, B. Cavatorta, T. Bowen. 2018. Journal of a Voyage: Federico Craveri and the Gulf of California in 1856. *Journal of the Southwest* 60:273–483.
- Cruz-López, M., L.J. Eberhart-Phillips, G. Fernández, R. Beamonte-Barrientos, T. Székely, M.A. Serrano-Meneses, C. Küpper. 2017. The plight of a plover: viability of an important snowy plover population with flexible brood care in Mexico. *Biological Conservation* 209:440–448.
- Cruz-López, M., G. Fernández, H. Hipperson, E. Palacios, J. Cavitt, D. Galindo-Espinosa, S. Gómez del Angel, R. Pruner, O. Gonzalez, T. Burke, C. Küpper. 2020. Allelic diversity and patterns of selection at the Major Histocompatibility Complex class I and II loci in a threatened shorebird, the Snowy Plover (*Charadrius nivosus*). *BMC Evolutionary Biology* 20:114.
- Davis, R.W., N. Jaquet, D. Gendron, G. Bazzino, U. Markaida, W. Gilly. 2007. Diving behavior of sperm whales in relation to behavior of a major prey-species, the jumbo squid, in the Gulf of California, Mexico. *Marine Ecology Progress Series* 333:291–302.
- De Silva-Davila, R., C. Franco-Gordo, G. Hochberg, E. Godinez-Dominguez, R. Avdendaño-Ibarra, J. Gomez-Gutierrez, C.J. Robinson. 2015. Cephalopod larval assemblages in the Gulf of California during 2004–2007. *Marine Ecology Progress Series* 520:123–141.
- Diaz Gamboa, R., D. Gendron, G. Busquets Vass. 2018. Isotopic niche width differentiation between bottlenose dolphins ecotypes and sperm whales in the Gulf of California. *Marine Mammal Science* 34:440–457.
- DOF. 2023. Carta Nacional Pesquera. Estados Unidos Mexicanos, Agricultura, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Dominguez Sanchez, C.A., K. Acevedo Whitehouse, D. Gendron. 2018. Effect of Drone-based Blow Sampling on Blue Whale (*Balaenoptera musculus*) behavior. *Marine Mammal Science* 34:841–850.
- Domínguez-Contreras, F., C.J. Robinson, J. Gómez-Gutiérrez. 2012. Hydroacoustical Survey of the Near Surface Distribution, Abundance, and Biomass of Small Pelagic Fish in the Gulf of California. *Pacific Science* 66:311–326.
- Early-Capistrán, M.M., E. Solana-Arellano, F.A. Abreu-Grobois, N.E. Narchi, G. Garibay-Melo, J.A. Seminoff, V. Koch, A. Saenz-Arroyo. 2020. Quantifying local ecological knowledge to model historical abundance of long-lived, heavily-exploited fauna. *PeerJ* 8: e9494.
- Early-Capistrán, M.M., E. Solana-Arellano, F.A. Abreu-Grobois, G. Garibay-Melo, J.A. Seminoff, A. Sáenz-Arroyo, N.E. Narchi. 2022. Integrating local ecological knowledge, ecological monitoring, and computer simulation to evaluate conservation outcomes. *Conservation Letters* 15:212921.
- Eberhart-Phillips, L., M. Cruz-López, L. Lozano-Angulo, S. Gómez del Angel, W. Rojas-Abreu, C. Küpper. 2020. Individual-based field observations of morphology, life-history, and reproductive fitness in snowy plovers *Charadrius nivosus*. *Scientific Data* 7:149.
- Eberhart-Phillips, L.J., C. Küpper, M.C. Carmona-Isunza, O. Vincze, S. Zefania, M. Cruz-López, A. Kosztolányi, T.E.X. Miller, Z. Barta, I.C. Cuthill, T. Burke, T. Székely, J.I. Hoffman, O. Krüger. 2018. Demographic causes of adult sex ratio variation and their consequences for parental cooperation. *Nature Communications* 9:1651.
- Egert-Berg, K., E. Hurme, S. Grief, A. Goldstein, L. Harten, M.L.G. Herrera, J.J. Flores Martínez, A.T. Valdés, D. Johnston, O. Eitan, I. Borisssov, J. Shipley, R.A. Medellin, G. Wilkinson, H. Goerlitz, Y. Yovel. 2018. Resource Ephemerality Drives Social Foraging in Bats. *Current Biology* 28:3667–3673.
- Enriquez-Andrade, R., G. Anaya-Reyna, J.C. Barrera-Guevara, M.A. Carvajal-Moreno, M.E. Martínez Delgado, J. Vaca-Rodriguez, C. Valdés-Casillas. 2005. An analysis of critical areas for biodiversity conservation in the Gulf of California region. *Ocean & Coastal Management* 48:31–50.
