

La investigación científica sobre tortugas marinas en México: Una revisión a las actividades y acciones de investigación y conservación

Jesús García Grajales^{1,3,*}, José Luis Arcos García², Eustacio Ramírez Fuentes¹ & Juan Meraz¹

Resumen

Las tortugas marinas se encuentran entre los clados de vertebrados más amenazados del mundo, a pesar de su importante papel ecológico. Nuestro objetivo fue realizar un análisis a nivel país sobre la situación actual de las investigaciones en tortugas marinas en México. Para ello, se realizó una búsqueda en distintas bases de datos sobre información acerca de la investigación científica publicada sobre tortugas marinas en el país. Se compiló un total de 512 trabajos publicados entre 1950 y 2016. El 42.7% son artículos científicos, el 27% se refiere a informes técnicos, el 13.9% corresponde a tesis de licenciatura; por su parte el 6.7% son de maestría, el 5.3% son capítulos de libro, el 2.9% se trata de libros y sólo el 1.6% son tesis de doctorado. Los temas más estudiados se relacionan con conservación y manejo (40.9%), ecología (11.74%) y anatomía (8.41%). *Lepidochelys olivacea* es la especie con mayor cantidad de artículos científicos publicados (24.7%), mientras que *Dermochelys coriacea* es la de menor cantidad de trabajos en este rubro. Existe una predominancia de estudios realizados en la vertiente del Pacífico mexicano (80.4%) en comparación con la vertiente del Golfo de México (19.6%), siendo Baja California Sur (40.8%, n=100) el estado con mayor número de estudios realizados en el Pacífico mexicano, en tanto

Abstract

Sea turtles are among the most endangered clades of vertebrates in the world, in spite of their important ecological role. Our objective was to perform an analysis at a national level on the current situation of research on sea turtles in Mexico. We conducted a thorough search in different databases about research on sea turtles in Mexico. We compiled a total of 512 papers written between 1950 and 2016. Forty-two point seven percent are scientific articles, 27% are technical reports, 13.9% are undergraduate theses, 6.7% are master's dissertations, 5.3% are chapters of books, 2.9% are books and 1.6% are Ph D dissertations. The most-studied themes are related to conservation and management (40.9%), ecology (11.74%) and anatomy (8.41%). *Lepidochelys olivacea* is the species with the majority of scientific articles (24.7%) while *Dermochelys coriacea* is the species with the least amount of work in this field. There is a predominance of studies in the Mexican Pacific slope (80.4%) compared to the Gulf of Mexico (19.6%). Baja California South (40.8%, n=100) is the state with the highest number of studies carried out on the Mexican Pacific slope, while the Yucatan (25%, n= 29) is the state with the highest number of studies carried out in the Gulf of Mexico.

¹ Instituto de Recursos, Universidad del Mar campus Puerto Ángel. Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Distrito de San Pedro Pochutla, 70902, Oaxaca, México.

² Instituto de Ecología, Universidad del Mar campus Puerto Escondido. Km. 2.5, Carretera Federal Puerto Escondido – Sola de Vega, San Pedro Mixtepec, 71980, Oaxaca, México

³ Estudiante de Doctorado en Ecología Marina, División de Estudios de Posgrado, Universidad del Mar, Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Distrito de San Pedro Pochutla, 70902, Oaxaca, México.

* Autor de correspondencia: archosaurio@yahoo.com.mx (JGG)

que Yucatán (25%, n= 29) es el que tiene mayor número de estudios en la vertiente opuesta.

Palabras clave: *Chelonia*, Conservación, *Dermochelys*, *Eretmochelys*, *Lepidochelys*, México.

Recibido: 13 de julio de 2018

Key words: *Chelonia*, Conservation, *Dermochelys*, *Eretmochelys*, *Lepidochelys*, Mexico.

Aceptado: 01 de octubre de 2018

Introducción

Las tortugas marinas (TM) forman parte de la historia y el patrimonio biológico de México (Álvarado-Díaz & Delgado 2004) y son consideradas importantes componentes de los complejos ecosistemas marinos y costeros (Azanza *et al.* 2006); sin embargo, igual que el resto de los testudinos, se encuentran entre los clados de vertebrados más amenazados del mundo (Primack 2012, Böhm *et al.* 2013). Entre las amenazas más reconocidas para las poblaciones de tortugas marinas se mencionan: a) la captura, tanto directa como incidental, por parte de las actividades relacionadas con la pesquería (Spotila *et al.* 2000, Kenneth *et al.* 2004, Senko *et al.* 2014), b) la modificación del hábitat de anidación y alimentación (Dickinson *et al.* 2007, Pike & Stiner 2007), c) las alteraciones actuales del clima (Patiño-Martínez, 2013), d) la recolección ilegal de huevos (Mazaris *et al.* 2009, Rondón *et al.* 2009) y la contaminación por plásticos en las costas y los mares (Nelms *et al.* 2015). Por tanto, la suma de todas estas amenazas ha causado el declive de la mayoría de las poblaciones anidantes del mundo (Dethmers & Baxter 2011), influyendo en su categorización como especies prioritarias.

