

Reporte sobre LATENDENCIA DEL ANIDAMIENTO DE TORTUGAS MARINAS EN EL PARQUE NACIONAL CAHUITA, TALAMANCA, LIMÓN COSTA RICA

ÁREA DE CONSERVACIÓN LA AMISTAD CARIBE



Fecha de inicio del monitoreo: 15 agosto de 2023

Investigador Principal: M.Sc. Didiher Chacón-Chaverri, Colegiado #646

Abril, 2024

Resumen ejecutivo

El presente informe se elabora en cumplimiento a la resolución R-SINAC-PNI-ACIAC-012-2023 del 17 de agosto del 2023 que permitió el monitoreo y conservación del anidamiento de tortugas marinas en las playas arenosas del Parque Nacional Cahuita. Este proyecto es una alianza de la administración del Parque Nacional, el Comité de Comanejo con la cooperación de Asociación LAST.

Los nidos fueron monitoreados por una totalidad de 10 personas de las tres organizaciones involucradas, siguiendo monitoreos diurnos que permitieron mover las nidadas a un vivero protegido que se construyó y manejó durante esta temporada 2023.

Para el periodo de Junio a Noviembre del 2023 se registraron 85 nidos (3 baula, 9 verde y 73 de carey). La pérdida de nidadas se dio por la erosión del mar, la depredación por fauna y el saqueo antrópico (un nido). La pérdida total de nidadas alcanzó el 42%.

El número de neonatos estimados producidos por especie fueron 141 de baula, 618 de verde y 8468 de carey, dado a que el éxito de eclosión registrado por especie fue de 55% para baula, 78.72% para verde y 78% para carey, no se registraron nidadas de cabezona.

Para la temporada 2024 se procura un mejoramiento del vivero para que opere desde la zona de la berma costera, un incremento en la capacitación del equipo humano en lo referente a las técnicas de trabajo con tortugas marinas y la evaluación de otras técnicas de monitoreo como son los registros de temperatura en las nidadas y el marcaje de las hembras anidadoras.

Acrónimos

ACLAC	Área de Conservación La Amistad Caribe
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
PNC	Parque Nacional Cahuita
LAST	Asociación Latin American Sea Turtles
ASP	Área silvestre protegida
ONG	Organización No Gubernamental

Contenidos

Resumen ejecutivo	2
Acrónimos.....	3
Contenidos.....	4
1. Introducción	6
2. Antecedentes.....	7
3. Objetivos.....	8
3.1 Objetivo general.....	8
3.2 Objetivos específicos	9
4. Justificación técnica	9
5. Área de estudio.....	12
5.1 Ubicación política, geográfica y administrativa	12
5.2 Ambiente biológico, clima y zona de vida.....	13
6. Biología y ecología de las tortugas marinas	14
6.1 Historia natural de las tortugas marinas (Orden Testudines).....	14
6.2 La reproducción de las tortugas marinas.....	16
6.2.1 Selección del sitio de anidación	17
6.2.2 Ecología del nido de tortugas marinas	18
7. Estado de conservación de las tortugas marinas en Costa Rica	19
8. Propuesta de investigación	20
8.1 Levantamiento de datos.....	20
8.2 Lineamientos de la investigación.....	21
9. Referencias.....	22
10. Anexos.....	29

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación del Parque Nacional Cahuita.	13
Figura 2. Estado de conservación actual de las cinco especies de tortugas marinas de Costa Rica y sus tendencias poblacionales.....	20

1. Introducción

Las características dominantes del Mar Caribe se concentran en que es un mar cerrado con amplia distribución de arrecifes de coral (26 000 km²), pastos marinos (66 000 km²) y manglares (11 560 km²). Aunque ha sido considerado un cuerpo de agua oligotrófico, es mejor definido como un mar mesotrófico, aunque depende de la temporalidad, con una pronunciada influencia de las contribuciones del río Orinoco, que estimulan la productividad (Miloslavich *et al.* 2010).

Costa Rica se localiza en la zona tropical, con el Mar Caribe al este y el Océano Pacífico al oeste en la zona tropical (SINAC 2008) otorgándole una gran biodiversidad de especies y ecosistemas, por lo que ha sido reconocida internacionalmente; además, de ser conocida por su compromiso con la conservación (Piedra-Castro 2017). En la década de los 70's se crea el Servicio Nacional de Parques, posteriormente el Sistema de Parques Nacionales con el objetivo de preservar la biodiversidad. Finalmente, en los 90's, dicha entidad se convierte en el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (Morera-Beita *et al.* 2021), contando con 143 áreas silvestres protegidas y resguardando un total de 12984 km² en el territorio continental y 14853 km² en el territorio marino (SINAC 2021a).

La costa Caribe se caracteriza por ser rectilínea regular y menos extensa (200 km) en comparación con la costa Pacífica, en la parte norte presenta playas arenosas, y en el sur, fondos carbonatados con arrecifes, presentando una gran diversidad de ecosistemas marino-costeros como manglares, arrecifes y pastos marinos, poblaciones migratorias y residentes de invertebrados, peces, tortugas, aves y mamíferos marinos (CIZEE-CR 2008).

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza afirma que una planificación efectiva para la conservación de especies en peligro de extinción debe considerar las acciones críticas necesarias para abordar las amenazas a que se enfrenta una especie en particular, brindando alternativas de mitigación y reducción, incrementando las variables que rigen la reproducción, la sobrevivencia y el reclutamiento, así como guardar la funcionalidad ecosistémica.

2. Antecedentes

Las tortugas marinas depositan sus huevos en playas arenosas y con buena accesibilidad desde el mar (Hays *et al.* 1995). El desarrollo embrionario inicia dentro de la membrana semipermeable del huevo (Abella 2010), y la incubación posterior se produce dentro de un ámbito de tolerancia térmica de aproximadamente 25° C a 35° C, lo cual varía según la especie y la población (Ackerman 1997). El tiempo de incubación disminuye al aumentar la temperatura dentro del ámbito de tolerancia térmica (Ackerman 1997), a su vez, la temperatura del aire en la superficie de la arena afecta a la temperatura del nido (Standora & Spotila 1985, Ackerman & Lott 2004).

Existen varios factores externos que influyen directa e indirectamente sobre el desarrollo embrionario y el éxito de eclosión de las crías (Caut, Guirlet & Girondot, 2003, Wallace *et al.* 2004, Ralph *et al.* 2005, Santidrián-Tomillo *et al.* 2009, Garrett *et al.* 2010,), aunque ninguno se nombre como el principal factor, parece que fuera una combinación de todos, lo que causa una alta muerte embrionaria.

