

UC San Diego

Technical Reports

Title

Mega fauna en Revillagigedo: investigación, riesgos y rumbo futuro

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/7rd5x6zd>

ISBN

978-1-4951-2227-9

Authors

Carone, Erica

Magallón Flores, Lorena Citlalli

Reséndiz, Eduardo

et al.

Publication Date

2025-03-27

Peer reviewed

4



Megafauna en Revillagigedo: investigación, riesgos y rumbo futuro

Erica Carone¹,
Lorena Citlalli Magallón Flores¹,
Eduardo Reséndiz^{2,3},
Jorge Urbán Ramírez⁴,
James Ketchum^{5,6,7},
Edgar Mauricio Hoyos Padilla^{5,7},
Luis Medrano González⁸

¹Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación, A. C., Calle del Pirata 450, Benito Juárez, 23090 La Paz, Baja California Sur, México.

²Departamento Académico de Ciencia Animal y Conservación del Hábitat, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Carretera al Sur km 5.5, El Mezquitito 19-B, 23080 La Paz, Baja California Sur, México.

³Health Assesments in Sea Turtles from Baja California Sur (HastBCS), Villa Ballena 330, Villas del Encanto, 23085 La Paz, Baja California Sur, México.

⁴Programa de Investigación de Mamíferos Marinos, Departamento de Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S., 23080, México.

⁵Pelagios Kakunjá A.C., Sinaloa 1540, Las Garzas, 23070, La Paz, México.

⁶Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), 23096 La Paz, México.

⁷MigraMar, Bodega Bay, California, Estados Unidos.

⁸Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán; México, DF. México. 04510.

Página anterior: Tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) en la Isla Socorro. Foto por: Erick Higuera.

Introducción

La megafauna marina abarca una diversidad de especies, incluyendo mamíferos marinos, osteíctios de gran tamaño, condríctios y tortugas marinas. Aunque ciertas aves acuáticas, como los albatros, podrían considerarse parte de la megafauna marina, se omiten en este capítulo y se tratarán en una sección posterior. Muchas especies de megafauna actúan como superdepredadoras, regulando las poblaciones de sus presas y ejerciendo influencia en la distribución y el comportamiento de otras especies, promoviendo así la biodiversidad (Musick, 1999). Además, organismos como las ballenas desempeñan un papel importante en el ciclo de nutrientes al concentrar y reciclar eficientemente los mismos a través de su alimentación y excreción, lo que contribuye significativamente a la productividad primaria y sostiene la red alimentaria marina (Ratnarajah et al., 2014). La megafauna marina, con sus características ontogenéticas e historias de vida marcadas por migraciones extensas e interacciones en diversos ecosistemas, actúa como importante bioindicador, siendo sensible a estresores ambientales y antrópicos (Aguirre y Lutz, 2004; Perrault et al., 2017). Dada su multifacética contribución ecológica, la conservación de la megafauna marina es crucial, ya que su degradación o pérdida podría desencadenar efectos en cascada en el ecosistema marino (Pimiento et al., 2020).

Las islas oceánicas son hábitats clave en los ciclos de vida de la megafauna marina, albergando una variedad de hábitats que incluyen zonas costeras, arrecifes de coral y aguas profundas. Las áreas protegidas alrededor de estas islas facilitan comportamientos clave como el apareamiento, la lactancia y la anidación. Además, el “efecto de masa de isla” induce perturbaciones

en el flujo oceánico, lo que influye en la formación de zonas de surgencia y convergencia (Mann y Lazier, 1991), aumentando la productividad primaria y proporcionando oportunidades de alimentación para la fauna marina. Las islas oceánicas albergan una amplia variedad de especies, desde aquellas que residen permanentemente en la zona hasta aquellas que las visitan estacionalmente durante sus migraciones de larga distancia. La presencia de estas especies, junto con los efectos del entorno insular, crea un ecosistema único y rico en biodiversidad.

El Archipiélago de Revillagigedo, declarado Patrimonio Natural de la Humanidad por la UNESCO el 17 de julio de 2016, destaca como un punto crucial para la megafauna marina, albergando numerosas especies de mamíferos marinos, tortugas marinas, tiburones y grandes peces depredadores. Esta rica biodiversidad ha contribuido a convertirlo en un lugar único que atrae a visitantes y científicos de todo el mundo, fortaleciendo así su importancia tanto ecológica como científica (Figura 1).