Este grupo biológico cumple con papeles ecológicos importantes en ecosistemas tan diversos como los arrecifes coralinos (León & Bjorndal 2002) y los pastos marinos, transportando además energía entre el mar y las playas (Bouchard & Bjorndal 2000). Adicionalmente, su uso no extractivo genera en algunos países mayores ingresos económicos, y por tanto, beneficios para su conservación y manejo (González-Paredes & Melero 2014).

Las situaciones descritas anteriormente han provocado que las TM sean objeto de numerosas investigaciones científicas a nivel mundial; no obstante, el conocimiento sobre su historia natural y ecología en México sigue incompleto, de manera similar a lo que ocurre con las tortugas terrestres y de agua dulce (Macip-Ríos *et al.* 2015), por lo que se desconocen las tendencias actuales de las investigaciones en el país. Además, es fundamental realizar un análisis sobre las TM para que sirvan de guía en los esfuerzos futuros, considerando que todo esto sirva para plantear una política que motive la generación de conocimiento que cubra los vacíos de información (Jiménez-Orocio *et al.* 2015).

Desafortunadamente, la literatura gris ha alcanzado una proporción dominante en lo referente al estudio sobre tortugas marinas. Ésta se define como el cúmulo de material científico que no ha sido arbitrado en la forma habitual y no se halla al alcance de los científicos interesados en el tema en particular (Lauffer 2007). Bajo esta denominación se incluyen las tesis y trabajos de ascenso de todos los niveles de educación superior, informes técnicos o institucionales y publicaciones periódicas locales o de escasa distribución, escritas por lo general en idiomas distintos al inglés, el cual se ha constituido como el idioma científico universal (Lauffer 2007); sin embargo, la principal premisa es que el trabajo no haya sido evaluado y aceptado por el criterio de pares especialistas en el tema y publicado en revistas de difusión de información científica periódica.

El objetivo de este trabajo es presentar un análisis a nivel país sobre la situación actual del conocimiento de las TM en México, con

base en investigaciones científicas y con el fin de mostrar la importancia de definir vacíos de información y prioridades para la investigación de estas especies a nivel nacional. Nuestro análisis del conocimiento permitirá, por un lado, comprender los factores que han determinado estos estudios y, por otro, definir las directrices de la investigación en el futuro; así como subsanar los vacíos en el conocimiento para contar con mejor información para la toma de decisiones sobre el manejo y la conservación de dichas especies prioritarias.

Materiales y métodos

Realizamos una búsqueda intensiva de la literatura publicada sobre estudios efectuados en México y enfocados en las TM hasta julio de 2016, consultando las bases de datos: ISI (Institute for Scientific Information), Web of Science, EBSCO (Elton B. Stephens Company), JStore, BiOne, Scielo (Scientific Electronic Library Online), Springer, Science Direct, Redalyc (Red de Revistas Científicas de Latinoamérica y el Caribe), Google Scholar, así como la página web Researchgate. En el caso de aquellos trabajos cuyas referencias bibliográficas pertenecían a revistas no indexadas en las bases de datos antes citadas, se realizaron solicitudes directas a los autores vía correo electrónico con el fin de solicitarles dicho material. Las siguientes palabras fueron utilizadas en los motores de búsqueda: <<tortuga marina>>, <<México>>, <<laúd>>, <<golfina>>, <<tortuga prieta>>, <<tortuga Carey>>, <<*Dermochelys*>> y <<*Chelonia*>>, para las bases de datos en español; con respecto al caso de la lengua inglesa: <<nesting>>, <<sea turtles>>, <<marine reptiles>> y <<global warming>>. Para complementar la información de la literatura científica se buscaron también, tanto en internet como por solicitud directa a los autores, libros, capítulos de libro, tesis y artículos de divulgación con temas sobre tortugas marinas de México. En este trabajo se intentó realizar una búsqueda lo más completa posible; sin embargo, es probable que algunos estudios no hayan sido considerados al no encontrar ninguna referencia de los mismos en ninguna de las bases de

datos analizadas; no obstante, el número de trabajos compilados es una muestra representativa del quehacer científico sobre tortugas marinas en México a lo largo del tiempo considerado en el mismo. La información recopilada se clasificó en: artículos científicos (AC), libros (LB), capítulos de libro (CL), tesis de licenciatura (TL), tesis de maestría (TM), tesis de doctorado (TD) e informes técnicos finales (IT). Decidimos omitir todos aquellos trabajos presentados como resumen de memorias en Congresos y Simposios debido a su corta extensión. Por otro lado, cuando un trabajo se presentó como tesis de grado y posteriormente fue publicada como un artículo científico, para no generar un sesgo en el análisis, se decidió utilizar la publicación más reciente.

Todos los trabajos se categorizaron con base en las líneas de investigación científica identificadas y con ello se generaron 15 enfoques de investigación (Tabla I). Para conocer la distribución espacial del conocimiento sobre TM se georrefenció la mayor cantidad de sitios de estudio citados en las publicaciones y posteriormente fueron sobrepuestos con el marco geoestadístico del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2015).

Tabla I. Categorías de los enfoques de investigación encontrados en los estudios sobre tortugas marinas en México.