El aumento de la temperatura superficial del mar, la falta de planes concretos de regulación del uso de la tierra, y la geomorfología de la zona caribeña de Costa Rica convierte al caribe sur en una zona vulnerable a la erosión costera, llevándose así el ecosistema más importante para la reproducción de las tortugas marinas: la playa. Según Ortiz (2012), se estima el retroceso de la playa de hasta 41 metros, con una tasa media de erosión de 2,08 m/año, el caso extremo se presenta en Punta Cahuita, con una pérdida de 141 metros de playa. Esta pérdida de costa tiene implicaciones negativas, principalmente económicas, legales y sobre todo de conservación de especies, como lo son las tortugas marinas.

Según Lizano (2013), la mayoría de las playas costarricenses están siendo afectadas gravemente por estos procesos erosivos acelerados, y uno de los mejores ejemplos se puede observar en Puerto Vargas, dentro del Parque Nacional Cahuita. Esto por el aumento en el nivel del mar y la energía de las olas, lo que causa que en playas aledañas como Playa Negra y Playa Grande de Cahuita, se observen procesos similares con pérdida de playa en tiempos muy cortos.

El Caribe de Costa Rica representa uno de los sitios de mayor importancia para la anidación, alimentación, copulación, y desove de las tortugas marinas baula (*Dermochelys coriacea*), Carey (*Eretmochelys imbricata*), verde (*Chelonia mydas*) y cabezona (*Caretta caretta*), particularmente

en el PNC, están siendo monitoreados y protegidos (CIT 2020). En orden de abundancia, se puede clasificar como: baula, carey, verde y cabezona (SINAC 2006).

Durante la temporada de anidación del 2009, se registraron 301 actividades de anidación de baula resultando en 196 nidadas, distribuido en 34 nidos naturales, 20 nidos que fueron camuflados para evitar el robo, 74 relocalizados a zonas seguras más arriba de la línea de marea alta y 68 nidos robados especialmente en la sección sur del PNC y la zona de Playa Negra fuera de los límites del parque; el éxito de eclosión para nidadas de tortuga baula fue de 64,9% y se estimó una producción de neonatos de baula de 5368. Con respecto a las tortugas carey, 8 nidos de un total de 22 fueron relocalizados y protegidos en el vivero. De forma general, preocupan aspectos como la erosión de la costa, el levantamiento del nivel del mar, las altas temperaturas y el robo de nidos especialmente en la zona sur del PNC (WIDECAS 2009, 2009b, 2009c).

Para la temporada del 2012 se reportó un total de 267 nidos de *Dermochelys coriacea*, 43 de *Chelonia mydas* y 53 de *Eretmochelys imbricata*. El porcentaje de emergencia para los nidos exhumados de tortuga baula fue de 70,88%, aportando un estimado de 6397 neonatos. El porcentaje de emergencia de los nidos de tortuga verde fue de 76,50%, con un total de 1206 neonatos. El porcentaje de emergencia para los nidos de tortuga carey fue de 81,91%, produciendo 5750 neonatos; sin embargo, se saquearon un total de 139 nidos de tortuga baula, 15 de tortuga verde y 9 de tortuga carey (WIDECAS 2012).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Continuar con el monitoreo del anidamiento de tortugas marinas en el Parque Nacional Cahuita mediante el desarrollo de acciones de conservación que logren reducir los efectos de ciertas amenazas.

3.2 Objetivos específicos

1. Desarrollar acciones que mitiguen las principales amenazas que impactan negativamente la conservación de las tortugas marinas dentro del Parque Nacional Cahuita.
2. Monitorear el sitio de anidación de las tortugas marinas, mediante programas de patrullajes diurnos y nocturnos, basados en levantamiento de información y promoviendo la generación de información necesaria para desarrollar mejoras técnicas en el manejo y el desarrollo de estrategias de conservación.
3. Evaluar los procesos de incubación de nidadas para determinar la sobrevivencia y establecer medidas de manejo en el futuro.

4. Justificación técnica

Los océanos y zonas costeras suelen ser olvidados con frecuencia cuando de manejo y conservación se habla. A pesar de que las zonas costeras son una franja relativamente angosta, en ella suceden una gran cantidad de procesos y ciclos como la interconexión entre el mar, la tierra, los ríos y la atmósfera, proporcionando características altamente dinámicas y complejas a las zonas costeras.

Los ambientes costeros son ecosistemas que presentan una alta dinámica, presentando procesos hidrodinámicos condicionados por factores climáticos, movimientos de la corteza, y cambios en la distribución de los niveles oceánicos los cuales conducen a perturbaciones que se evidencian en la geomorfología de la playa, por medio de ambientes inestables generando erosión o acreción en éstas a causa del aumento en el nivel del mar, la exposición a eventos hidrometereológicos, la erosión costera, y las variaciones en la circulación litoral por la construcción de infraestructura costera, siendo estos algunos factores que alteran el perfil de la costa, contribuyendo a su vulnerabilidad.

El calentamiento global y el cambio climático son conceptos tan estrechamente interrelacionados que en ocasiones son confundidos, estos son fenómenos provocados de manera total o parcial por el aumento en la concentración de gases de invernadero en la atmósfera, principalmente el CO₂, el cual está relacionado con actividades humanas como el uso de combustibles fósiles y la deforestación. Estudios científicos indican que el cambio climático ya está teniendo efectos sobre la biosfera y debido a esto, por su origen antropogénico, estos problemas ambientales deben ser

conocidos y entendidos no solo por técnicos y científicos, sino también por la población en general.

El cambio climático en los últimos años se ha convertido en un factor que día a día toma más fuerza a causa del aumento en el nivel del mar, así como el incremento en intensidad y frecuencia de tormentas tropicales, problemas que suelen provocar erosión en las costas debido a la gran interacción de procesos climáticos, meteorológicos, hidrodinámicos y sedimentarios, los cuales, al mezclarse con la morfología de la costa y su batimetría, ocasionan pérdidas o reducción de la línea costera. Algunas repercusiones debido al cambio climático en zonas costeras se ven fuertemente influenciadas por procesos físicos locales que provocan una reacción en cadena, generando cambios en los ecosistemas. Especialistas en el clima han proyectado que la temperatura promedio de la Tierra aumentará entre 1,8°C a 4°C, así como el incremento en el nivel promedio global del mar será de 75 a 190 cm, entre el año 1990 al 2100, siendo el acelerado aumento en los deshielos en Groenlandia y Antártida uno de los problemas más evidentes. El incremento en la temperatura causa la expansión del agua en los océanos, generando problemas de erosión costera e inundaciones. Los indicios de estos efectos son evidentes y claros en algunas de las ASP de Costa Rica, razón por la cual se necesitan acciones urgentes.