- Esler, L.G., A. Quintana, A. Girón-Nava, M. Oostdijk, S. Stefanski, X. Basurto, M. Nenadovic, M.J. Espinosa Romero, A.H. Weaver, S.R. Van Dyck. 2022. Strong Collective Action Enables Valuable and Sustainable Fisheries for Cooperatives. *Environmental Research Letters* 17:105003.
- Favoretto, F., C. Sánchez, O. Aburto-Oropeza, O. 2022. Warming and marine heatwaves tropicalize rocky reefs communities in the Gulf of California. *Progress in Oceanography* 206:102838.
- Fernández-Rivera Melo, F.J. 2015. Análisis de los métodos de monitoreo empleados para evaluar el estado de las áreas naturales protegidas marinas en el Golfo de California. Master's Thesis, <http://rep.uabcs.mx/handle/23080/172>
- Fernández-Rivera Melo, F.J., H. Reyes-Bonilla, A. Cantú, J. Urías. 2015. First record of albinism in the brown sea cucumber *Isostichopus fuscus* in the Gulf of California, Mexico. *Marine Biodiversity Records* 8:e14.
- Fernández-Rivera Melo, F.J., H. Reyes-Bonilla, L. Campos-Dávila, E.F. Balart. 2015. Range extension of *Lutjanus inermis* (Peters, 1896) (Perciformes: Lutjanidae) to the central region of the Gulf of California, Mexico. *Journal of Applied Ichthyology* 31:541–543.
- Flores-Cascante, L., J. Gómez-Gutiérrez, M. Gómez del Prado-Rosas, D. Gendron. 2019. Helminth load in feces of free-ranging blue and fin whales from the Gulf of California. *Acta Parasitologica* 64:625–637.
- Frawley, T.H., B. González-Mon, M. Nenadovic, F. Gladstone, K. Nomura, J.A. Zepeda-Dominguez, S. Rodriguez-Van Dyck, E.M. Ferrer, J. Torre, F. Micheli, H.M. Leslie, X. Basurto. 2024. Self-governance mediates small-scale fishing strategies, vulnerability and adaptive response. *Global Environmental Change* 84:102805.
- Frawley, T.H., D.D.P. Briscoe, C.J. Robinson, W. Gilly. 2019. Impacts of a shift to a warm-water regime in the Gulf of California on jumbo squid (*Dosidicus gigas*). *ICES Journal of Marine Science* 76:2413–2416.
- García Lozano, A., C. Méndez-Medina, X. Basurto, M. Tercero-Tovar. Problemáticas: Multi-scalar, affective and performative politics of collective action among fishing cooperatives in Mexico. *Environment and Planning C: Politics and Space* 41:1263–1281.
- García-Fernández, F., J. Gómez-Gutiérrez, R. De Silva-Dávila, C. Hakspiel-Segura, I. Ambriz-Arreola, A. Martínez-López, A.R. Sánchez-Uvera, M.E. Hernández-Rivas, C.J. Robinson. 2023. Interannual response of euphausiid community abundance during the anomalous warming period (2014–2016) in the Gulf of California. *Progress in Oceanography* 212:102994.
- Gilly, W., U. Markaida, P. Daniel, T. Frawley, E. Portner, C. Robinson, J. Gómez-Gutiérrez, D. Hyun, J. Soliman, P. Pandey, L. Rosenzweig. 2022. Long-term hydrographic changes in the Gulf of California and Ecological Impacts: A Crack in the World's Aquarium? *Progress in Oceanography* 206:102857.
- Gonzalez-Cuellar, O.T. 2012. Estructura comunitaria y zonación geográfica de peces en arrecifes rocosos del norte del Golfo de California. (Bachelors' Thesis), Universidad Autónoma de Baja California Sur. Mexico.
- Gonzalez-Cuellar, O.T., H. Reyes-Bonilla, M. Fourrière, M. Rojo, A. Hernández-Velasco, I. Sánchez-Alcántara, T. Pfister. 2013. Range extensions of four species of parrotfishes (Scaridae) in the northern Gulf of California, Mexico. *Cybium* 37:223–226.
- González-Mon, B., Ö. Bodin, E. Lindkvist, T.H. Frawley, A. Giron-Nava, X. Basurto, M. Nenadovic, M. Schlüter. 2021. Spatial diversification as a mechanism to adapt to environmental changes in small-scale fisheries. *Environmental Science and Policy* 116:246–257.
- Hakspiel-Segura, C., A. Martínez-López, J.A. Delgado, C.J. Robinson, J. Gómez-Gutierrez. 2022. Temporal variability of satellite chlorophyll-a as an ecological resilience indicator in the central region of the Gulf of California. *Progress in Oceanography* 205: 102825.