Amenazas

Numerosas especies de megafauna marina se encuentran en un estado crítico de conservación (Lascelles et al., 2014). Características como la baja fecundidad, la alta longevidad, el crecimiento lento y la madurez tardía las vuelven particularmente susceptibles a la explotación y obstaculizan su rápida recuperación poblacional (Temple et al., 2018). Estas especies, a menudo consideradas “carismáticas”, actúan como “especies emblemáticas”, capturando la atención del público y ganando apoyo para iniciativas de conservación más amplias. Además, pueden servir como “especies paraguas”, las cuales son especies que requieren de grandes extensiones para el mantenimiento de poblaciones mínimas viables debido a sus características biológicas o ecológicas. Estas especies son seleccionadas para su protección con el objetivo de

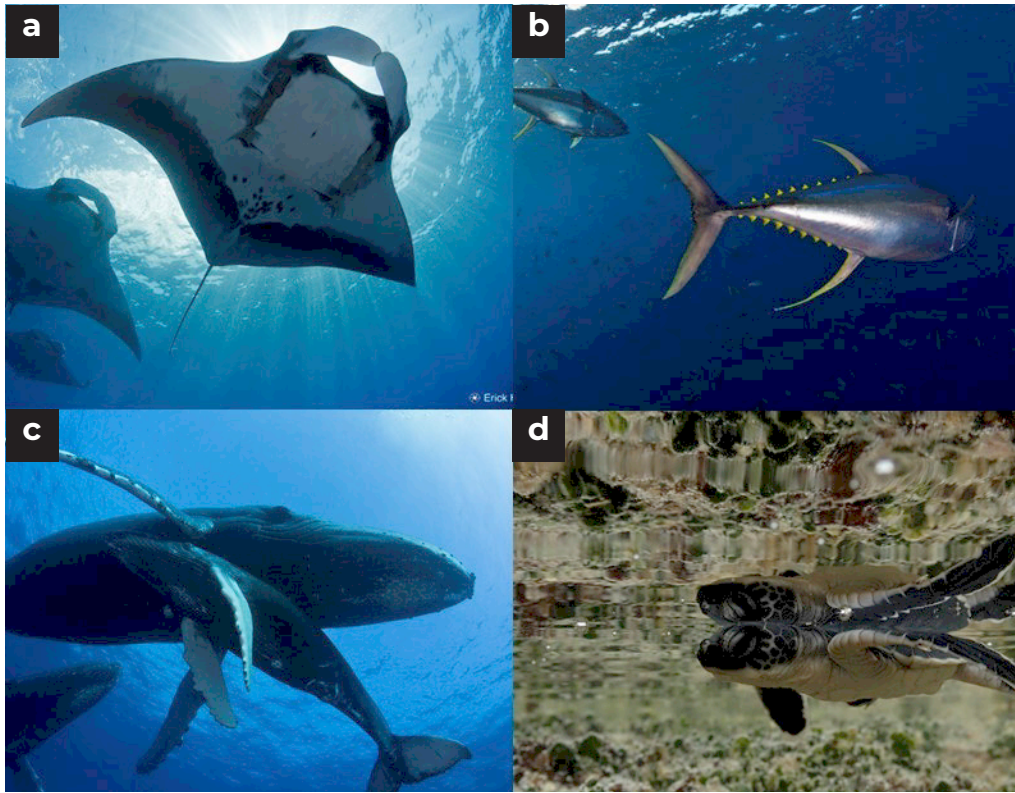


Figura 1: Ejemplos de megafauna marina en el Archipiélago de Revillagigedo: Foto A, B y C por Erick Higuera; Foto D por Héctor Hernández.

conservar un hábitat o un ecosistema en su conjunto, lo que indirectamente puede beneficiar a muchas otras especies que comparten el mismo entorno (Sergio et al., 2008; Catalá, 2011).

En algunos países, ha habido un cambio en la percepción y uso de la megafauna marina, pasando de actividades extractivas como la pesca o la caza a actividades no extractivas como la observación de la vida silvestre. Aunque inicialmente el enfoque se ha centrado en los mamíferos marinos, especialmente los cetáceos, las tendencias recientes han ampliado la atención hacia especies históricamente percibidas de manera negativa, como los elasmobranchios (Mazzoldi et al., 2019). Sin embargo, las amenazas a este grupo

continúan siendo impulsadas por actividades humanas, como la pérdida de hábitat, la contaminación y la captura incidental en aparejos de pesca.

Dadas las importantes funciones ecológicas que desempeñan las islas oceánicas en los ecosistemas pelágicos, y sus endemismos, se han establecido varias Áreas Marinas Protegidas (AMPs) en las aguas circundantes. Ejemplos notables incluyen las AMPs alrededor de las Islas Galápagos, Raja Ampat y la Isla del Coco, que han implementado medidas específicas para conservar la megafauna marina única. Sin embargo, la eficacia de estas medidas de protección puede variar debido a factores como la aplicación, la financiación y la cooperación local. En este contexto, el AMP de Revillagigedo actúa como santuario para especies amenazadas como el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), clasificado como en peligro en la Lista Roja de la UICN, y el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), catalogado como en peligro crítico, ambos ampliamente afectados por la pesca comercial (Rigby et al., 2009; Aldana-Moreno et al., 2019). Además, el archipiélago sirve como hábitat para la tortuga verde del Pacífico Oriental (*Chelonia mydas*), otra especie clasificada como en peligro de extinción. Esta especie enfrenta numerosas amenazas antrópicas en el Océano Pacífico, incluyendo el enredo en aparejos de pesca, la degradación del hábitat y la captura selectiva. Es importante destacar también la captura intencional para consumo y tráfico ilegal, que implica diversos productos y subproductos de esta tortuga como caparazón, piel, carne y huevos (Wallace et al., 2023). Las playas de las islas Clarión y Socorro dentro del archipiélago han sido identificadas como sitios críticos de anidación para esta especie (Argueta-Valadez, 1994; Holroyd y Trefry, 2010), subrayando la importancia de proteger esta región para su supervivencia en el Océano Pacífico oriental. Sin embargo, aunque las medidas de protección en estas áreas pueden mitigar eficazmente las amenazas directas que afectan a las especies de megafauna marina, a menudo proporcionan una resiliencia limitada frente a desafíos más amplios, como la contaminación. Por ejemplo, un estudio de