Clave	Categoría
1	Hábitat
2	Anatomía
3	Morfología
4	Reproducción
5	Ecología poblacional
6	Genética
7	Toxicología
8	Parásitos/Enfermedades/Salud
9	Técnicas y misceláneos
10	Conservación y manejo
11	Hábitos alimenticios
12	Aspectos sociales
13	Bacteriología
14	Contaminación/Impacto Ambiental
15	Ecología

Resultados

Se recopiló un total de 512 trabajos realizados entre 1950 y 2016, cuyo número por décadas osciló entre 1 y 186, con una tendencia al aumento en los últimos 26 años (Fig. 1) y, de manera notable, a partir del establecimiento de la veda para las tortugas marinas en la década de 1970. El mayor número de trabajos sobre tortugas marinas (95.89%) se realizó a partir de 1980, mientras que en las décadas de 1950 a 1979 se registró el menor número de trabajos realizados (4.11%) en México (Tabla II).

Los artículos científicos representan el mayor porcentaje de los trabajos recopilados (42.8%, n= 219), seguido de los informes técnicos (27%, n= 138), las tesis de licenciatura (13.9%, n= 71), las tesis de maestría (6.7%, n= 34), los capítulos de libro (5.3%, n= 27), los libros (2.9%, n= 15) y las tesis de doctorado (1.6%, n= 8) (Fig. 2). Los artículos están publicados en 87 revistas, de las cuales el 79.3% (n= 69) son internacionales indexadas con factores de impacto que varían de 0.15 a 4.16. Por esta razón, el mayor conocimiento sobre tortugas marinas en las revistas especializadas está en inglés (68.3%). Resalta en los artículos la predominancia de estudios realizados en la vertiente del Pacífico (80.4%, n= 176)

en comparación con la del Golfo de México (19.6%, n= 43) y bajo la misma tendencia se encuentran las tesis de licenciatura (Pacífico 66.2%; Golfo de México 33.8%), las de maestría (Pacífico 81.3%, Golfo de México 18.8%)

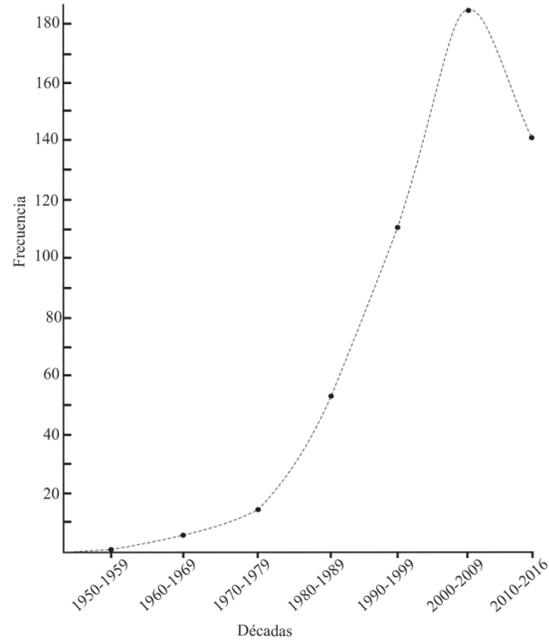


Figura 1. Número de trabajos publicados por décadas sobre tortugas marinas en México.

Tabla II. Número de trabajos sobre tortugas marinas publicados por décadas. Respecto a la categoría, los números corresponden a la clave de la tabla I.

Categoría	1950-1959	1960 - 1969	1970 -1979	1980 - 1989	1990 -1999	2000-2009	2010-2016	%
1	0	0	0	0	0	9	8	3.3
2	0	0	0	10	8	12	14	8.6
3	0	0	1	0	1	1	5	1.6
4	0	1	2	11	13	10	5	8.2
5	0	0	0	2	1	3	10	2.9
6	0	0	0	0	4	15	3	4.3
7	0	0	0	0	1	11	11	4.5
8	1	1	0	0	6	7	5	3.9
9	0	0	2	2	5	4	6	3.7
10	0	3	7	21	52	75	38	38.4
11	0	0	0	2	2	2	2	1.6
12	0	0	1	0	1	6	11	3.7
13	0	0	1	0	1		3	1.0
14	0	0	0	0	2	1	4	1.4
15	0	1	0	10	8	33	14	12.9

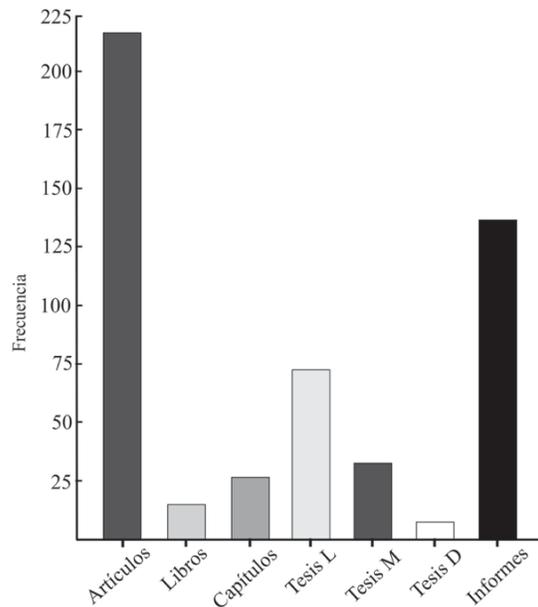


Figura 2. Total de trabajos publicados sobre tortugas marinas en México.

y las de doctorado (Pacífico 75%, Golfo de México 25%).