La legislación costarricense, a través de la Ley Orgánica del Ambiente-LOA #7554, artículo 47, así como la Ley de Conservación de Vida Silvestre-LCVS #7317 en su artículo 3, reconoce la investigación como una actividad de interés público, además de ser una de las actividades prioritarias para la Ley de Biodiversidad #7788. Al mismo tiempo, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) declara que la investigación científica es prioritaria para promover el conocimiento necesario en la toma de decisiones de gestión y conservación, y que debe involucrarse en esta actividad, dado que es parte fundamental de su quehacer (SINAC 2014).

Dado lo anterior, emerge la necesidad de que las áreas silvestres protegidas enlisten sus prioridades de gestión para el desarrollo de la investigación mediante la estructuración de un plan específico que facilite su gestión y tenga sinergias con los Planes Generales de Manejo (PGM) y las estrategias de conservación regionales, así como cualquier otra herramienta de gestión (SINAC 2014). Por esta razón, los esfuerzos de monitoreo ecológico llegan a complementar esto, tanto así que algunas ASP incluso están produciendo artículos científicos basados en información derivada de los esfuerzos de investigación.

Por otro lado, los servicios ecosistémicos prestados por las tortugas marinas establecen que son una especie con un alto potencial de atracción turística, principalmente por: (1) la condición de conservación – amenaza en la que se encuentra, (2) por su carisma (ya que es un animal que tiene la capacidad de inspirar y atraer a las personas), y (3) por la posibilidad de encontrarse principalmente anidando en los trópicos, estas tortugas son emblema de muchos programas de voluntariado y turismo alrededor del mundo, generando recursos financieros para las comunidades costeras y la economía nacional (Troëng & Drews 2004).

La tortuga baula fue una de las tortugas marinas más abundantes, pero ha experimentado sustanciales decaídas en sus poblaciones (Pritchard 1982, Spanier 2010, Rafferty *et al.* 2011), particularmente en la cuenca del Pacífico, y esta tendencia parece estar iniciando en el Caribe (NVALWG 2018, Barragan *et al.* 2022). Al 2011, se estimaba que las poblaciones habían disminuido en un 67 % en los últimos 50 años. Las tortugas baula tienen una alta mortalidad en muchos de sus estadios de vida y la fase embrionaria no es la excepción, con aproximadamente un 50 % de mortalidad (Rafferty *et al.* 2011). Por todas estas razones propias de su biología reproductiva, se considera una especie con una gran posibilidad de extinguirse (Dutton *et al.* 2005) y se hace necesario el hecho de investigar y entender por qué si estos embriones inician su proceso de desarrollo embrionario, mueren en un momento avanzado del mismo. Una situación similar la enfrenta la tortuga carey, a la que ciertos acuerdos internacionales le protegen desde 1975, pero su condición se deteriora a tal punto que hace más de 30 años está declarada en peligro crítico de extinción por el declive de más del 90% de sus poblaciones. Aún ante este panorama, en Costa Rica se sigue capturando y se vende su caparazón como artesanías, de forma ilegal.

Los más recientes impactos provienen de los cambios provocados por el clima; el calentamiento global y sus efectos sobre el mar y la costa están afectando la playa como sitio crítico para este grupo de especies. Al existir una erosión acelerada en las playas del Caribe sur costarricense (Lizano 2013), se hace necesario recurrir a herramientas para conservar y proteger las nidadas de tortugas marinas que llegan hasta las playas dentro del Parque Nacional Cahuita. Una de estas opciones para la conservación de estos nidos que se encuentran en peligro, es la relocalización de nidadas a sitios seguros como se expresa en el Manual para el manejo y la conservación de las tortugas marinas en Costa Rica (Chacón *et al.* 2007).

Como parte del compromiso adquirido como país firmante de la Convención Interamericana para la Protección de la Tortuga Marina (CIT), Costa Rica acepta los compromisos que esta establece,

particularmente en lo que se refiere a investigación, protección y conservación de las tortugas marinas. También se fomenta la investigación dirigida a la reproducción experimental, cría y reproducción. Además de la promoción de la educación ambiental y difusión de información, con el fin de estimular la participación de las instituciones gubernamentales, ONGs y del público en general, entre otros.

El Área de Conservación La Amistad-Caribe (ACLAC) busca promover programas de conservación de las tortugas marinas, tanto dentro como fuera de las áreas protegidas del Caribe costarricense. Para lograr dicho fin busca alianzas estratégicas y colaboraciones con organizaciones locales e internacionales, con vasta experiencia en manejo de estos reptiles y sus hábitats críticos, y proyectos de investigación exitosos. Esta propuesta de investigación será implementada y desarrollada por el personal de ACLAC y un asistente local entrenado y financiado por Asociación LAST.

Según UICN (2014), la gestión *in situ* puede constituir una de las herramientas de conservación más exitosas para especies amenazadas, brindando la posibilidad de enfocarse en las variables que son puntos débiles en su medio natural, mitigando las amenazas y aumentando el éxito de conservación. Por ello, en esta ocasión la técnica de la relocalización es la propuesta en este proyecto.

5. Área de estudio

5.1 Ubicación política, geográfica y administrativa

El sitio de estudio se encuentra comprendida dentro del cantón de Talamanca, distrito de Cahuita, Provincia de Limón. Dentro de los límites del Parque Nacional Cahuita (9.731039 N -82.814720). La playa es administrada en temas de ambientales por el Área de Conservación la Amistad Caribe (ACLAC) -SINAC (Figura 1).

abundancia de palmas con raíces adventicias, y el estrato arbustivo puede alcanzar los 2,5 m principalmente representados por palmeras enanas y arbustos poco ramificados.

En el PNC existe un conjunto de importantes sistemas ecológicos como los arrecifes de coral, catalogado por su estructura y diversidad como el más desarrollado del Caribe costarricense. Además, cuenta con una gran diversidad de especies marino-costeras de flora (pastos marinos y algas) y fauna (mamíferos marinos, peces, crustáceos e invertebrados). En la parte terrestre se encuentran parches de manglar, bosques inundados y bosque húmedo tropical, a los que se asocian numerosas especies de mamíferos, reptiles, anfibios y aves (SINAC 2012).

Según la Estrategia Nacional de Conservación de tortugas marinas de Costa Rica (MINAE 2018), en el Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLAC) se registran 10 sitios de anidación para las tortugas marinas. El Parque Nacional Cahuita y el Refugio Nacional Mixto de Vida Silvestre (RNVS) Gandoca–Manzanillo, son dos de esos lugares importantes para la tortuga carey y la tortuga baula respectivamente. Fuera de áreas protegidas también se encuentran sitios muy relevantes como Parismina, Pacuare, Matina y Moín.

6. Biología y ecología de las tortugas marinas

6.1 Historia natural de las tortugas marinas (Orden Testudines)

Los reptiles son organismos vertebrados, pulmonados, poiquiloterms, con mecanismos metabólicos que los ayudan a regular su temperatura. A diferencia de los anfibios, los reptiles tienen la piel seca cubierta por escamas (Koment & Haines 1982), que pueden ser delgadas o gruesas, y forman el caparazón y plastrón de las tortugas (Corrêa *et al.* 2014).