referencia sobre contaminación plástica en el Archipiélago de Revillagigedo ha revelado un promedio de 4,8 plásticos/1000 m² en 47 muestras recolectadas con una red manta, corroborando hallazgos de otros estudios globales sobre plásticos flotantes en hábitats marinos (Pelamatti et al., 2021).

Retos y potencial de conservación del turismo

En los últimos años, varias especies de megafauna marina han emergido como atracciones destacadas en numerosos sitios alrededor del mundo, contribuyendo así a las economías locales y nacionales. La observación de estos animales en sus hábitats naturales, ya sea desde embarcaciones o mediante el snorkel y el buceo submarino, ha generado una mayor conciencia pública sobre la importancia de su conservación. Esto ha resultado en una transición del uso extractivo a uno no extractivo de la megafauna marina (Cater, 2008; McIvor, 2022). México se encuentra entre los diez principales destinos mundiales para el avistamiento de ballenas y se ha consolidado como un lugar codiciado para la industria del buceo con tiburones. En este sentido, el AMP de Revillagigedo es un destino popular para el ecoturismo marino, atrayendo anualmente entre 2 000 y 3 500 visitantes (CONANP, 2019). Con un enfoque principal en el buceo, las actividades turísticas resaltan los encuentros con la carismática megafauna, incluyendo mantas gigantes, diversas especies de tiburones y bancos de atunes. La temporada de buceo en el archipiélago se extiende de noviembre a junio, con una pausa durante los meses de verano debido a la temporada de huracanes del Pacífico Oriental Tropical. En cuanto a los cetáceos y las tortugas, no hay un turismo específico en torno a ellos en el archipiélago, y los avistamientos son predominantemente oportunistas. Es relevante destacar que, de enero a marzo, las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) son avistadas con frecuencia alrededor de las islas, durante la

navegación o el buceo. Además, las redes sociales están llenas de imágenes y videos que capturan a los turistas buceando con toninas (*Tursiops truncatus*).

Debido a la lejanía del archipiélago y a los desafíos asociados con la organización de campañas de monitoreo a largo plazo, el turismo de buceo en la región ha comenzado a atraer una mayor atención académica. Los operadores turísticos y los buzos recreativos están colaborando con los investigadores en proyectos de ciencia ciudadana para fortalecer el monitoreo y la comprensión de las poblaciones de megafauna marina en esta región. Como resultado, existen numerosos proyectos en los que participan los ciudadanos para contribuir a las bases de datos de fotoidentificación de especies como mantas gigantes, tiburones ballena, delfines y ballenas jorobadas. La participación comunitaria es crucial; no solo genera cambios positivos en las actitudes de los turistas y mejora la comprensión de las especies, sino que también facilita la implementación de futuras estrategias de conservación y planes de manejo.

Sin embargo, además de producir cambios positivos en términos de conciencia de conservación, crecimiento económico y oportunidades de investigación, el turismo puede tener impactos negativos en estas especies. Investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo están destacando cómo la gestión inadecuada de las actividades puede afectar negativamente tanto el comportamiento como la fisiología de estos organismos. Por ejemplo, varios estudios informan que la presencia de embarcaciones turísticas genera cambios a corto plazo en las tasas respiratorias y metabólicas, las direcciones de nado, el tiempo de buceo, la alimentación y la sincronización en algunas especies de tiburones, mamíferos marinos y tortugas (Au y Perryman, 1982; Evans et al., 1992; Allen y Read, 2000; Hastie et al., 2003; Barnett et al., 2016; Griffin et al., 2017). Además, el tráfico de embarcaciones relacionado con el turismo puede aumentar el riesgo de colisiones con la megafauna marina, lo

que provoca lesiones o muertes. Por ejemplo, en el norte de Quintana Roo, México, una región conocida por ser un destino popular de observación de megafauna marina, una estimación basada en seis años de registros ha revelado que al menos el 30% de los tiburones ballena observados presentaban algún tipo de lesión de origen antrópico (De la Parra-Venegas et al., 2016).