- Hernández-Arciga, U., L.G. Herrera M., A. Ibáñez-Contreras, R.U. Miranda-Labra, J.J. Flores-Martínez, M. Königsberg. 2018. Baseline and post-stress seasonal changes in immunocompetence and redox state maintenance in the fishing bat *Myotis vivesi*. *PlosONE* 13(1):e0190047.
- Herrera M., L.G., J.J. Flores-Martínez, V. Sánchez-Cordero. 2019. Geographical distribution and conservation status of an endemic insular mammal: The vulnerable fish-eating bat *Myotis vivesi*. *Oryx* 53:388–393.
- Hurme, E., E. Gurarie, S. Greif, G. Herrera-Montalvo, J.J. Flores-Martínez, S.G. Wilkinson, Y. Yovel. 2019. Acoustic evaluation of behavioral states predicted from GPS tracking: a case study of a marine fishing bat. *Movement Ecology* 7:21.
- Jaquet, N. and D. Gendron. 2002. Distribution and relative abundance of sperm whales in relation to key environmental features, squid landings and the distribution of other cetacean species in the Gulf of California, Mexico. *Marine Biology* 141:591–601.
- Jaquet, N. and D. Gendron. 2009. The social organization of sperm whales in the Gulf of California and comparisons with other populations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89(5):975–984.
- Jaquet, N., D. Gendron, A. Coakes. 2003. Sperm whales in the Gulf of California: residency, movements, behavior, and the possible influence of variation in food supply. *Marine Mammal Science* 19(3):545–562.
- Kowalewski, M., G.E. Avila Serrano, K.W. Flessa, G.A. Goodfriend. 2000. Dead delta's former productivity: Two trillion shells at the mouth of the Colorado River. *Geology* 28:1059–1062.
- Kupán K, T. Székely, M. Cruz-López, K. Seymour, C. Küpper. 2021. Offspring desertion with care? Chick mortality and plastic female desertion in Snowy Plovers. *Behavioral Ecology* 32:428–439.
- Ladrón de Guevara, P., G. Heckel, B.E. Lavaniegos. 2015. Spatio-temporal occurrence of fin whales (*Balaenoptera physalus*) and euphausiids (*Nyctiphanes simplex*) in the Ballenas Channel, Gulf of California, México. *Ciencias Marinas* 41(2):125–142.
- Ladrón de Guevara, P., B.E. Lavaniegos, G. Heckel. 2008. Fin whales (*Balaenoptera physalus*) foraging on daytime surface swarms of the euphausiid *Nyctiphanes simplex* in Ballenas Channel, Gulf of California, Mexico. *Journal of Mammalogy* 89(3):559–566.
- Lavaniegos, B.E., G. Heckel, P. Ladrón de Guevara. 2012. Seasonal variability of copepods and cladocerans in Bahía de los Angeles (Gulf of California) and importance of *Acartia clausi* as food for whale sharks. *Ciencias Marinas* 38(1A):11–30.
- Leslie, H.M., X. Basurto, M. Nenadovic, L. Sievanen, K.C. Cavanaugh, J.J. Cota-Nieto, B.E. Erisman, E. Finkbeiner, G. Hinojosa-Arango, M. Moreno-Báez, S. Nagavarapu, S.M.W. Reddy, A. Sánchez-Rodríguez, K. Siegel, J.J. Ulibarria-Valenzuela, A.H. Weaver, O. Aburto-Oropeza. 2015. Operationalizing the Social-ecological Systems Framework to Assess Sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* 112(19):5979–5984.
- Lindkvist, E., X. Basurto, M. Schlüter. 2017. Micro-level explanations for emergent patterns of self-governance arrangements in small-scale fisheries: A modeling approach. *PlosOne* 12(4):e0175532.
- Lindsay, G.E. and I. Engstrand. 2002. History of scientific exploration in the Sea of Cortés. In: *A New Islas Biogeography of the Sea of Cortés*. T.J. Case, M.L. Cody, E. Ezcurra (eds.). Oxford University Press.
- López-Calderón, J.M., R. Riosmena-Rodríguez, J. Torre, A. Meling-López, X. Basurto X. 2016. *Zostera marina* meadows from the Gulf of California: conservation status. *Biodiversity and Conservation* 25:261–273.
- Lozano-Montes, H.M., T.J. Pitcher, N. Haggan. 2008. Shifting environmental and cognitive baselines in the upper Gulf of California. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6:75–80.