Según Dutton *et al.* (1999) las tortugas marinas han habitado los mares desde hace aproximadamente 150 millones de años, apareciendo en el período Triásico, mucho antes que los grandes reptiles terrestres, voladores y acuáticos. Se han encontrado fósiles del género *Triassochelys*, suborden *Cryptodira*, muy común durante el periodo Triásico. A este suborden pertenece la tortuga llamada *Archelon* el cual es el predecesor de las familias de tortugas marinas actuales. Estas antiguas tortugas se extinguieron en el periodo Cretácico Superior

Las tortugas marinas pasan la mayoría de su ciclo de vida dentro del mar, solamente las hembras visitan las playas para desovar durante la temporada de anidación. Las áreas de distribución son extensas, diferentes y durante su ciclo de vida utilizan distintos ecosistemas. Otra singularidad es la fidelidad que presentan, ya que las hembras regresan a anidar a la misma zona donde nacieron (Márquez-Millán 2014). Algunas de las zonas de anidamiento comprenden pocos kilómetros, como el caso de la tortuga lora, y otras zonas pueden incluir varios cientos de kilómetros, como es el caso de la población anidadora de baula, que se disemina de la Guajira colombiana hasta el sur de Nicaragua, incluyendo Costa Rica. Debido a esta fidelidad y regularidad en las temporadas de anidación, muchas poblaciones han sido amenazadas y disminuidas en los últimos años (Frazer 2001) siendo parte de la cultura de los habitantes de las costas, utilizándola como alimento, materia prima para la elaboración de utensilios de cocina, industria cosmética y parte de la cosmogonía (Márquez-Millán 2014).

Las tortugas marinas tienen ciertas características que las hacen únicas y distintas a otros grupos biológicos, entre los cuales se pueden describir las siguientes:

- Su capacidad para retener el calor metabólico es casi nula, por lo tanto, acuden a medios exógenos. Se les puede encontrar en sitios soleados, exponiéndose por tiempos prolongados para regular su temperatura (Koment & Haines 1982). Otros autores señalan una temperatura más elevada en el animal, en comparación con el ambiente en el cual se encuentran, especialmente durante periodos de tiempo con poca radiación solar o durante las horas de la noche, lo cual describen como un aumento de temperatura gracias al calor producido por el metabolismo acumulado (Sato *et al.* 1995).
- La respiración de las tortugas marinas es pulmonada (Sakamoto *et al.* 1990, Byles 1998, Houghton *et al.* 2008), los pulmones se encuentran en la parte ventral, adheridos al caparazón. El movimiento de inhalación y exhalación es apoyado por movimientos leves del plastrón, asistido por músculos abdominales y pectorales. La tortuga puede estar sumergida en promedio 30 minutos, sin presentar ningún signo de anoxia (Jeanette 2004).

- La regulación de la sal en las tortugas marinas se da mediante dos mecanismos: primero, la secreción hipertónica de una sustancia por las glándulas de la sal, ubicadas detrás de las orbitas oculares; segundo, una secreción urinaria concentrada con un alto contenido de amonio y urea en vez de ácido úrico (Gulko & Eckert 2004).
- Los machos de tortugas marinas presentan un único pene, a diferencia de algunos reptiles. Durante el apareamiento el pene es dirigido hacia la cloaca de la hembra para depositar el líquido seminal. Las hembras tienen una fertilización interna, el esperma permanece en la parte media de los oviductos y finalmente penetra los óvulos previo a la deposición de las distintas capas amnióticas y la cáscara (Jeanette 2004).

6.2 La reproducción de las tortugas marinas

La reproducción es un proceso totalmente influenciado por el medio externo y principalmente por la cantidad y calidad de la alimentos que puedan conseguir las hembras, las cuales, luego de alcanzar la madurez sexual, presentan periodos interanidatorios circadianos para la acumulación de nutrientes para la producción de huevos, y para realizar migraciones hacia sitios de anidación (Perrault *et al.* 2016). Por razones morfológicas y fisiológicas, las tortugas marinas anidan varias veces durante la misma temporada de anidación, en promedio entre 2 y 5 veces, dependiendo de la especie (Gulko & Eckert 2004).

Las tortugas marinas se reproducen por medio de huevos amnióticos, los cuales presentan una cáscara moldeable formada por carbonato de calcio (Miller 1985). Los huevos contienen líquidos nutritivos necesarios para el desarrollo del embrión. Cada una de las especies tiene tiempos interanidatorios, número de nidadas, número de huevos por nido y días de incubación distintos. Las tortugas baula ovipositan dos tipos de huevos, normales y de forma irregular o vanos. Los huevos normales son de forma esférica, de color blanco y constan de (1) un cascarón flexible, (2) una capsula de albúmina, (3) una yema, y (4) una membrana vitelina. Los huevos de forma irregular pueden ser más grandes o más pequeños que un huevo normal; pueden presentar varias yemas o no presentar ninguna del todo; estos contienen principalmente (1) un cascarón flexible (2) albúmina en gran abundancia (3) gránulos de vitelo (Miller 1997). La nidada es el número de huevos ovopositados dentro del nido, excluyendo los huevos vanos; estos huevos normalmente son contados durante el proceso de ovoposición de la tortuga o al momento de la relocalización del nido (Howard, Bell & Pike 2014).

Los huevos de las tortugas son cleidoicos, de color blanco y esférico, y como en cualquiera otra ovoposición, son la interfase entre el ambiente interno y el medio en el que se desarrollan (otros huevos, bacterias, hongos, gases, agua, humedad, temperatura, oxígeno, dióxido de carbono, entre otros) (Wallace *et al.* 2007); estos huevos necesitan una temperatura entre los 25° C y 33° C, buena ventilación, baja salinidad, una alta humedad y no someterse a inundaciones para desarrollar su embrión y eclosionar (Miller 1985).

El periodo de incubación es aproximadamente entre los 50 y los 65 días, dependiendo de la especie (Ernst *et al.* 1994) y los embriones pueden morir al experimentar una rotación durante el periodo de incubación (Limpus, Baker & Miller 1979). Los huevos de la tortuga baula son los más grandes de todas las tortugas marinas y de todas las especies que ovopositan huevos amnióticos. La masa de huevos varía dependiendo del tamaño de la nidada (Wallace *et al.* 2007). Para las baulas, el huevo está compuesto principalmente por (1) la yema (energía, nutrientes y el óvulo fertilizado), (2) albumen (agua y proteínas), y (3) la cáscara y demás membranas (Wallace *et al.* 2006). La media del porcentaje de yema (33%) y de albumen (66%) es significativamente diferente (Wallace *et al.* 2007) para huevos de *D. coriacea* en nidos en Costa Rica.