De las 113 tesis realizadas hasta la fecha analizada, el 2.7% (n= 3) se elaboró antes de 1980, el 15% (n= 17) entre 1980 y 1989, el 20.4% (n= 23) entre 1990 y 1999, mientras que el 39.8% (n= 45) se produjo entre 2000 y 2009; en tanto que en la presente década se cuenta con el 22.1% (n= 25) de tesis realizadas.

De manera general, los cinco temas que presentaron un mayor porcentaje de aparición en los trabajos recopilados son: conservación y manejo (40.9%, n= 209), ecología (11.74%, n= 60), anatomía (8.41%, n= 43), reproducción (7.83%, n= 40) y genética (4.7%, n= 24). Muy pocos se han elaborado sobre temas de impacto ambiental en las áreas de anidación (1.37%, n= 7), hábitos alimenticios (1.37%, n= 7), morfología (1.7%, n= 7) y bacteriología (0.78%, n=4) (Fig. 3).

La mayoría de los trabajos compilados en total (61.3%, n= 314) hace referencia a dos o más especies o al nombre taxonómico grupal (*Chelonia*); sin embargo, de manera individual las tres especies más utilizadas en los trabajos son: *Lepidochelys olivacea* (Eschsholtz

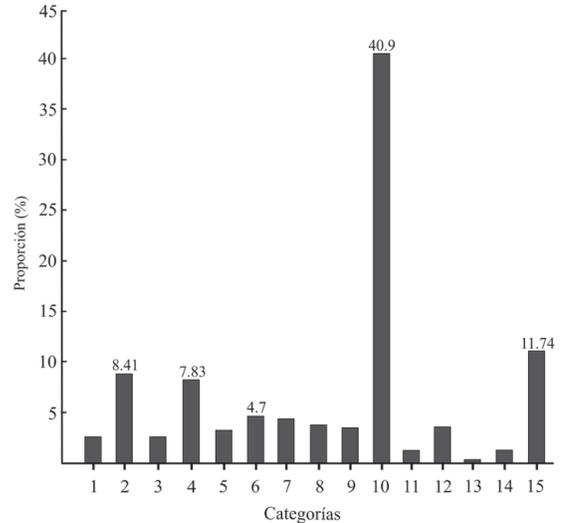


Figura 3. Tópicos abordados con mayor frecuencia en los estudios sobre tortugas marinas de México. Respecto a las categorías, los número corresponden a la clave de la tabla I.

1829) (9.2%, n= 47), seguida de *Dermochelys coriacea* (Vandelli 1761) (7.6%, n= 39) y *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus 1766) (6.6%, n= 34). En el caso de los artículos científicos, *L. olivacea* (24.7%, n= 54), *Chelonia mydas agassizii* (Linnaeus 1758) (21%, n= 46) y *E. imbricata* (8.7%, n= 19) son las principales especies referidas.

Una tendencia similar se observa en el caso de las tesis de licenciatura (*L. olivacea* 32.4%, n= 23; *Ch. mydas agassizii* 21.1%, n=15, *L. kempii* 7%, n= 5) y maestría (*L. olivacea* 23.5%, n= 8; *C. mydas agassizii* 21.1%, n=7, *L. kempii* (Garman 1880) (5.9%, n= 2); no obstante, en el caso de las tesis de doctorado es *C. m. agassizii* la especie más estudiada (25%, n=2). Resalta el hecho de que *D. coriacea* es la especie de la que menos artículos científicos y tesis se han realizado; sin embargo, es la que cuenta con la mayor cantidad de informes técnicos.

Respecto a la temporalidad, son escasos los estudios que demostraron la compilación de información superior a los cinco años, entre los que destacan los trabajos de: García *et al.* (2003), Sarti *et al.* (2007) y Vannini *et al.* (2011). Resalta el hecho de que, en todos estos casos, la participación comunitaria fue el elemento

clave para la citada compilación de la información a largo plazo.

Distribución geográfica de los estudios sobre tortugas marinas

El análisis de la localización de las investigaciones por estados muestra un mapa interesante de la geografía del conocimiento que se tiene sobre las TM de México (Fig. 4). Considerando las aportaciones de los trabajos con referencia de la localidad donde se realizaron (361), la mayoría de los estudios se ha llevado a cabo en las costas del Pacífico mexicano (67.9%, n= 245), en comparación con las costas del Golfo de México (32.1%, n= 116). Para la vertiente del Pacífico mexicano destaca Baja California Sur como el estado con el mayor número de estudios realizados (40.8%, n=100), seguido de: Oaxaca (17.6%, n= 43),

Michoacán (16.3%, n= 40) y Jalisco (9.8%, n= 24). En tanto que para la vertiente del Golfo de México, el estado de Yucatán presenta el mayor número de estudios (25%, n= 29), sucedido por: Quintana Roo (18.1%, n= 21), Tamaulipas (16.4%, n= 19), Veracruz (13.8%, n= 16) y Campeche (12.9%, n= 14). Resalta el hecho de que Chiapas y Tabasco no presentan estudios formales en la investigación de tortugas marinas. En la figura 4 se muestran los principales sitios de estudio para la investigación sobre tortugas marinas, aclarando que no fue posible georreferenciarlos todos debido a la ausencia de información en las fuentes consultadas.