- Mac Loughlin, C., T. Valdivia-Carrillo, F. Valenzuela-Quiñonez, H. Reyes-Bonilla, R.C. Brusca, A. Munguia-Vega. 2024. eDNA metabarcoding warms up a hotspot of marine biodiversity: Revealing underrepresented taxa in visual surveys and historical records from the Gulf of California. *Marine Biodiversity* 54:22.
- Mancilla-Morales, M.D., E. Velarde, A. Aguilar, A. Contreras-Rodríguez, E. Ezcurra, J.A. Rosas-Rodríguez, J.G. Soñanez-Organis, Y.E.A. Ruiz. 2022. Strong Philopatry, Isolation by Distance, and Local Habitat Have Promoted Genetic Structure in Heermann's Gull. *Diversity* 14:108.
- Mancilla-Morales, M.D., E. Velarde, A. Contreras-Rodríguez, Z. Gómez-Lunar, J.A. Rosas-Rodríguez, J. Heras, J.G. Soñanez-Organis, Y.E.A. Ruiz. 2022. Characterization, Selection, and Trans-Species Polymorphism in the MHC Class II of the Heermann's Gull (Charadriiformes). *Genes* 13:917.
- Marlett, C.M. 2014. *Shells on a Desert Shore: Mollusks in the Seri World*. University of Arizona Press, Tucson, AZ.
- Marlett, C.M. 2019. Changes in Mollusk Consumption by the Seris of Sonora, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 39(2):262–281.
- Martínez-Estévez, L., A. Angulo, M. Estrella Astorga, C.D. Becerra, N. Campaña Leyva, F. Cuevas Amador, J.P. Cuevas Amador, T. de la Vega Carvajal, A. Fernandez Robledo, A.R. Gaos, C.E. Hart, A.H. Weaver, J.L. López, J. Lucero, I. Llamas, A. Mancini, K. Ocegüera, J.A. Seminoff, B.R. Tershy, I.L. Yañez, A. Zavala, D.A. Croll. 2022. Exploring demography and conservation needs of hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) in northwest Mexico. *Oryx* 57(3):392–400.
- Martínez-Estévez, L., J.P. Cuevas Amador, F. Cuevas Amador, K.M. Zilliacus, A. Martinez Pacheco, J.A. Seminoff, J. Lucero, K. Ocegüera, B.R. Tershy, D.A. Croll. 2021. Spatial ecology of hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) in foraging habitats of the Gulf of California, Mexico. *Global Ecology and Conservation* 27:e01540.
- Martínez-Estévez, L., D.L. Steller, K.M. Zilliacus, J.P. Cuevas Amador, F. Cuevas Amador, D. Szuta, S.D. Miller, G.H. Dayton, B.R. Tershy, D.A. Croll. 2022. Foraging ecology of critically endangered Eastern Pacific hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the Gulf of California, Mexico. *Marine Environmental Research* 174:105532.
- Martínez-Torres, M., H. Reyes-Bonilla, F.J. Fernández-Rivera Melo, I. Sánchez-Alcántara, O.T. González-Cuellar, C.D. Morales-Portillo. 2014. Range extension of the blue and yellow damselfish *Chromis limbaughi* (Pomacentridae) to the northern Gulf of California, Mexico. *Marine Biodiversity Records* 7:e43.
- Mascareñas-Osorio, I., O. Aburto-Oropeza, C. Sanchez Ortiz. 2018. Ecological monitoring in reefs of the Gulf of California and Pacific Ocean. *dataMares: Ecological Monitoring. UC San Diego Library Digital Collections* 10: J0KH0KJ3.
- Méndez-Medina, C., A. García-Lozano, A.H. Weaver, S.R. Van Dyck, M. Tercero, M. Nenadovic, X. Basurto. 2021. Understanding Collective Action from Mexican Fishers' Discourses: How Fishers Articulate the Need for the State Support and Self-Governance Capabilities. *International Journal of the Commons* 15(1):395–413.
- Mondragón-Neri, G., J. Gómez-Gutiérrez, F. García-Fernández, D. Gendron, G. Busquets-Vass, C.J. Robinson. 2023. Ontogenetic social behavior and seasonal abundance of the subtropical krill *Nyctiphanes simplex* in northwestern Mexican waters. *Journal of Plankton Research* 45:421–439.
- Morzaria-Luna, H.N., P. Turk-Boyer, J.M. Dorantes-Hernández, E. Polanco-Mizquec, C. Downton-Hoffman, G. Cruz-Piñón, T. Carillo-Lammens, R. Loaiza-Villanueva, P. Valdivia-Jiménez, A. Sánchez-Cruz, V. Peña-Mendoza, A.M. López-Ortiz, V. Koch, L. Vázquez-Vera, J.A. Arreola-Lizárraga, I.G. Amador-Castro, A.N. Suárez Castillo, A. Munguia-Vega. 2020. Fisheries management tools to support coastal and marine spatial planning: A case study from the Northern Gulf of California, Mexico. *MethodsX* 9:101108.