6.2.1 Selección del sitio de anidación

Las tortugas marinas pasan la mayoría de su ciclo de vida dentro del agua, solamente salen a las playas para anidar. Como sucede en otros ovíparos, la posición del nido puede tener gran influencia en el éxito de eclosión (Hays & Speakman 1993). Existen distintas teorías en cuanto a la filopatía y la fidelidad de las tortugas marinas para escoger el sitio de anidación (Bjorndal & Carr 1989), aunque el grado de precisión no parece ser tan riguroso ni tan repetitivo (Bjorndal & Carr 1989, Eckert *et al.* 1989, Hays & Speakman 1993, Kamel & Mrosovsky 2004, Mrosovsky 2006). Se encuentra una alta regularidad para *Eretmochelys imbricata* en la selección del sitio, no importa si este es idóneo o no y esto lo atribuye a un posible efecto genético que preconditiona la selección del lugar para la puesta de los huevos.

6.2.2 Ecología del nido de tortugas marinas

Algunos de los factores ambientales que influyen directa e indirectamente en el desarrollo de los embriones de tortugas marinas son: (1) humedad, (2) temperatura, (3) salinidad, y (4) el tamaño del grano de la arena (Garduño-Andrade & Cervantes-Hernández 1996), siendo la temperatura y la humedad determinantes en la sobrevivencia, ya que los huevos dependen de la absorción de agua y de un microambiente con cierta temperatura para el desarrollo embrionario (Galicia *et al.* 1989). Algunas de las principales conclusiones de investigaciones relacionadas con el anidamiento de las tortugas marinas son:

- La temperatura en la cual se desarrollan los embriones, determina el género de los neonatos, siendo la temperatura pivotal (en la cual la proporción es 1:1) para baula de 29,25 °C – 29,50 °C (Mrosovsky, Dutton & Whitmore 1984). Después de un periodo de incubación de entre 6 a 13 semanas, los neonatos se dirigen directamente hacia el mar (Miller 1997). La mortalidad aumenta con una temperatura más alta (Bilinski *et al.* 2001). El ámbito normal en el cual se desarrollan los embriones varía de las otras condiciones externas, aunque se reconoce que la temperatura ideal va entre los 27° C y los 32° C (Bustard 1973). Una temperatura fuera de este ámbito, normalmente no inhibe el desarrollo pero si disminuye la eclosión (McGehee 1979).
- El contenido de agua dentro y en los alrededores de la cámara de incubación, tiene influencia en el intercambio de este compuesto entre el sustrato y el huevo (Bautista 1992), un nivel excesivo de líquidos disminuye el intercambio de agua, y en caso de inundación (principalmente por acción del oleaje o el manto freático), se llega a perder todo el nido, por el contrario, la poca humedad causa resequedad y ésta tiene efectos negativos en la supervivencia, ya que los huevos se deshidratan, desecan y colapsan (McGehee 1979).
- La arena juega un papel indispensable y determina otros factores como la temperatura, humedad y la difusión de los gases producidos por los huevos durante la incubación (Mortimer 1995). La mayoría de las playas de anidación están compuestas por arena de sílice, lo cual hace que la arena sea muy fina en comparación con playas coralinas. El

tamaño ideal de la arena, no ha sido descrito aún y se desconoce realmente cual es el efecto de los granos más gruesos o delgados (Montague 1993).

7. Estado de conservación de las tortugas marinas en Costa Rica

Según los estados de conservación emitidos por la UICN (2017)¹, a nivel global todas las tortugas marinas se encuentran en alguna de las tres categorías de amenaza. El estado de conservación actual de las cinco especies de Costa Rica y sus tendencias poblacionales se describen en la figura 2 (La tortuga blanca o negra *Chelonia mydas agassizii* no se encuentra enlistada).

¹ Estas evaluaciones corresponden al área geográfica de distribución de las subpoblaciones y no al estado global, según el Grupo Especialista de Tortugas Marinas de la UICN. Para el caso del Caribe de Costa Rica, la evaluación corresponde a la subpoblación del Océano Atlántico Noroccidental. La información detallada se encuentra en <https://www.iucn-mtsg.org/statuses>

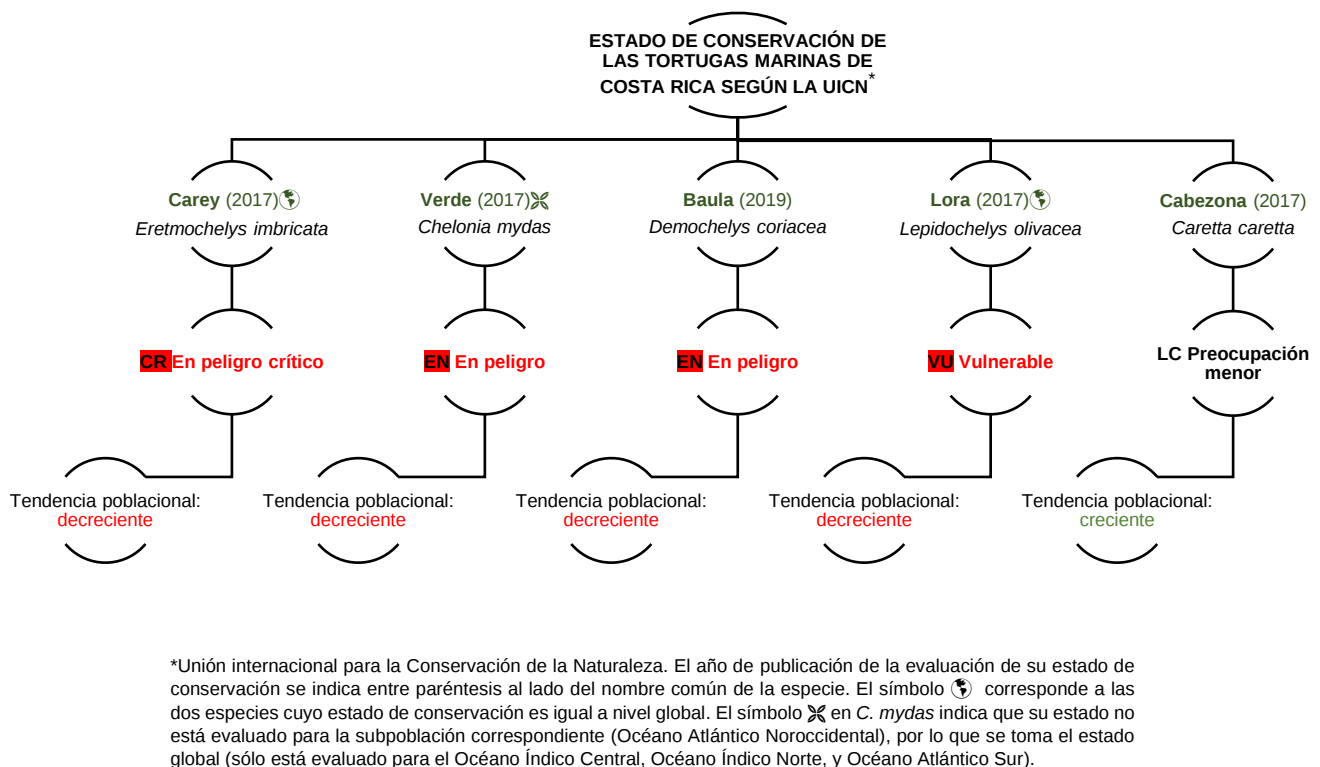


Figura 2. Estado de conservación actual de las cinco especies de tortugas marinas de Costa Rica y sus tendencias poblacionales. Fuente: Elaboración propia.