En el Archipiélago de Revillagigedo se han establecido medidas regulatorias generales para mitigar los impactos antropogénicos sobre la megafauna marina y viceversa. Por ejemplo, la Regla 34 del programa de manejo del Parque Nacional Revillagigedo estipula que, en presencia de ballenas, especialmente con crías, se debe evitar lanzarse o iniciar un buceo para su avistamiento (CONANP, 2019). Además, la Regla 44 estipula que, para el caso de la observación de eventos predatorios conocidos como comeríos, las personas deben evitar nadar o bucear dentro del comerío, manteniendo una distancia prudente y utilizando traje de neopreno en todo momento (CONANP, 2019). También se debe mantener una distancia prudente y llevar traje de neopreno en todo momento. Respecto a la investigación sobre el impacto del ecoturismo en la megafauna marina del archipiélago, los estudios existentes se encuentran principalmente en fase piloto y arrojan resultados preliminares. Por ejemplo, un estudio sobre el impacto del buceo recreativo en la abundancia de tiburones ha señalado que el número de buzos presentes en un entorno determinado no muestra una correlación estadísticamente significativa con la abundancia de tiburones. Sin embargo, en dicho estudio se ha observado que es más probable avistar grupos de tiburones más grandes cuando el número de buzos es inferior a siete (Cacho-Movellan, 2022). Otro estudio ha constatado que la manta gigante exhibe una mayor tendencia a cesar comportamientos negativos cuando se encuentra en presencia de buzos pasivos, lo que sugiere una adaptación de estos animales a la presencia humana (Gómez García et al., 2021). Además, en la misma especie se ha encontrado evidencia sobre la respuesta al estrés oxidativo, con una elevación

estadísticamente significativa durante los períodos de turismo reducido en comparación con los períodos de alta actividad turística (Hernández-Navarro et al., 2023). En el contexto de la investigación sobre cetáceos, algunos estudios han comparado los patrones de comportamiento superficial y respiración de las ballenas jorobadas, comparando individuos en Bahía de Banderas—una región con un impacto humano significativo—con aquellos en Revillagigedo, una zona comparativamente prístina (Villavicencio-Llamosas, 2000; Ruíz-Rodríguez, 2004; García-Chávez, 2016). De esta comparación, se observan diferencias regionales en los patrones de ventilación, con duraciones de apnea más largas en Bahía de Banderas, lo que potencialmente afecta el uso de las reservas de energía de los individuos. Por último, actualmente no existen estudios que investiguen el efecto del turismo en Revillagigedo sobre otros cetáceos o tortugas marinas.

Estado de la investigación

En esta sección se presenta el primer análisis cuantitativo de las tendencias en la investigación de la megafauna marina en el Archipiélago de Revillagigedo. Se realizaron búsquedas de investigaciones revisadas por pares en inglés y español utilizando *Google Scholar*, junto con datos de tesis, informes técnicos, actas de congresos y libros. Las palabras clave empleadas para estas búsquedas están detalladas en la Tabla 1. Los datos recopilados fueron clasificados por el año de publicación, autor, afiliación, isla, tema de investigación y los principales taxones estudiados (mamíferos marinos, osteíctios, condríctios y tortugas marinas). Este proceso arrojó un total de 145 documentos, que incluyen 82 artículos, cuatro actas de congresos, 45 tesis, cinco informes técnicos, ocho libros y una base de datos (Figura 2).

La primera evidencia documentada de megafauna marina en el archipiélago se remonta a 1793, cuando el capitán James Colnett, en su diario

Tabla 1: Términos de búsqueda utilizados para localizar y adquirir literatura relevante para la revisión sistemática.

Términos genéricos	Chondrichthyes	Mamíferos marinos	Tortugas
Archipiélago de Revillagigedo	Tiburones	Mamíferos marinos	Tortugas marinas
Océano Pacífico	Elasmobranquios	Cetáceos	Reptil marino
Pacífico Mexicano	Manta gigante	Ballena jorobada	Tortuga mari- na verde
Socorro	Tiburón sedoso	Pinnipedia	
Roca Partida	Tiburón tigre	Tonina	
Clarión	Tiburón martillo	Falsa orca	
San Benedicto	Tiburón punta plateada	Lobo marino	
El Boiler			

de a bordo, informó sobre la presencia de tiburones durante las actividades de pesca (Baske, 2008). Desde entonces, se han llevado a cabo numerosos estudios sobre la megafauna marina, pero solo en las últimas dos décadas la producción de investigación ha aumentado considerablemente, alcanzando un máximo de 11 publicaciones en 2022 (Figura 3). También se registró el número de documentos por isla, destacando que la mayoría de la información recopilada se concentra en la Isla Socorro ($n=77$), mientras que el menor número de menciones lo detiene la Isla Clarión ($n=33$; Figura 4). Por último, 52 documentos hacen referencia al archipiélago sin especificar la isla de origen de los datos. Esto puede estar relacionado tanto con el tema tratado como con la escala del estudio, por ejemplo, si se están investigando múltiples áreas del Océano Pacífico.