- Morzaria-Luna, H.N., P. Turk-Boyer, E. Polanco-Mizquez, C. Downton-Hoffman, G. Cruz-Piñón, T. Carillo-Lamens, R. Loaiza-Villanueva, P. Valdivia-Jiménez, A. Sánchez-Cruz, V. Peña-Mendoza, A.M. López-Ortiz, V. Koch, L. Vázquez-Vera, J.A. Arreola-Lizárraga, I.G. Amador-Castro, A.N. Suárez Castillo, A. Munguia-Vega. 2022. Coastal and marine spatial planning in the Northern Gulf of California, Mexico: Consolidating stewardship, property rights, and enforcement for ecosystem-based fisheries management. *Ocean and Coastal Management* 197:105316.
- Munguía-Vega, A., J. Torre, P. Turk-Boyer, S.G. Marinone, M.F. Lavín, T. Pfister, W. Shaw, G. Danemann, P. Raimondi, A. Castillo-López, A. Cinti, J.N. Duberstein, M. Moreno-Báez, M. Rojo, G. Soria, L. Sánchez-Velasco, H.N. Morzaria-Luna, L. Bourillón, K. Rowell, R. Cudney-Bueno. 2015. PANGAS: An interdisciplinary ecosystem-based research framework for small-scale fisheries in the Northern Gulf of California. *Journal of the Southwest* 57:337–390.
- Munguia-Vega, A., A.L. Green, A.N. Suarez-Castillo, M.J. Espinosa-Romero, O. Aburto-Oropeza, A.M. Cisneros-Montemayor, G. Cruz-Piñón, G. Danemann, A. Giron-Nava, O. Gonzalez-Cuellar, C. Lasch, M.M. Mancha-Cisneros, G. Marinone, M. Moreno-Baez, H.N. Morzaria-Luna, H. Reyes-Bonilla, J. Torre, P. Turk-Boyer, M. Walther, A.M. Weaver. 2018. Ecological guidelines for designing networks of marine reserves in the unique biophysical environment of the Gulf of California. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 28:749–776. <https://doi.org/10.1007/s11160-018-9529-y>
- Munguia-Vega, A., J.A. Zepeda-Dominguez, M.F. Perez-Alcaron, I.G. Amador-Castro, S. Fulton, M. Walther, M. Rodriguez-Fuentes, C.M. Fumero-Andreu, J. Torre. 2022. Social-ecological networks and connectivity within and between two communities of small-scale fishers in Mexico. *Ecology and Society* 27:24.
- Nenadovic, M., X. Basurto, A.H. Weaver. 2016. Contribution of Subsidies and Participatory Governance to Fishers' Adaptive Capacity. *Journal of Environment and Development* 25(4):426–454.
- Ortega-Ortiz, C.D., R.M. Mata Cruz, T. Gerrodette, D. Gendron. 2022. A photogrametric method to estimate total length of the largest mammal, the blue whale (*Balaenoptera musculus*). *Mammalian Biology* 102:629–643.
- Otálora-Ardila, A., L.G. Herrera M., J.J. Flores-Martínez, C.C. Voigt. 2013. Marine and terrestrial food sources in the diet of the Myotis fishing bat (*Myotis vivesi*). *Journal of Mammology* 94:1102–1110.
- Otálora-Ardila, A., L.G. Herrera M., J.J. Flores-Martínez, K.C. Welch. 2017. The effect of short-term food restriction on the metabolic cost of the acute phase response in the fish-eating (*Myotis vivesi*). *Mammalian Biology* 82:41–47.
- Otálora-Ardila, A., J.J. Flores-Martínez, C. Rosales L., A. Salame-Méndez, L.G. Herrera M. 2022. Physiological and ecological correlates of the cellular and humoral innate immune responses in an insular desert bat: the Fish-eating Myotis (*Myotis vivesi*). *Diversity* 14(10):781–799.
- Palomares-García, J.R., J. Gómez-Gutiérrez, C.J. Robinson. 2013. Winter and summer vertical distribution of epipelagic copepods in the Gulf of California. *Journal of Plankton Research* 35(5):1009–1026.
- Palomares-García, JR, J. Gómez-Gutiérrez, E. Kozak, C. Franco-Gordo, C.J. Robinson. 2013. Producción de huevos y distribución vertical del copépodo *Centropages furcatus* en zonas oceánicas del Golfo de California. *Hidrobiológica* 23(2):187–197.
- Perez-Alarcón, F., J. Torre-Cosío, A.L. Figueroa Carranza, A. Cabrera-Murrieta, M.J. Espinosa-Romero, A. Suárez-Castillo, S. Fulton. 2017. Definición de herramientas para el manejo sustentable de los recursos pesqueros en la isla San Pedro Nolasco (Guaymas, Sonora, México) desde un enfoque participativo multisectorial. *Ciencia Pesquera* 25:35–50.
- Pérez-Puig, H., A.A. Del Razo, D.A. Gallardo, J. Bolaños. 2024. The departure of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in response to the declining jumbo squid (*Dosidicus gigas*) population in the central portion of the Gulf of California. *PeerJ* 12:e18117.
- Portner, E.J, U. Markaida, C.J. Robinson, W.F. Gilly. 2020. Trophic ecology of the Humboldt squid, *Dosidicus gigas*, in conjunction with body size and climatic variability in the Gulf of California, Mexico. *Limnology and Oceanography* 99:1–17.
- Portner, E.J., K.J. Benoit-Bird, E.L. Hazen, C.M. Waluk, C.J. Robinson, J. Gómez-Gutiérrez, W.F. Gilly. 2022. Depression and recovery of pelagic acoustic backscattering following El Niño events in the Gulf of California. *Progress in Oceanography* 206:102823.
- ProLedesma, R.M., M.A. Torres-Vera, R. Rodolfo-Metalpa, C. Angeles, C.H. Lechuga Deveze, R.E. Villanueva Estrada, E. Shumilin, C. Robinson. 2013. High heat flow and ocean acidification at a nascent rift in the northern Gulf of California. *Nature Communications* 4:1388.
- Quintana, A., X. Basurto, S. Rodriguez Van Dyck, A.H. Weaver. 2020. Political making of more-than-fishers through their involvement in ecological monitoring of protected areas. *Biodiversity and Conservation*, 29:3899–3923.
- Reynolds, K.S., C.M. Kurle, D.A. Croll, D.L. Steller, D. Szuta, S.D. Miller, L. Martínez-Estévez. 2023. Diet of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the Gulf of California, Mexico. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 33:917–925.
- Robinson, C.J., J. Gomez-Gutierrez, J.D. Salas De Leon. 2013. Jumbo Squid (*Dosidicus gigas*) landings in the Gulf of California related to the remotely sensed SST and concentrations of chlorophyll *a* (1998–2012). *Fisheries Research* 137:97–103.
- Robinson, C.J., L. Aviles-Diaz, J. Gomez-Gutierrez, C. Salinas-Zavala, S. Camarillo-Coop. A. Mejia-Rebollo. 2014. Hydroacoustic survey of the jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California during March and September–October 2010. *Hidrobiológica* 24:39–49.
- Robinson, C.J, G.J. Gomez, U. Markaida, W.F. Gilly. 2015. Prolonged decline of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) landings in the Gulf of California is associated with chronically low wind stress and decreased chlorophyll *a* after El Niño 2009–2010. *Fisheries Research* 173:128–138.
- Robinson, C.J. 2016. Evolution of the 2014–2015 sea surface temperature warming in the central west coast of Baja California, Mexico, recorded by remote sensing. *Geophysical Research Letters* 43:7066–7071.
- Rodriguez, C., K.W. Flessa, M.A. Téllez-Duarte, D.L. Dettman, G.A. Avila-Serrano. 2001. Macrofaunal and isotopic estimates of the former extent of the Colorado River estuary, Upper Gulf of California, México. *Journal of Arid Environments* 49:183–193.
- Rodriguez, C., K.W. Flessa, D.L. Dettman. 2001. Effects of upstream diversion of Colorado River water on the estuarine bivalve mollusc *Mulinia coloradoensis*. *Conservation Biology* 15:249–258.
- Rodríguez-Félix, D., M.A. Cisneros Mata, D. Guevara-Aguirre, E.A. Aragon-Noriega, E. Alcántara-Razo. 2018. Variability in fecundity of the brown crab, *Callinectes bellicosus* Stimpson, 1859 (Brachyura, Portunidae), along the coast of Sonora. *Crustaceana* 9:1523–1536.
- Rowell, K., K.W. Flessa, D.L. Dettman, M.J. Román, L.R. Gerber, L.T. Findley. 2008. Diverting the Colorado River leads to a dramatic life history change in a marine fish. *Biological Conservation* 141:1138–1148.
- Ruiz-Coolley, R.I., D. Gendron, S. Aguñiga, S. Mesnick, J.D. Carriquiry. 2004. Trophic relationships between sperm whales and jumbo squid using stable isotopes of C and N. *Marine Ecology Progress Series* 277:275–283.
- Ruiz-Coolley, R.I., U. Markaida, D. Gendron, S. Aguñiga. 2006. Stable isotopes on jumbo squid (*Dosidicus gigas*) beaks to estimate its trophic position: comparison between stomach contents and stable isotopes. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 86:437–445.