8. Protocolo de investigación

En el presente apartado se hace referencia a la información brindada en el “**Manual para el manejo y conservación de tortugas marinas**” oficializado por resolución de SINAC 055-2007. Se presentan la metodología para el levantamiento de datos, y lineamientos por seguir, de acuerdo con Chacón *et al.* 2007.

8.1 Levantamiento de datos

Entre los objetivos de la recolección de datos están principalmente, adquirir sistemáticamente información sobre las tortugas marinas, para tener información suficiente para el manejo correcto en cuanto a conservación en el ASP. La toma certera de los datos en el campo se debe hacer

evitando al máximo el impacto o estrés al animal. Para esto es necesario trabajar con rapidez, usar luz roja adecuadamente y contar con personal calificado. El uso de libretas de campo es básico para garantizar la recopilación de los datos y de la investigación. Los datos mínimos que se deben registrar son los siguientes:

- a. Fecha, para llevar el orden cronológico.
- b. En caso de playas con anidación de varias especies, se recomienda utilizar siglas por el nombre científico (Ejemplo: *Chelonia mydas* = C.m.).
- c. Marca y localización o señal de marcas previas en la tortuga si esta se observó.
- d. Biometría (longitud del caparazón, ancho del caparazón, entre otras).
- e. Ubicación (georeferenciación) y descripción de la zona de anidación (Vegetación).
- f. Hora de anidación y recolecta de huevos.
- g. Número de huevos.
- h. Marcas o mojones en la playa, tanto del sitio de desove y ubicación del sitio de relocalización.
- i. Observaciones: se refiere a aspectos climáticos como temperatura, humedad, lluvia, nivel de manto freático, entre otros, y aspectos morfológicos como la fase lunar, marcas, deformidades, parásitos, tumores y cualquier otra.

8.2 Lineamientos de la investigación

- a. Las playas por monitorear serán Playa Blanca y Puerto Vargas del PNC.
- b. Los datos serán recolectados del 15 de agosto al 15 de octubre del 2023.
- c. La frecuencia de observaciones será de 25 días al mes.
- d. El horario será de preferencia de 8 pm a 7 am, o monitoreo diurno de 5 am a 11 am, según se logre la logística con el personal de PNC.
- e. El 100% de las tortugas encontradas serán marcadas según Chacón *et al.* (2007), y sus datos biométricos serán anotados.
- f. Todas las acciones de investigación y manejo de nidadas serán sobre la base de una alianza público-privada entre LAST y el personal del PNC, para lo cual LAST aportará un asistente local entrenado en las técnicas científicas a ser usadas.
- g. LAST no enviará o manejará personal voluntario propio o proveniente de cualquier otro programa privado o estatal.

- h. El 100% de las nidadas en riesgo de inundación por el oleaje, depredación, interacción con turismo, y/o tráfico de vehículos, serán relocalizadas a una sección segura de la playa que será seleccionada previamente por la administración del PNC.
- i. La recolecta y manipulación de las nidadas se hará usando las técnicas estipuladas por Chacón *et al.* (2007).
- j. Todas las nidadas relocalizadas o dejadas *in situ* serán marcadas con cinta vinílica para su seguimiento posterior.
- k. Una muestra no menor al 50% de las nidadas totales registradas será exhumada para fines de determinar el éxito de eclosión y emergencia, según Chacón *et al.* (2007).
- l. Los neonatos recolectados de las nidadas exhumadas serán liberados según la técnica establecida por Chacón *et al.* (2007).

9. Resultados

El presente informe se elabora en cumplimiento a la resolución R-SINAC-PNI-ACIAC-012-2023 del 17 de agosto del 2023 que permitió el monitoreo y conservación del anidamiento de tortugas marinas en las playas arenosas del Parque Nacional Cahuita. Este proyecto es una alianza de la administración del Parque Nacional, el Comité de Comanejo con la cooperación de Asociación LAST.



Neonato de carey

Los nidos fueron monitoreados por una totalidad de 10 personas de las tres organizaciones involucradas, siguiendo monitoreos diurnos que permitieron mover las nidadas a un vivero protegido que se construyó y manejó durante esta temporada 2023.



Vivero cerrado en Puerto Vargas



Nidadas relocizadas en playa y protegidas mediante canastas

Para el periodo de Junio a Noviembre del 2023 se registraron 85 nidos (3 baula, 9 verde y 73 de carey). La pérdida de nidadas se dio por la erosión del mar, la depredación por fauna y el saqueo antrópico (un nido). La pérdida total de nidadas alcanzó el 42%.



Rastro de hembra anidadora en el PNC

El número de neonatos estimados producidos por especie fueron 141 de baula, 618 de verde y 8468 de carey, dado a que el éxito de eclosión registrado por especie fue de 55% para baula, 78.72% para verde y 78% para carey, no se registraron nidadas de cabezona.



Neonatos de Carey liberados



Hembra de tortuga Carey en proceso de anidamiento

Para la temporada 2024 se procura un mejoramiento del vivero para que opere desde la zona de la berma costera, un incremento en la capacitación del equipo humano en lo referente a las técnicas de trabajo con tortugas marinas y la evaluación de otras técnicas de monitoreo como son los registros de temperatura en las nidadas y el marcaje de las hembras anidadoras.