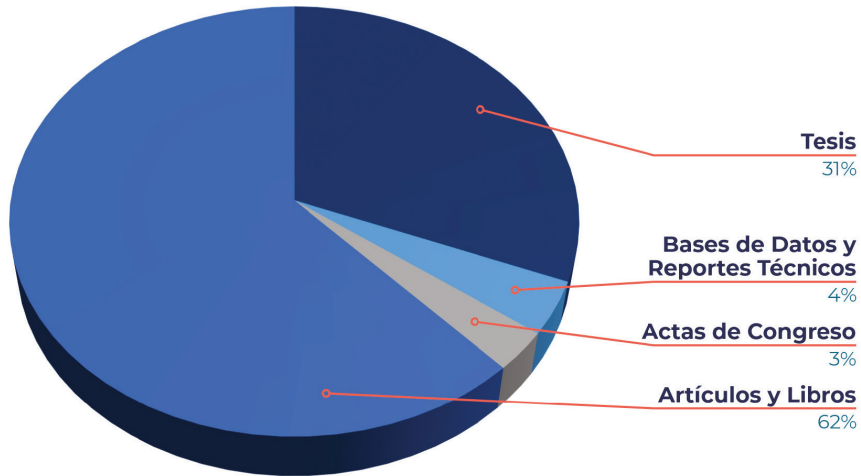


Figura 2: Tipo de documentos sobre la megafauna marina en Revillagigedo: Predominan los artículos y libros científicos (62%), seguidos de las tesis académicas (31%). En menor medida, la información se obtuvo de bases de datos, reportes técnicos y actas de congresos.

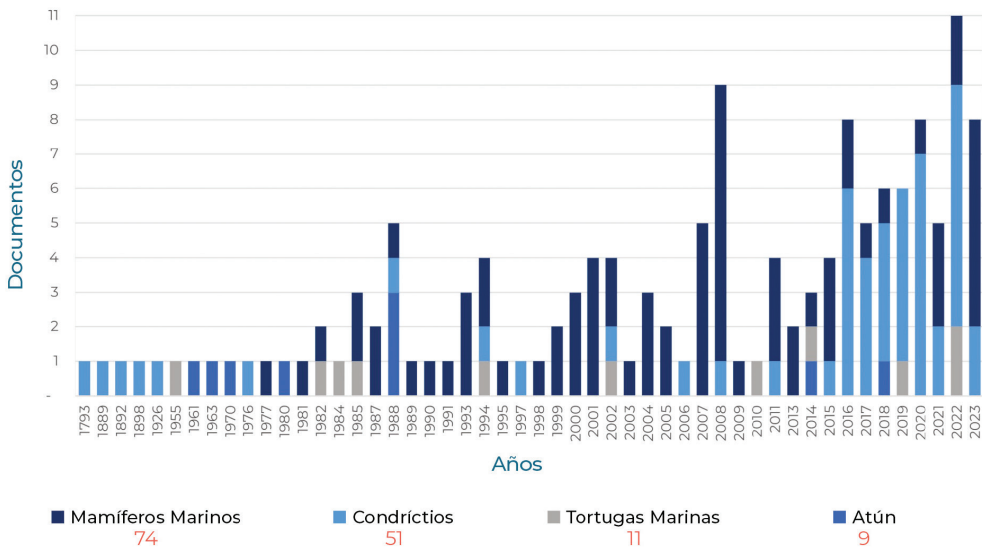


Figura 3: La figura muestra la distribución de los documentos sobre megafauna marina en el Archipiélago de Revillagigedo, categorizadas por grupos taxonómicos. Los datos indican un máximo anual de 11 documentos y un mínimo anual de un documento.

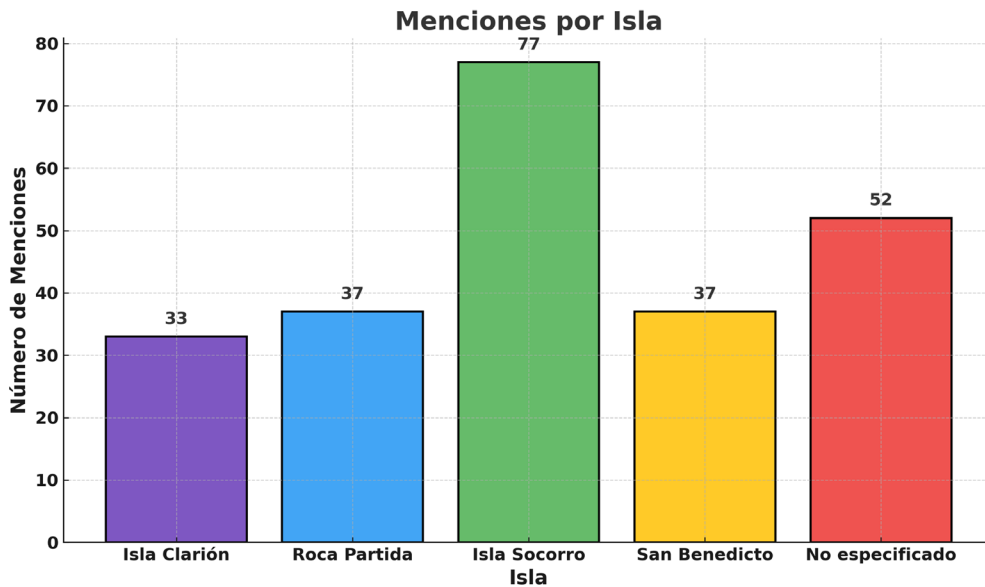


Figura 4: Cuantificación de menciones por cada isla del Archipiélago de Revillagigedo en los 145 documentos analizados.