- Ruiz, E.A., A. Aguilar, E. Velarde. 2017. Demographic history of Heermann's Gull *Larus heermanni* (Charadriiformes: Laridae) from late Quaternary to present: Effects of past climatic changes in the Gulf of California. *The Auk: Ornithological Advances* 134:308–316.
- Ruvalcaba-Aroche, E.D., L. Sánchez-Velasco, E. Beier, E.D. Barton, V.M. Godínez, J. Gómez-Gutiérrez, R. Rincón-Martínez. 2022. Ommastrephid squid paralarvae potential nursery habitat in the tropical-subtropical convergence off Mexico. *Progress in Oceanography* 202:102762.
- Schöne, B.R., K.W. Flessa, D.L. Dettman, D.H. Goodwin. 2003. Upstream dams and downstream clams: Growth rates of bivalve mollusks unveil impact of river management on estuarine ecosystems (Colorado River Delta, Mexico). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 54:715–726.
- SEMARNAT. 2012. Plan de manejo tipo para peces marinos de ornato. México, D.F. Gobierno de Mexico. <https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/gestionambiental/vidasilvestre/Documents/Planes%20de%20Manejo/PM%20Peces%20Ornato%2031%20octubre%202012.pdf>
- Siegelman, B., N. Haenn, X. Basurto. 2019. "Lies build Trust": Social Capital, Masculinity, and Community-Based Resource Management in a Mexican fishery. *World Development* 123:104601.
- SiMar. 2024. InfoOceanos. CONABIO. <https://simar.conabio.gob.mx/sidmo-infoceanos>
- Stadelmann, B., L.G. Herrera, J.J. Flores-Martínez, B.P. May, J. Arroyo Cabrales, M. Ruedi. 2004. Molecular systematics of the fishing bat *Myotis (Pizonyx) vivesi*. *Journal of Mammalogy* 85:133–139.
- Sáenz-Arroyo, A., C.M. Roberts, J. Torre, M. Cariño-Olvera, R.R. Enríquez-Andrade. 2005. Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272:1957–1962.
- Sáenz-Arroyo A., C.M. Roberts, J. Torre, M. Cariño-Olvera, J.P. Hawkins. 2006. The value of evidence about past abundance: marine fauna of the Gulf of California through the eyes of 16th to 19th century travelers. *Fish and Fishers* 7:128–146.
- Steinbeck J. and E.F. Ricketts. 1941. *Sea of Cortez: A Leisurely Journal of Travel and Research*. The Viking Press.
- Suárez-Castillo, A.N., J. Torre-Cosío, M. Rojo-Amaya, F.J. Fernández-Rivera Melo, C. Talamantes, A.L. Figueroa-Carranza, E. Mariano-Meléndez, J. Urciaga-García, A. Cabrera, A. Sáenz-Arroyo, O. Aburto-Oropeza, R. Riosmena-Rodríguez. 2014. Valoración económica de los servicios ecosistémicos de los bosques de sargassum en el Golfo de California, Mexico. In J. Urciaga (Ed.), *Desarrollo regional en Baja California Sur: una perspectiva de los servicios ecosistémicos* (pp. 79-111). Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur.
- Tershy, B.R., D. Breese, and D.A. Croll. 1997. Human perturbations and conservation strategies for San Pedro Mártir Island, Gulf of California, México. *Environmental Conservation* 24:261–270.
- Thompson Poo, D.C., J.C. Rodríguez-Villalobos, A. Ayala-Bocos, H. Reyes-Bonilla. 2021. Informe de Política: Regulación de Peces Herbívoros asociados a arrecifes coralinos en el Golfo De California, México. DOI:10.13140/RG.2.2.26568.65288.
- Turk Boyer, P.J. and P.A. Valdivia-Jimenez (Eds.). 2019. Intercultural Center for the Study of Deserts and Oceans. 2019. A new path forward for ecosystem & fisheries management in Mexico: Coastal-marine spatial planning and integrated management in the Puerto Peñasco - Puerto Lobos biological and fisheries corridor, Sonora, Mexico. CEDO Intercultural, Puerto Peñasco, Sonora, México.
- Urias-Leyva, H., G. Aceves-Medina, R. Avendaño-Ibarra, R. Saldierna-Martínez, J. Gómez-Gutiérrez, C.J. Robinson. 2018. Regionalization in the distribution of larval fish assemblages during winter and autumn in the Gulf of California. *Latin American Journal of Aquatic Research* 46:20–36.
- Valdivia-Jiménez P., S.A. Pérez-Valencia, P. Turk-Boyer, L. López-Herrera, E. Polanco-Mizquez, C.E. Wong-López. 2015. Manifestación de Impacto Ambiental para la Pesca Ribereña Responsable en la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado: Una Herramienta de Planeación y Manejo Ecosistémico Participativo, Logros, Retos y Lecciones Aprendidas. Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C., Puerto Peñasco, Sonora.
- Valdivia-Carrillo, T., A. Rocha-Olivares, H. Reyes-Bonilla, J.F. Dominguez-Contreras, A. Munguia-Vega. 2021. Integrating eDNA metabarcoding and simultaneous underwater visual surveys to describe complex fish communities in a marine biodiversity hotspot. *Molecular Ecology Resources* 21:1558–1574.
- Valenzuela-Molina, M., S. Atkinson, K. Mashburn, D. Gendron, R.L. Brownell. 2018. Fecal steroid hormones reveal reproductive state in female blue whales sampled in the Gulf of California, Mexico. *General and Comparative Endocrinology* 261:127–135.
- Velarde, E., J-L. E. Carton, H. Drummond, D.W. Anderson, F. Rebón Gallardo, E. Palacios, C. Rodríguez. 2005. Nesting seabirds of the Gulf of California's offshore islands, diversity, ecology, and conservation. In: *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico*. J-L. E. Carton, G. Ceballos, R.S. Felger (eds.). Oxford University Press.
- Ventura-Domínguez, P.D., J. Gómez-Gutiérrez, R. De Silva-Dávila, E. González-Rodríguez, A.R. Sánchez-Uvera, Á.A. Silveyra-Bustamante, A. Traviña-Castro, O. Aburto-Oropeza, C. Sánchez. 2022. Community structure and biomass of euphausiids and mysids through a weekly time series from 2014 to 2017 in Cabo Pulmo National Park, Mexico. *Progress in Oceanography* 208:102881.
- Vidal, O., R.L. Brownell, L.T. Findley, J. Torre, R.C. Brusca. 2024. Vaquita *Phocoena sinus* Norris and McFarland, 1958. In: Jefferson, T.A. (ed.), *Ridgway & Harrison's Handbook of Marine Mammals, Volume 1: Coastal Dolphins and Porpoises*. Academic Press, London.
- Villa-Diharce, E.R., M.A. Cisneros-Mata, D. Rodríguez-Félix, E.A. Ramírez-Félix, G. Rodríguez-Domínguez. 2021. Molt-ing and individual growth models of *Callinectes bellicosus*. *Fisheries Research* 239:105897.
- Villaseñor-Derbez, J.C., I.G. Amador-Castro, A. Hernández-Velasco, J. Torre, S. Fulton. 2022. Two decades of community-based marine conservation provide the foundations for future action. *Frontiers in Marine Science* 9:893104.
- Villaseñor-Derbez, J.C., S. Fulton, A. Hernández-Velasco, I.G. Amador-Castro. 2023. Biomass accrual benefits of community-based marine protected areas outweigh their operational costs. *Frontiers in Marine Science* 10:1180920.
- Volkmer, T., K. Kupán, V.A. Rohr-Bender, M. Guirao-Ortiz, M. Cruz-López, S. Gómez del Angel, L. Falcão Rodrigues, L. Eberhart-Hertel, C. Küpper. 2024. Hidden in plain sight: camouflage and hiding behaviour of wild precocial chicks in an open landscape. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 78:73.
- Whittome, G., J. Calambokidis, A.B. Douglas, M. Fishbach, R. Sears, P.S. Hammond. 2024. Changes in blue whale survival and abundance in the Gulf of California. *Marine Mammal Science*:e13132
- Wilder, B.T. and R.S. Felger. 2010. Cardons, guano, and isolation: The flora and vegetation of San Pedro Mártir Island, Gulf of California, Mexico. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 42:1–24.
- Wilder, B.T., A.T. Becker, D.L. Dettman. 2022. Marine subsidies produce cactus forests on desert islands. *Scientific Reports* 12:17110.
- Wilder, B.T., L. Lozano, J. MacKay, C. de la Rosa, E. Bustamante, D. Zazueta (Editors). 2024. N-Gen Summit 2024: Reconnecting the Sonoran Desert. Next Generation Sonoran Desert Researchers.