Nidada extraída para ser relocada

10. Referencias

- Abella, E. (2010). Factores ambientales y de manejo que afectan al desarrollo embrionario de la tortuga marina *Caretta caretta*. Implicaciones en programas de incubación controlada. Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria. España.
- Ackerman, R. (1997). The Nest Environment and the Embryonic Development of Sea Turtles. In: LutzThe. In *Biology of Sea Turtles* (1st ed., Vol. 1, p. 283). New York: CRC Press.
- Ackerman, R. & Lott, B. (2004). Thermal, hydric, and respiratory climate of nest. In *Reptilian incubation: Environment, Evolution and Behaviour* (Vol. 2). Nottingham UK: Nottingham University.
- Barragan, A.B., J.A. Espín & Barragan, R. (2022). Northwest Atlantic Leatherback (*Dermochelys coriacea*) Regional Action Plan for the Wider Caribbean Region (K.L. Eckert, Editor). Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network (WIDECAST) Technical Report No. 22. Godfrey, Illinois, EE. UU.71 pp.
- Bautista, H. (1992). Relación de la humedad del ambiente incubatorio en el avivamiento de *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina) en las playas de La Escobilla, Oaxaca (Tesis de Biología). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Bilinski, J., Reina, R., Spotila, J. & Paladino, F. (2001). The effects of nest environment on calcium mobilization by leatherback turtle embryos (*Dermochelys coriacea*) during development. *Comp. Biochem. Physiol*, 130, 151–162.
- Bjorndal, K. Bustard & Carr, A. (1989). Variation in clutch size and egg size in the green turtle nesting population at Tortuguero, Costa Rica. *Herpetologica*, 45, 181–189.
- Bustard, R. (1973). *Sea Turtles: Natural History and Conservation*. New York: Taplinger Publishing Company.
- Byles, R. (1998). Behavior and ecology of sea turtles from Chesapeake Bay. College of William and Mary, Williamsburg, Virginia, EE. UU.
- Caut, S., Guirlet, E. & Girondot, M. (2003). Effect of tidal overwash on the embryonic development of leatherback turtles in French Guiana. *Marine Environmental Research*, 69, 254–261.
- Chacón, D., J. Sánchez, J. J. Calvo & Ash, J. (2007). Manual para el manejo y la conservación de las tortugas marinas en Costa Rica; con énfasis en la operación de proyectos en playa y viveros. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Ministerio de Ambiente y Energía. 103 pp-
- Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT). (2015). 12a Reunión del Comité Científico. Convención Interamericana para la Protección y la Conservación de las Tortugas Marinas. Recuperado de http://www.iacseaturtle.org/docs/comitecientifico/12reunion/INFORME_CC12_DEC_18_2015_Final_WEB.pdf
- Comisión Interinstitucional de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica (CIZEE-CR) (2008). Estrategia Nacional para la Gestión de los Recursos Marinos y Costeros de Costa Rica. San José, Costa Rica. 74 pp.
- Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT). (2020). Informe Anual 2020.
- Corrêa, G., Ingels, Y., Valdes, V., Fonsêca-Genevois, C., Farrapeira, G. & Santos, P. (2014). Diversity and composition of macro- and meiofaunal carapace epibionts of the hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata* Linnaeus, 1822) in Atlantic waters. *Marine Biodiversity*, 44(3), 391–401.

- Dutton, D., Dutton, P., Chaloupka, M. & Boulon, R. (2005). Increase of a Caribbean leatherback turtle *Dermochelys coriacea* nesting population linked to long-term nest protection. *Biological Conservation*, 126, 186–194.
- Dutton, P., Bowen, B., Barragan, A. & Davis, S. (1999). Global phylogeography of the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*). *Journal of Zoology*, 248, 397–409.
- Eckert, S., Eckert, K., Ponganis, P. & Kooyman, G. (1989). Diving and foraging behavior of leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*). *Canadian Journal of Zoology*, 67, 2834–2840.
- Ernst, C., Lovich, J. & Barbour, R. (1994). *Turtles of the United States and Canada*. Smithsonian Institution Press.
- Frazer, N. (2001). Metas del Manejo y la Conservación de las Tortugas Marinas del Caribe. En: Eckert, K. y A. Abreu. *Conservación de Tortugas Marinas en la región del Gran Caribe: Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo*. Santo Domingo, República Dominicana. WIDECAST, UICN/SSC/MTSG, WWF y el Programa Ambiental del Caribe del PNUMA. 72- 78.
- Galicia, P., Hernández, V., López, R. & Nieves, M. (1989). Influencia de la humedad de incubación sobre el porcentaje de avivamiento en tortuga Golfina y Laud. *Memorias Del V Encuentro Interuniversitario Sobre Tortugas Marinas En México*, 162–174.
- Garduño-Andrade, M. & Cervantes-Hernández, E. (1996). Influencia de la temperatura y la humedad en la sobrevivencia en nidos in situ y en corral de tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) en Las Coloradas, Yuc., México. *SEMARNAP, Ciencias Pesqueras*, 12.
- Garrett, K., Wallace, B., Garner, J. & Paladino, F. (2010). Variations in leatherback turtle nest environments: consequences for hatching success. *Endangered Species Research*, 11, 147–155.
- Gulko, D. & Eckert, K. (2004). *Sea Turtles: An Ecological Guide*. Honolulu, HI: Mutual Publishing.
- Hays, G., Mackay, A., Adams, C. R., Mortimer, J. A., Speakman, J. R. & Boerema, M. (1995). Nest Site Selection by Sea Turtles. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 75(3), 667–674.
- Hays, G. & Speakman, J. (1993). Nest placement by loggerhead turtles, *Caretta caretta*. *Animal Behaviour*, 45, 47–53.
- Houghton, J., Doyle, T., Davenport, J., Wilson, P. & Hays, G. (2008). The role of infrequent and extraordinary deep dives in leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*). *J Exp Biol*, 211, 2566–2575.
- Howard, R., Bell, I. & Pike, D. (2014). Thermal tolerances of sea turtle embryos: current understanding and future directions. *Endangered species research*, 26, 75–86.
- Jeanette, W. (2004). *The anatomy of Sea Turtles*. USA: National Marine Fisheries Service.
- Kamel, S. & Mrosovsky, N. (2004). Nest site selection in leatherbacks, *Dermochelys coriacea*: individual patterns and their consequences. *Mrosovsky*, 68, 357–366.
- Koment, R. & Haines, H. (1982). Characterization of a reptilian epithelioid skin cell line derived from the green sea turtle, *Chelonia mydas*. *In Vitro*, 18(3), 227–232.
- Limpus, C., Baker, V., & Miller, J. (1979). Movement induced mortality of loggerhead eggs. *Herpetologica*, 35, 335–338.
- Lizano, O. G. (2013). Erosión en las playas de Costa Rica, incluyendo la Isla del Coco. *InterSedes*, 14(27), 06-27.
- Márquez-Millán, R. (2014). Mexico y las tortugas marinas. En: *Tortugas Marinas*. Mexico: Instituto Nacional de Pesca, México.
- McGehee, M. (1979). Factors affecting the hatching succes of loggerhead sea turtle eggs (*Caretta caretta*). Univ. Central de Florida, USA.
- Miller, J. (1985). Embryology of marine turtles. *Biology of the Reptilia*, 14, 271–328.