Las principales entidades educativas y de investigación que han contribuido con la mayor cantidad de estudios sobre tortugas marinas son: la Universidad Nacional

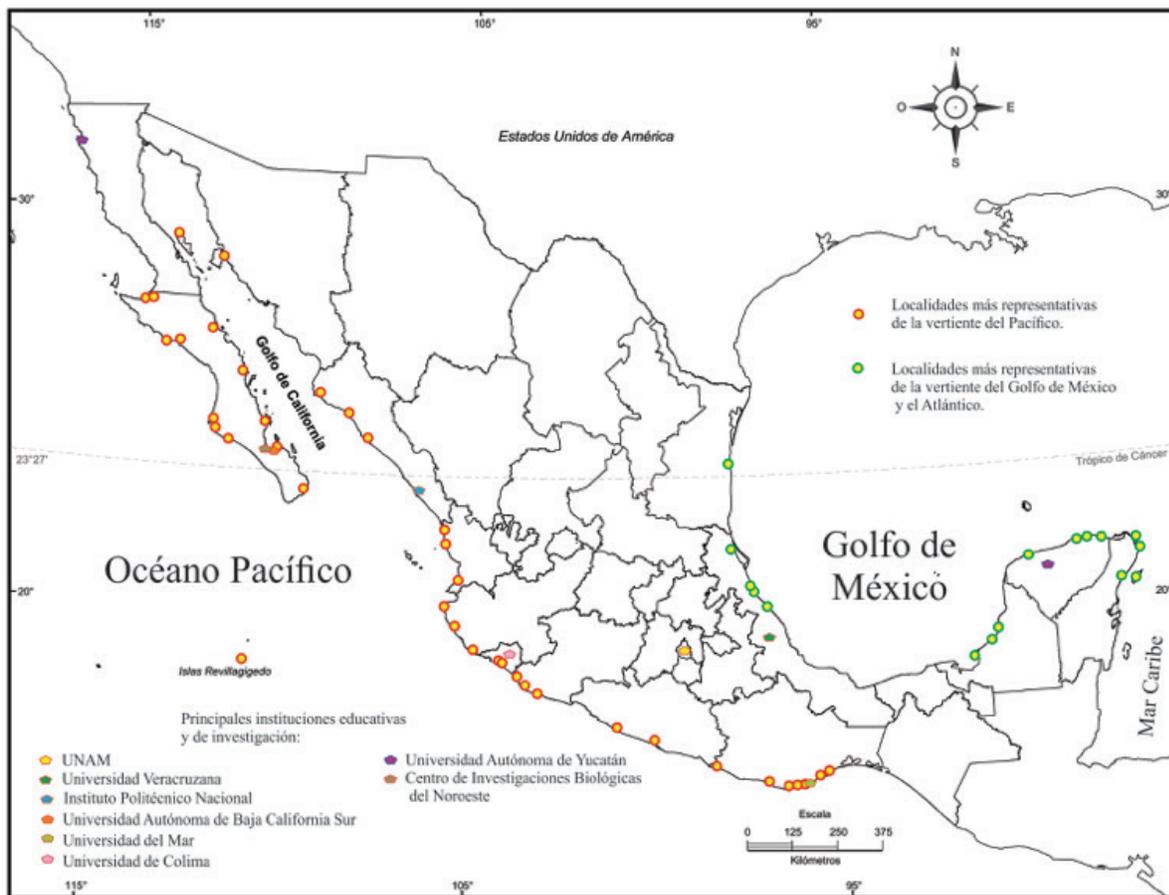


Figura 4. Localización de los sitios sujetos a investigaciones sobre tortugas marinas en México. Elaborado a partir de los estudios referidos en 219 artículos.

Autónoma de México (13.3%), la Universidad Veracruzana (10.6%), el Instituto Politécnico Nacional (10.6%), la Universidad Autónoma de Baja California Sur (8.8%), la Universidad del Mar (8.8%), la Universidad de Colima (4.4%) y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (3.5%); demostrándose nuevamente la presencia de una mayor cantidad de instituciones en la vertiente del Pacífico mexicano.

Discusión

A 66 años de la primer publicación sobre TM en México (Caballero & Zerecero 1950), el número total de investigaciones se incrementó a 512 trabajos entre 1950 y 2016. Se observa un fortalecimiento en la investigación a partir de 1980; sin embargo, se necesita mucho por hacer al existir vacíos geográficos de información, así como enfoques que son absolutamente desconocidos. Por mencionar algunos casos, hacen falta estudios sobre microbiología, impacto ambiental en las zonas de anidación y hábitos alimenticios; tanto en la vertiente del Pacífico mexicano como en la del Golfo de México.

Es inquietante saber que no existen trabajos que evalúen la presencia y el efecto de los microorganismos en la anidación y desarrollo embriológico de las TM, por esta razón el tema resulta fundamental para la integración del conocimiento de este grupo prioritario. Asimismo, existen escasos estudios que aborden el tema del impacto ambiental y evalúen la vulnerabilidad en las zonas de anidación, como el caso del estado de Campeche (Bolongaro *et al.* 2010).