APÉNDICE 1.

ENCUESTA SOBRE LA SALUD ECOLÓGICA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

[* = required]

Section 1. Researcher Information / Información del investigador

Please enter your personal information. / Por favor ingresa tu información personal.

Name*

Email*

Affiliation (select from dropdown menu) / Afiliación (seleccione del menú desplegable)*

Options:

- Government
- Academia
- Non-Governmental Organization
- Independent
- Business
- Other

Who does the data belong to? (can have multiple selections) / ¿A quién pertenecen los datos? (puedes tener múltiples selecciones)*

Options:

- Organization
- Individual
- Other

Which country are you based in? / ¿En qué país estás basado?*

Options:

- Mexico
- United States
- Other

List any key collaborators as part of this work. / Enumere los colaboradores clave como parte de este trabajo.*

[open text]

2. Study Information / Información del estudio

In this section, please respond to the prompts for each study for which you have a substantial data set. Each study is one submission, so you will need to submit multiple survey for each study. / En esta sección, responde a las indicaciones para cada estudio para el cual tengas un conjunto de datos sustancial. Cada estudio es una presentación, por lo que deberás enviar varias encuestas para cada estudio.

Researcher Name*

[Populated by names entered in Section 1]

Study Name / Nombre del estudio*

[open text]

Taxonomic group (select from the drop down options, can have multiple selections) / Grupo taxonómico (seleccione de las opciones desplegables, (puedes tener múltiples selecciones))*

Options:

- Marine mammals
- Terrestrial mammals
- Fish
- Birds
- Plants
- Algae
- Invertebrates
- Others

Please enter the scientific and common name(s) of your study species (if multiple species, can enter more than one) / Por favor ingresa el nombre científico y común de tu especie de estudio (si hay varias especies, puede ingresar más de una).*

[open text]

Biome (can have multiple selections) / Bioma (puede tener múltiples selecciones)*

Options:

- Terrestrial
- Marine
- Land-Sea connections

Ecosystem (can have multiple selections) / Ecosistema (puede tener múltiples selecciones)*

Options:

- Estuary
- Islands
- Desert
- Reefs
- Benthic
- Offshore
- Coastal
- Other

Region of the Gulf of California (can have multiple selections) / Región del Golfo de California (puede tener múltiples selecciones)*

Options:

- Upper Gulf / Alto Golfo
- Midriff Islands / Gradnes Islas
- Península Central (Bahía de Los Ángeles to Loreto)
- Lower Coastal Peninsula (Loreto and south)
- Lower Coastal Sonora and/or Sinaloa (Guaymas and south)
- Lower Gulf (in Gulf south of Midriff Islands)

Please describe where your study is focused using place names / Describe dónde se centra tu estudio utilizando nombres de lugares.*

[open text]

Does your study occur in connection with any human communities. If so, which ones? / ¿Su estudio ocurre en conexión con alguna comunidad humana? ¿De ser así, cuáles?