Perspectivas futuras de la investigación

Este capítulo ofrece una visión general de la investigación realizada hasta la fecha sobre la megafauna marina dentro del Área Marina Protegida de Revillagigedo. La revisión revela que la mayor parte de la información generada se presenta en forma de libros o publicaciones científicas. Sin embargo, una parte considerable de la literatura recopilada abarca tesis (31%), lo que podría haber contribuido a un recuento inflado de estudios si sus datos han sido incluidos posteriormente en trabajos publicados, resultando en una sobrerrepresentación de la investigación dedicada al archipiélago. Además, es importante recalcar que, al estar disponibles principalmente en español, la accesibilidad internacional de estos documentos podría ser limitada.

Otro aspecto que merece atención es la variabilidad en los esfuerzos de muestreo en diferentes sitios e islas dentro del área, lo que plantea limitaciones significativas para la exhaustividad de los datos recopilados. La falta de uniformidad y el sesgo para estudiar una isla o, incluso una región dentro de ella, pueden impedir el intento de generalizar los hallazgos a todo el archipiélago. También, dificulta la identificación de procesos ecológicos más allá de la escala de las islas, entre los cuales podría haber considerables divergencias de hábitat y distancias geográficas que podrían ser ecológicamente relevantes. La disparidad en los datos procedentes de las islas también plantea la cuestión de si la presión turística entre las islas está equilibrada. Por esta razón, la investigación futura necesita evaluar los resultados económicos de las actividades humanas en el área y sus impactos ecológicos en términos de las singularidades de las especies descritas anteriormente.

Por último, la revisión de la bibliografía existente revela lagunas en la información de referencia para numerosas especies, así como una concentración de estudios centrados en temas específicos discutidos en capítulos posteriores. Este desequilibrio puede atribuirse a la priorización de los recursos financieros hacia asuntos más urgentes o al enfoque especializado de varios grupos de investigación que trabajan en Revillagigedo. Sin información exhaustiva sobre la ecología de las poblaciones de las especies en temas básicos como los cambios demográficos, la dispersión individual y los patrones de distribución, seguirá siendo difícil evaluar adecuadamente la sensibilidad específica de las especies a las amenazas antrópicas o evaluar los posibles cambios en el área de distribución en respuesta al clima y otros cambios ecológicos.

Las lagunas señaladas en esta revisión sacan a la luz varias preocupaciones científicas y políticas críticas que requieren una mayor exploración en relación con la megafauna marina del Archipiélago de Revillagigedo. Esta situación plantea varias preguntas fundamentales, tales como:

- ¿Están aisladas las poblaciones alrededor de las islas?
- ¿Están las poblaciones de las especies en el archipiélago aisladas de las poblaciones de esas especies más allá?
- ¿Qué regiones más allá del archipiélago parecen estar relacionadas con las poblaciones del archipiélago?
- ¿Cuál es la contribución del archipiélago a la condición de las especies en la región del Pacífico oriental?
- ¿Por qué las poblaciones locales de megafauna pudieron establecerse en el archipiélago?
- ¿Cuándo y cómo sucedió esa historia?
- ¿Qué factores ambientales clave permitieron el establecimiento de las poblaciones locales del archipiélago?
- ¿Son la ecología de alimentación, la ecología de reproducción y la dispersión de la megafauna marina en el archipiélago las mismas que en otras regiones?
- ¿Qué tan vulnerables son las poblaciones del archipiélago a las perturbaciones antrópicas y qué precauciones se deben tomar para su conservación?
- ¿Qué lecciones de otras islas oceánicas se pueden tomar para una mejor investigación y conservación de los ecosistemas marinos de Revillagigedo?

En este contexto, es de vital importancia:

- a) identificar con precisión las poblaciones presentes,
- b) evaluar el verdadero valor de conservación del archipiélago para estas poblaciones y las que se extienden en otras zonas, y
- c) determinar los hábitats significativos dentro de este ecosistema oceánico diverso que son cruciales para mantener la biodiversidad marina.

Asimismo parece crucial volver a convocar a reuniones internacionales de investigadores de Revillagigedo, la primera de las cuales fue organizada en 1994 por el Instituto Politécnico Nacional, el Centro de Investigaciones del Noroeste, la Universidad Nacional Autónoma de México y la Secretaría de Marina, seguida de una segunda reunión en 2007 organizada por la Universidad de Colima. La publicación sistemática de los resultados de estas reuniones en compilaciones científicas beneficiaría significativamente la investigación científica, los esfuerzos de conservación, la gestión y la conciencia pública sobre el archipiélago.

En conclusión, la investigación exhaustiva de la megafauna en Revillagigedo, abarcando desde la diversidad genética y morfológica hasta los patrones demográficos y la dinámica comunitaria a través de distintos hábitats y temporadas, es fundamental para entender y preservar a lo largo de los años la singularidad de este ecosistema.