Adicionalmente, el aumento de la temperatura en los nidos provoca un incremento en la proporción de hembras respecto a los machos y, por tanto, disminuye el potencial reproductivo (Hawkes *et al.* 2007, 2009; Santidrián *et al.* 2015, Esteban *et al.* 2016); sin embargo, en México existen escasos trabajos que hayan evaluado el efecto de la temperatura en la determinación del sexo en las TM, así como las características de este fenómeno a nivel local. De lo anterior se desprende la importancia de considerar estas temáticas como prioritarias

dada su relevancia como indicadores del monitoreo de los efectos del cambio climático o del impacto ambiental del desarrollo costero en México y sus consecuencias en el hábitat de anidación y en la dinámica poblacional de las TM en México.

Respecto a los artículos científicos, el hecho de encontrar un alto porcentaje de trabajos con revisión arbitral y en revistas con factor de impacto podría ser indicativo de una alta calidad de los mismos. No obstante, la situación de que los informes técnicos sean el segundo grupo de información básica más abundante en referencia a las TM de México provoca que los conocimientos generados en dichos documentos sean de una distribución más restringida y de poca accesibilidad. Por otra parte, debido a que estos trabajos no han sido evaluados por pares especialistas en cuanto a seriedad, objetividad, calidad y repetibilidad; hace que esta información pierda veracidad (Lauffer 2007). De las 71 tesis de licenciatura registradas, menos del 2% de estos trabajos fueron posteriormente publicados como artículos científicos; de igual manera, la misma tendencia ocurrió con las tesis de maestría. La problemática de esta situación ocurre cuando se intenta acceder a los repositorios de las instituciones que resguardan a dichos documentos debido a la protección de los derechos de autor; sin embargo, dado que la información no será publicada tampoco ocurre la facilidad de acceder a ella.

En el presente trabajo se demuestra que *L. olivacea* es la especie de tortuga marina que más se estudia en el país; la razón puede ser atribuida a su particularidad de realizar anidaciones masivas en ciertas áreas de la República Mexicana, además de que tiene mayor incidencia de anidación solitaria en las costas del Pacífico mexicano (Vannini *et al.* 2011). En contraparte, *D. coriacea* es la especie en la que menos se han centrado las investigaciones, lo cual resulta preocupante ya que es una especie vulnerable, principalmente porque las poblaciones que anidan en la costa del Pacífico mexicano fueron históricamente robustas y consideradas como una de las más grandes a nivel mundial (Sarti *et al.* 2007);

no obstante, la anidación de esta especie en México continúa disminuyendo de manera alarmante resultando en poco menos de 1,000 hembras por temporada (Tapilatu *et al.* 2013). Por tal situación, *D. coriacea* se encuentra clasificada por la Unión Mundial de la Naturaleza (UICN) en Peligro Crítico de Extinción y en México es catalogada como “En Peligro de extinción” por la NOM-059-SEMARNAT (Sarti 2004), imperando la necesidad de desarrollar estudios que aborden los temas relacionados con el efecto del cambio climático sobre las poblaciones de esta especie que anidan en México.

El hecho de que un mayor número de trabajos sobre TM se haya realizado en la vertiente del Pacífico mexicano se relaciona con una importante cantidad de instituciones educativas y de investigación en este lado de la República Mexicana. Una situación similar, aunque en un grupo temático distinto, ocurre con la investigación científica sobre dunas costeras de México, caracterizada por la mayor concentración de las investigaciones que ocurre en el Atlántico como producto del establecimiento de Centros de Investigación en esa región (Jiménez-Orocio *et al.* 2015). Por otro lado, la situación social por la que atraviesan los estados de Michoacán, Guerrero y Chiapas puede ser la causa por la cual existe menor número de trabajos en esas entidades.

El estado de Chiapas destaca por su elevada riqueza de reptiles, contando en específico con un total de 16 especies de tortugas dulceacuícolas y marinas (Luna-Reyes *et al.* 2013); sin embargo, no existen trabajos de investigación formales en relación a las tortugas marinas en esta entidad. En la búsqueda dentro de los repositorios de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNICACH) y la Universidad de Ciencias y Artes (UNACH) no se encontraron proyectos ni tesis elaboradas con estas especies. La razón puede ser atribuida a que dichas instituciones se encuentran ubicadas en la capital del estado, dificultando la logística para realizar trabajos de investigación en las distintas áreas de anidación de la costa chiapaneca. En este sentido, Jiménez-Orocio *et al.* (2015), explican que muchas de las investigaciones

acerca de las dunas costeras están centradas en un sitio específico y se relacionan con el establecimiento de estaciones biológicas, por lo que una situación similar relacionada con la ausencia de dichas estaciones puede ocurrir respecto a la carencia de investigaciones con tortugas marinas en ese estado.

Las universidades y centros de investigación son los principales productores de información científica sobre todo en los países latinoamericanos, debido a que es en éstos donde se impulsan y consolidan muchos grupos científicos, así como el tener la responsabilidad de generar recursos humanos especializados (Ríos-Gómez & Herrera-Solano, 2005). Lo anterior se refleja en los resultados de este trabajo, al provenir los mayores porcentajes de nuestra recopilación de las universidades públicas, principalmente.

Es imperante realizar estudios a largo plazo, ya que únicamente a través del seguimiento de las poblaciones durante varios años se puede tener un panorama más completo de su historia natural en un mismo sitio (García *et al.*, 2003); no obstante, es fundamental que la información generada a lo largo de esos años de investigación se publique, ya que sólo de esta manera la información puede ser considerada confiable y de calidad.