[open text]

Please upload a map of your study sites [optional] / Adjunte un mapa de tus sitios de estudio *[opcional]*

What are the core methods of your study? (can have multiple selections) / ¿Cuáles son los métodos centrales de tu estudio? (puedes tener múltiples selecciones)*

Options:

- acoustic
- banding/tagging
- camera traps
- count-based
- DNA
- photography
- plot-based
- questionnaires
- specimen collections
- transect-based
- Other

What year did this project start / ¿En qué año empezó este proyecto?*

[open text]

What year did this project end, or is it ongoing? / ¿En qué año finalizó este proyecto o está en curso?*

[open text]

How frequently is data taken? / ¿Con qué frecuencia se toman los datos?*

[open text]

Data Curation / Procesamiento y almacenamiento de datos

How is the data of this study curated? (select from options, can have multiple selections) / ¿Cómo se seleccionan los datos de este estudio? (selecciona entre opciones, puede haber múltiples selecciones)*

Options:

- Public repository
- Digitized (on a personal computer)
- Hard copy
- Special collections
- Published

If you use a public repository, which one(s)? / Utilizas un repositorio-almacén público, ¿cuál(es)?

[open text]

If you have published on this study please share the reference(s) to the relevant publications / Si ha publicado sobre este estudio, comparte las referencias de las publicaciones relevantes.

[open text]

Goals of Research / Objetivos de la investigación

Please describe the ecological processes you are investigating in this study (250 words or less). / Describe los procesos ecológicos que estás investigando en este estudio (250 palabras o menos).*

[open text]

Finances / Finanzas

In order to have a general sense of the scale of investment in long-term research in the region, estimate the total amount of funding (in USD) invested in your work collectively over the years (including personnel costs). (select from options) [optional]

Options:

- \$0 to \$5,000
- \$5,000 to \$25,000
- \$25,000 to \$50,000
- \$50,000 to \$100,000
- \$100,000 to \$250,000
- \$250,000 to \$500,000
- \$500,000 to \$1m
- \$1m to \$1.5m
- Over \$5m

3. Trends / Tendencias

For each of the studies you have provided information for, please describe the most important trends you see in your data set since you have been collecting data.

[Select your name and each study you entered, one by one, to fill in the requested information.]

Para cada uno de los estudios de los que has proporcionado información, describe las tendencias más importantes que observas en tu conjunto de datos desde su recopilación.

[Selecciona tu nombre y cada estudio que ingresaste, uno por uno, para completar la información solicitada.]

Researcher*

[Populated by names entered in Section 1]

Study Name*

[Populated by studies entered in Section 2]

Qualitatively describe the trend(s) you have observed in 250 words or less / Describe cualitativamente las tendencias que has observado en 250 palabras o menos.*

[open text]

Quantitatively describe the trend in 250 words or less And/Or upload an image/file below / Describe cuantitativamente la tendencia en 250 palabras o menos y/o adjunta una imagen/archivo a continuación*

[open text]

Upload a figure(s) to help describe the quantitative pattern [optional] / Adjunta una(s) figura(s) para ayudar a describir el patrón cuantitativo *[opcional]*

Categorize the trends you are observing. Please select one of the following options to categorize the trajectory of this trend. These six options are defined in the adjacent figure*

Options:

- Rapidly Improving
- Improving
- Stable
- Degrading
- Rapidly degrading
- Undetermined

If you have multiple trends that you are observing within this study please elaborate. (e.g. if one species in the study is stable, but others are in decline) / Si tiene múltiples tendencias que está observando en este estudio, explíquelas.

[open text]

Select type of baseline used / Seleccione el tipo de línea base utilizada*

Options:

- Established from your own data set
- Established by previous data or information
- Not yet established
- Unable to establish

Please briefly describe the baseline type selected above that you are using as context for the trend assessment / Describa brevemente la línea base que seleccionaste arriba aque está utilizando como contexto para la evaluación de tendencias*

[open text]

Declaración

Las condiciones parecen estar cambiando a un ritmo que conducirá a un mejor estado dentro de cinco años.

Las condiciones están mejorando.

Dentro de los límites de la variación normal, no se prevén cambios consistentes provenientes de fuentes antropogénicas o de otro tipo.

Las condiciones se están degradando

Las condiciones parecen estar cambiando a un ritmo que conducirá a un estado degradado dentro de cinco años.

No hay información suficiente para establecer una base para la tendencia, o los datos son muy variables y no se pueden distinguir las tendencias.

Clasificación



Mejorando rápidamente



Mejorando



Estable



Degradándose



Degradándose rápidamente



Indeterminado

¿Cuál es la salud ecológica de los ecosistemas marinos y costeros del Golfo de California?

Este reino marino cuenta con abundantes estudios ecológicos a largo plazo —oro científico— que, sin embargo, siguen siendo en gran medida independientes o poco conocidos. Aquí comenzamos a identificar los estudios disponibles, presentamos lo que nos muestran e identificamos lo que aún falta.