Referencias

- Aguirre, A.A., and P.L. Lutz. (2004). Marine turtles as sentinels of ecosystem health: is fibropapillomatosis an indicator? *EcoHealth* 1, 275–283.
- Aldana-Moeno A, Hoyos-Padilla M, González-Armas R, Galván-Magaña F, Hearn A, A. Peter Klimley, Winram W, Becerril-García E, Ketchum JT. (2019). Residency and diel movements of the endangered scalloped hammerhead *Sphyrna lewini* in the Revillagigedo National Park. *Journal of Fish Biology* 2020:1-6. doi:10.1111/jfb.14239
- Allen, M. C. and A. J. Read. (2000). Habitat selection of foraging bottlenose dolphins in relation to boat density near Clearwater, Florida. *Marine Mammal Science* 16:815-824.
- Argueta Valadez, T. (1994). Importancia del Archipiélago Revillagigedo, Colima como zona de alimentación, crecimiento y anidación de tortugas marinas. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 77.
- Au, D., and W. Perryman. (1982). Movement and speed of dolphin schools responding to an approaching ship. *Fishery Bulletin. NOAA. Vol. 80.* 371-379.
- Barnett, A., N. L. Payne, J. M. Semmens, and R. Fitzpatrick. (2016). Ecotourism increases the field metabolic rate of whitetip reef sharks. *Biological Conservation* 199. 132-136 pp.
- Baske, A. (2008). Can Recreational Diver Surveys Lead to Conservation Action? A Case Study of the Revillagigedo Archipelago. UC San Diego: Center for Marine Biodiversity and Conservation. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/71s470sp>
- Cacho Movellan, O. (2022). Abundancia de tiburones y el efecto del buceo recreativo en el Archipiélago de Revillagigedo. Master's Thesis. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 76.
- Catalá, E. I. (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*, 36(1), 31-38.
- Cater, C. (2008). Perceptions of and interactions with marine environments: Diving attractions from great whites to pygmy seahorses. In: *New frontiers in marine tourism*. Routledge. 49-64.
- Cisneros Montemayor, A. M., E. E. Becerril-García, O. Berdeja-Zavala and A. Ayala-Bocos. (2020). Shark ecotourism in Mexico: Scientific research, conservation, and contribution to a Blue Economy. In: *Advances in marine biology*. Academic Press. Vol. 85, No. 1. 71-92 pp.

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2004). Programa de conservación y manejo Reserva de la Biosfera Archipelago Revillagigedo. Dirección General de Manejo para la Conservación CONANP 222 p.
- Evans, P. G. H., P. J. Canwell, and E. J. Lewis. (1992). An experimental study of the effects of pleasure craft noise upon bottle-nosed dolphins in Cardigan Bay, West Wales. *Proceedings of the European Research on Cetaceans*. Ed. 6:43-46.
- García Chávez, A. J. (2016). Efectos de la observación turística en los patrones de conducta y ventilación del rorcuál jorobado (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico mexicano. Bachelor's Thesis. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gómez García, M. D. J., M. D. C. Blázquez Moreno, J. D. Stewart, V. Leos Barajas, I. A. Fonseca-Ponce, A. A. Zavala-Jiménez, K. Fuentes, and J. T. Ketchum. (2021). Quantifying the effects of diver interactions on manta ray behavior at their aggregation sites. *Frontiers in Marine Science*. 783.
- Griffin, L. P., J. W. Brownscombe, T. O. Gagné, A. D. M. Wilson, S. J. Cooke and A. J. Danylchuk. (2017). Individual-level behavioral responses of immature green turtles to snorkeler disturbance. *Oecologia* 183. 909-917.
- Hastie, G. D., B. Wilson, L. H. Tufft and P. M. Thompson. (2003). Bottlenose dolphins increase breathing synchrony in response to boat traffic. *Marine Mammal Science* 19:74-84.
- Hernandez Navarro, C., F. R. Elorriaga Verplancken, F. Galván Magaña, G. Valdivia Anda, R. Peña, J. T. Ketchum, and E. M. Hoyos Padilla. (2023). Stress biomarkers in the giant manta *Mobula birostris* associated to tourism in the Revillagigedo National Park, Mexico. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 13, 136-146. <https://doi.org/10.4236/ojvm.2023.137012>
- Holroyd, G. L., and H. Trefry. (2010). The importance of Isla Clarion, Archipelago Revillagigedo, Mexico, for green turtle (*Chelonia mydas*) nesting. *Chelonian Conservation and Biology* 9, no. 2. 305-309.
- Ketchum, J. T., M. Hoyos Padilla, A. Aldana Moreno, K. Ayresa, F. Galván Magaña, A. Hearn, F. Lara Lizardi, G. Muntaner López, M. Grau, A. Trejo Ramírez, D. A. Whitehead, A. P. Klimley. (2020). Shark movement patterns in the Mexican Pacific: A conservation and management perspective. *Advances in Marine Biology*, Volume 85. Elsevier. ISSN 0065-2881. <https://doi.org/10.1016/bs.amb.2020.03.002>
- Lascelles, B., G. Notarbartolo Di Sciara, T. Agardy, A. Cuttelod, S. Eckert, L. Glowka, and E. Hoyt. (2014). Migratory marine species: their status, threats and conservation management needs. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 24, no. S2. 111-127.