De la información recopilada existen pocos trabajos en los que el periodo de estudio sobrepase más de cinco años, siendo muy frecuentes estudios de un año de duración. En este sentido, los mecanismos de financiamiento gubernamental son la herramienta clave para sostener programas de esta naturaleza; sin embargo, se ha demostrado que el vínculo con los grupos comunitarios asentados en cercanía a las zonas de anidación es de suma importancia para lograr la protección y el seguimiento a largo plazo como una estrategia efectiva para la conservación de las TM en México (García *et al.*, 2003; Sarti *et al.*, 2007; Vannini *et al.*, 2011).

Para mejorar la comprensión de un tema específico, detectar tendencias en el conocimiento y vacíos de información, así como visualizar el conocimiento de un grupo

biológico clave es necesario realizar un análisis bibliográfico que permita conocer los distintos enfoques abordados hasta la actualidad (Jiménez-Orocio *et al.*, 2015). La presente revisión y análisis permite conocer los principales vacíos de información por enfoques y áreas geográficas, así como por especies de tortugas marinas. En particular, este análisis señala como aspectos prioritarios: a) generar más estudios y publicaciones sobre *D. coriacea* y los efectos que sufrirán sus poblaciones en México en torno al cambio climático, b) generar una mayor cantidad de conocimientos sobre el impacto ambiental y la erosión de las playas de anidación y c) fortalecer el esfuerzo de los trabajos de investigación para convertirlos en estudios a largo plazo. Por último, la participación comunitaria en los proyectos de conservación de tortugas marinas en México es el elemento clave para lograr que los estudios alcancen el enfoque de largo plazo; no obstante, los incentivos deben ser correctamente canalizados a fin de evitar actos de corrupción que desmotiven a las comunidades interesadas.

Agradecimientos

A la Universidad del Mar y al programa de Doctorado en Ecología Marina de la División de Estudios de Posgrado por las facilidades otorgadas al primer autor para realizar la compilación de este trabajo, el cual se originó como producto de las asignaturas Seminario de Tesis I y II. Agradecemos a Rafael Riosmena Rodríguez (QEPD) por facilitarnos sus libros y trabajos científicos sobre tortugas marinas, a Gustavo Hinojosa Arango por el acceso digital a las tesis generadas por sus alumnos, así como a Kutzari A.C. por facilitar gran parte de sus informes técnicos. A Gustavo Aguirre del Instituto de Ecología, A.C. por la revisión a la versión preliminar de este trabajo y sus aportaciones, así como a Deanna Strikaitis de la Universidad del Mar por su revisión a la versión en inglés.

Referencias

Álvarado-Díaz, J. & C. Delgado. 2004. *Tortugas marinas de Michoacán*. Historia natural y conservación.

- Comisión de Pesca de Michoacán / Universidad de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 140 p.
- Azanza, J., Y. Ruisanchez-Carrasco, M. E. Ibarra, C. Ruiz, L. Castellanos & D. Ríos-Tamayo. 2006. Indicadores de éxito reproductivo de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en tres playas de la Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas* 27(1): 69-78.
- Böhm, M., B. Collen, J. E. M. Baillie, P. Bowles & J. B. Iverson. 2013. The conservation status of the world reptiles. *Biological Conservation* 157: 372-385.
- Bolongaro, A., A. Z. Márquez-García, V. Torres-Rodríguez & A. García-Vicario. 2010. Vulnerabilidad de sitios de anidación de tortugas marinas por efectos de erosión costera en el estado de Campeche. In: Botello A. V., S. Villanueva Frago, J. Gutiérrez & J. L. Rojas Galviz (Eds.). *Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático*. SEMARNAT, INE, UNAM, ICMYL. Campeche. pp. 73-96.
- Bouchard, S. S. & K. A. Bjorndal. 2000. Sea turtles as biological transporters of nutrients and energy from marine to terrestrial ecosystems. *Ecology* 81(8): 2305-2313.
- Caballero, E. & C. Zerecero. 1950. Trematodos de las tortugas de México. *Revista de Medicina Veterinaria, Parasitología* 9: 124-132.
- Dethmers, K. E. & P. W. Baxter. 2011. Extinction risk analysis of exploited green turtles stocks in the Indo-Pacific. *Animal Conservation* 14: 140-150.
- Dickinson, M. E., M. J. A. Walkden & J. W. Hall. 2007. Systematic impacts of climate change on an eroding coastal region over the twenty-first century. *Climate Change* 84: 141-166.
- Esteban, N., J. O. Laloë, J. A. Mortimer, A. N. Guzman & G. C. Hays. 2016. Male hatchling production in sea turtles from one of the world's largest marine protected areas, the Chagos Archipelago. *Scientific Reports* 6. DOI: 10.1938/srep20339
- García, A., G. Ceballos, & R. Adaya. 2003. Intensive beach management as an improved sea turtle conservation strategy in Mexico. *Biological Conservation* 111: 253-261.
- González-Paredes, D. & D. Melero. 2014. El valor de la tortuga marina. Impacto social y económico del programa de conservación e investigación de tortugas marinas de la fundación Corcovado en Bahía Drake. *Chronica naturae* 4: 51-65.
- Hawkes, L., A. C. Broderick, M. H. Godfrey & B. J. Godley. 2007. Investigating the potential impacts of climate change on a marine turtle population. *Global Change Biology* 13: 923-932.
- Hawkes, L., A. C. Broderick, M. H. Godfrey & B. J. Godley. 2009. Climate change and marine turtles. *Endangered Species Research* 7: 137-154.