- Mann, K., and J. Lazier. (1991). *Dynamics of Marine Ecosystems: Biological–Physical Interactions in the Oceans*. London: Blackwell. Department of Fisheries and Oceans Bedford Institute of Oceanography Dartmouth, Nova Scotia Canada. 520.
- Mazzoldi, C., G. Bearzi, C. Brito, I. Carvalho, E. Desiderà, L. Endrizzi, and L. Freitas. (2019). From sea monsters to charismatic megafauna: Changes in perception and use of large marine animals. *PLoS One* 14, no. 12, e0226810.
- McIvor, A. J., C. T. Williams, F. Alves, A. Dinis, M. P. Pais, and J. Canning-Clode. (2022). The status of marine megafauna research in Macaronesia: a systematic review. *Frontiers in Marine Science* 9: 819581.
- Musick, J. A. (1999). *Life in the Slow Lane, Ecology and Conservation of Long-lived Marine Animals*. American Fisheries Society Symposium 23, American Fisheries Society, Bethesda MD, USA. 260.
- Pelamatti, T., L. M. Ríos Mendoza, E. M. Hoyos Padilla, F. Galván Magaña, R. De Camillis, A. J. Marmolejo Rodríguez, and R. González Armas. (2021). Contamination knows no borders: Toxic organic compounds pollute plastics in the biodiversity hotspot of Revillagigedo Archipelago National Park, Mexico. *Marine Pollution Bulletin* 170: 112623.
- Pimiento, C., F. Leprieur, D. Silvestro, J. S. Lefcheck, C. Albouy, D. B. Rasher, M. Davis, J. C. Svenning, and J. N. Griffin. (2020). Functional diversity of marine megafauna in the Anthropocene. *Sci. Adv.* 2020; 6: eaay7650
- Perrault, J. R., N. I. Stacy, A. F. Lehner, C. R. Mott, S. Hirsch, J. C. Gorham, J. P., Buchweitz, M. J. Bresette, and C. J. Walsh. (2017). Potential effects of brevetoxins and toxic elements on various health variables in Kemp's ridley (*Lepidochelys kempii*) and green (*Chelonia mydas*) sea turtles after a red tide bloom event. *Science of the Total Environment*. 605, 967–979
- Ratnarajah L., A. R. Bowie, D. Lannuzel, K. M. Meiners, and S. Nicol. (2014). The Biogeochemical Role of Baleen Whales and Krill in Southern Ocean Nutrient Cycling. *PLoS ONE* 9(12): e114067. doi:10.1371/journal.pone.0114067
- Rigby, C.L., Dulvy, N.K., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., Francis, M.P., Herman, K., Jabado, R.W., Liu, K.M., Marshall, A., Pacoureau, N., Romanov, E., Sherley, R.B. & Winker, H. (2019). *Sphyrna lewini*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T39385A2918526. Accessed on 26 January 2024
- Ruíz Rodríguez, T. (2004). *Actividad en superficie y dinámica del consumo de aire de la ballena jorobada (Megaptera novaeangliae) en el Pacífico mexicano*. Bachelor's Thesis. Universidad Nacional Autónoma de México. 120.

- Sergio, F., T. Caro, D. Brown, B. Clucas, J. Hunter, J. Ketchum, K. McHugh, and F. Hiraldo. (2008). Top predators as conservation tools: Ecological Rationale assumptions and efficacy. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. Vol. 39:1-19 <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173545>
- Tanner, Z. L. (1889). *Report upon the investigations of the U.S. Fish Commission Steamer Albattross for the year ending.*
- Temple, A. J., J. J. Kiszka, S. M. Stead, N. Wambiji, A. Brito, C. N. Poonian, O.A. Amir, N. Jiddawi, S.T. Fennessy, S. Pérez Jorge, and P. Berggren. (2018). Marine megafauna interactions with small-scale fisheries in the southwestern Indian Ocean: a review of status and challenges for research and management. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 28. 89-115.
- Villavicencio Llamosas, K. (2000). *Patrones de ventilación y hábitos del rorcual jorobado (Megaptera novaeangliae) durante su estancia invernal en el Pacífico mexicano. Bachelor's Thesis. Universidad Nacional Autónoma de México.* 116.
- Wallace, B. P., Z. A. Posnik, B. J. Hurley, A. D. DiMatteo, A. Bandimere, I. Rodríguez, B. J. Hurley, A. D. DiMatteo, A. Bandimere, I. Rodríguez, and R. B. Mast. (2023). Marine turtle regional management units 2.0: an updated framework for conservation and research of wide-ranging megafauna species. *Endangered Species Research*, 52, 209-223.