- Inegi (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2015. *Marco geoestadístico nacional 2010*. Inegi, D.F.
- Jiménez-Orocio, O., I. Espejel & M. L. Martínez. 2015. La investigación científica sobre dunas costeras de México: origen, evolución y retos. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86: 486-507.
- Kenneth, R., N. Munungurritj & D. Yunupingu. 2004. Migrations patterns of marine turtles in the Gulf of Carpentaria, northern Australia: Implications for aboriginal management. *Wildlife Reseach* 31: 241-248.
- Lauffer, M. 2007. ¿Qué hacer con la literatura gris?. *Interciencia* 32(1): 5.
- León, Y. M. & K. A. Bjorndal. 2002. Selective feeding in the hawksbill turtle, an important predator in coral reef ecosystems. *Marine Ecology Progress Series* 245: 249-258.
- Luna-Reyes, R., L. Canseco-Márquez & E. Hernández-García. 2013. Los reptiles. In: Anónimo (Ed.), *La biodiversidad del estado de Chiapas: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Chiapas. Distrito Federal, México. pp. 319-328.
- Macip-Ríos, R., R. Ontiveros, S. López-Alcaide & G. Casas-Andreu. 2015. The conservation status of freshwater and terrestrial turtles of Mexico: a critical review of biodiversity conservation strategies. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86: 1048-1057 DOI: 10.1016/j.rmb.2015.09.013
- Mazaris, A. D., J. Kramer-Schadt, K. Tzanopoulos, G. Johst, J. Matsinos & D. Pantis. 2009. Assessing the relative importance of conservation measures applied on sea turtles: comparison of measures focusing on nesting success and hatching recruitment success. *Amphibia-Reptilia* 30: 221-231.
- Nelms, S. E., E. M. Duncan, A. C. Broderick, T. S. Galloway, M. H. Godfrey, M. Hamann, P. K. Lindeque, & B. J. Godley. 2015. Plastic and marine turtles: a review and call for research. *Journal of Marine Science Advance* DOI: 10.1093/icesjms/fsv165
- Patiño-Martínez, J. 2013. Las tortugas y el cambio global. Munibe Monographs. *Nature Series* 1: 99-105.
- Pike, D. A. & J. C. Stiner. 2007. Sea turtles species vary in their susceptibility to tropical cyclones. *Oecología* 153: 471-478.
- Primack, R. B. 2012. *A primer of conservation biology*. (5ª edición). Sunderland. Sinauer, Massachusetts.
- Ríos-Gómez, C. & V. Herrera-Solana. 2005. La producción científica latinoamericana y la ciencia mundial: una revisión bibliográfica (1989-2003). *Revista Interamericana de Bibliotecología* 28: 43-61.
- Rondón, M., J. Buitrago & M. McCoy. 2009. Impacto de la luz artificial sobre la anidación de la tortuga marina *Dermochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae), en playa Cipara, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 57(3): 515-528.
- Santidrián, P., V. Saba, C. D. Lombard, J. M. Valiulis, N. J. Robinson, F. V. Paladino, J. R. Spotila, C. Fernández, M. L. Rivas, J. Tucek, R. Nel & D. Oro. 2015. Global analysis of the effect of local climate on the hatchling output of leatherback turtles. *Scientific Reports* 5, DOI: 10.1038/srep16789
- Sarti, L. 2004. *Situación actual de la tortuga laúd (Dermochelys coriacea) en el Pacífico Mexicano y medidas para su recuperación y conservación*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales / World Wildlife Fund. Distrito Federal.
- Sarti, L., A. R. Barragán, D. García, N. García, P. Huerta & F. Vargas. 2007. Conservation and biology of the leatherback turtle in the Mexican Pacific. *Chelonian Conservation and Biology* 6: 70-78.
- Senko, J., A. Mancini, J. A. Seminoff & V. Koch. 2014. Bycatch and directed harvest drive high Green turtle mortality at Baja California Sur, Mexico. *Biological Conservation* 169: 24-30.
- Spotila, J. R., R. D. Reina, A. C. Steyermark, P. T. Plotkin, & F. V. Paladino. 2000. Pacific leatherback turtles face extinction. *Nature* 405: 529-530.
- Tapilatu, R. F., P. H. Dutton, M. Tiwari, T. Wibbels, H. V. Ferdinandus, W. G. Iwanggin & B. H. Nugroho. 2013. Long-term decline of the Western Pacific leatherback, *Dermochelys coriacea*: a globally important sea turtle population. *Ecosphere* 4(2): 1-15.
- Vannini, F., A. Reyes-Sánchez, G. Escamilla-Martínez, C. Santos-López, E. Cruz, P. Franco & H. Pérez-García. 2011. Sea turtles protection by communities in the coast of Oaxaca, Mexico. *Cuadernos de investigación UNED* 3(2): 187-194.