- Miller, J. (1997). Reproduction in sea turtles. *En: The Biology of Sea Turtles* (eds. Lutz P.L. & Musick JA). EE. UU.
- Miloslavich, P., Díaz, J., Klein, E., Alvarado, J., Díaz, C., Gobin, J., Escobar, E., Cruz, J., Well, E., Cortés, J., Bastidas, A., Robertson, R., Zapata, F., Martín, A., Castillo, J., Kazandjian, A., & M. Ortiz. (2010). Marine Biodiversity in the Caribbean: Regional Estimates and Distribution Patterns. *PlosONE*. 5(8): 2-25.
- MINAE. (Ministerio de Ambiente y Energía). (2018). Estrategia Nacional para la Conservación y Protección de las Tortugas Marinas. 1 edición. San José, Costa Rica. 56 pp.
- Montague, C. (1993). Ecological design of inlets in southeastern Florida: Design criteria for sea turtle nesting beaches. *Journal of Coastal Research, Special Issue*, 118, 267–276.
- Morera-Beita, C., Sandoval-Murillo, L.F. & Alfaro-Alvarado, L.D. (2021). Evaluación de corredores biológicos en Costa Rica: estructura de paisaje y procesos de conectividad-fragmentación. *Revista Geográfica de América Central*, (66), 106-132.
- Mrosovsky, N., Dutton, P. & Whitmore, C. (1984). Sex ratios of two species of sea turtles nesting in Suriname. *Canadian Journal of Zoology*, 62, 2227–2239.
- Mortimer, J. (1995). Factors Influencing Beach Selection by Sea Turtles. Zoology Department. University of Florida. Gainesville, Florida. EE. UU.
- Mrosovsky, N. (2006). Distorting gene pools by conservation: assessing the case of doomed turtle eggs. *Environmental Management*, 38, 523–531.
- NWALWG: Northwest Atlantic Leatherback Working Group. (2018). Northwest Atlantic Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) Status Assessment (Bryan Wallace & Karen Eckert, eds.). Conservation Science Partners and WIDECAST. WIDECAST Reporte técnico No. 16. Godfrey, Illinois, EE.UU. 36 pp.
- Ortiz, E. (2012). Cambios geoformológicos en el litoral Caribe y Pacífico de Costa Rica. Caso del Complejo Deltico de Sierpe. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 5 (15), 45-54.
- Perrault, J., Page-Karjian, A. & Miller, D. (2016). Nesting leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) packed cell volumes indicate decreased foraging during reproduction. *Marine Biology*, 163:232.
- Piedra-Castro, L. M. (2017). Estrategia de manejo de recursos ecosistémicos marino costeros en el Caribe Sur de Costa Rica, orientada a la adaptación a la variabilidad climática de las comunidades costeras. Tesis de Doctorado, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad Nacional de Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica.
- Pritchard, P. (1982). Nesting of the leatherback turtle, *Dermochelys coriacea* in Pacific Mexico, with a new estimate of world population status (Population Status). México. 860 pp.
- Rafferty, A., Santidrián-Tomillo, P., Spotila, J., Paladino, F. & Paladino, D. (2011). Embryonic death is linked to maternal identity in the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*). *PLoS One*, 6, 21038.
- Ralph, C., Reina, R., Wallace, B., Sotherland, P., Spotila, J. & Paladino, F. (2005). Effect of egg location and respiratory gas concentrations on developmental success in nests of the leatherback turtle, *Dermochelys coriacea*. *Australian Journal of Zoology*, 53, 289–294.
- Sakamoto, W., Uchida, I., Naito, Y., Kureha, K., Tujimura, M., & Sato, K. (1990). Deep diving behavior of the loggerhead turtle near the frontal zone. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*, 56, 1435–1443.
- Santidrián-Tomillo, P., Suss, J., Wallace, B., Magrini, K., Blanco, G., Paladino, F. & Spotila, J. (2009). Influence of emergence success on the annual reproductive output of leatherback turtles. *Marine Biology*, 156, 2021–2031.
- Sato, K., Sakamoto, W., Matsuzawa, Y., Tanaka, H., Minamikawa, S. & Naito, Y. (1995). Body temperature independence of solar radiation in free-ranging loggerhead turtles, *Caretta caretta*, during internesting periods. *Marine Biology*, 123(2), 197–205.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (S.f). PNC. Un paraíso en Conservación, la mejor experiencia caribeña. SINAC.

- <http://www.sinac.go.cr/ES/ac/aclac/pnc/Documents/Folleto%20Parque%20Nacional%20Cahuita.pdf>
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (S.f). Plan de turismo sostenible del PNC. Proyecto Fortalecimiento del Programa de Turismo en Áreas Silvestres Protegidas. <http://www.sinac.go.cr/ES/transprncia/Planificacin%20y%20Gestin%20BID/Gesti%C3%B3n%20Sostenible%20del%20Turismo%20en%20ASP/Planes%20de%20Turismo%2010%20ASP/Plan%20de%20Turismo%20Sostenible%20del%20PN%20Cahuita.pdf>
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2008). GRUAS II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 3: Análisis de Vacíos en la Representatividad e Integridad de la biodiversidad marina y costera. San José, CR. 60 pp
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2012). Plan General de Manejo del PNC. Área de Conservación Amistad Caribe (ACLAC). Caribe sur Costa Rica. 131p
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2021a). Guía actualizada para la elaboración del Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica. (2ª ed.). San José-Costa Rica. 60 pp.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). (2021b). Plan de Prevención, Protección y Control del área de conservación Amistad Caribe. 90 pp.
- Spanier, M. (2010). Beach erosion and nest site selection by the leatherback sea turtle *Dermochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae) and implications for management practices at Playa Gandoca, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 58, 1237–1246.
- Standora, E., & Spotila, J. (1985). Temperature dependent sex determination in sea turtles. *Copeia*.
- WIDECAS (2009). Nesting of the Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) in Cahuita National Park, Costa Rica 2009 Season. Costa Rica
- WIDECAS (2009a). Informe Gandoca Temporada 2009: Anidación de tortugas marinas en la playa de Gandoca, Caribe Sur, Costa Rica. Costa Rica
- WIDECAS (2009b). Monitoring of the nesting activities of the Hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) and the green turtle (*Chelonia mydas*) at Playa Gandoca, Gandoca-Manzanillo Wildlife Refuge, Costa Rica from August until October 2009. Costa Rica.
- WIDECAS (2012). Reporte final de la anidación de tortugas marinas, PNC, Costa Rica (Temporada 2012). Costa Rica
- Wallace, B., Sotherland, P., Spotila, J., Reina, R., Franks, P. & Paladino, F. (2004). Biotic and abiotic factors affect the nest environment of embryonic leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*). *Physiological and Biochemical Zoology*, 77(1), 423–432.

10. Anexos

Anexo 1

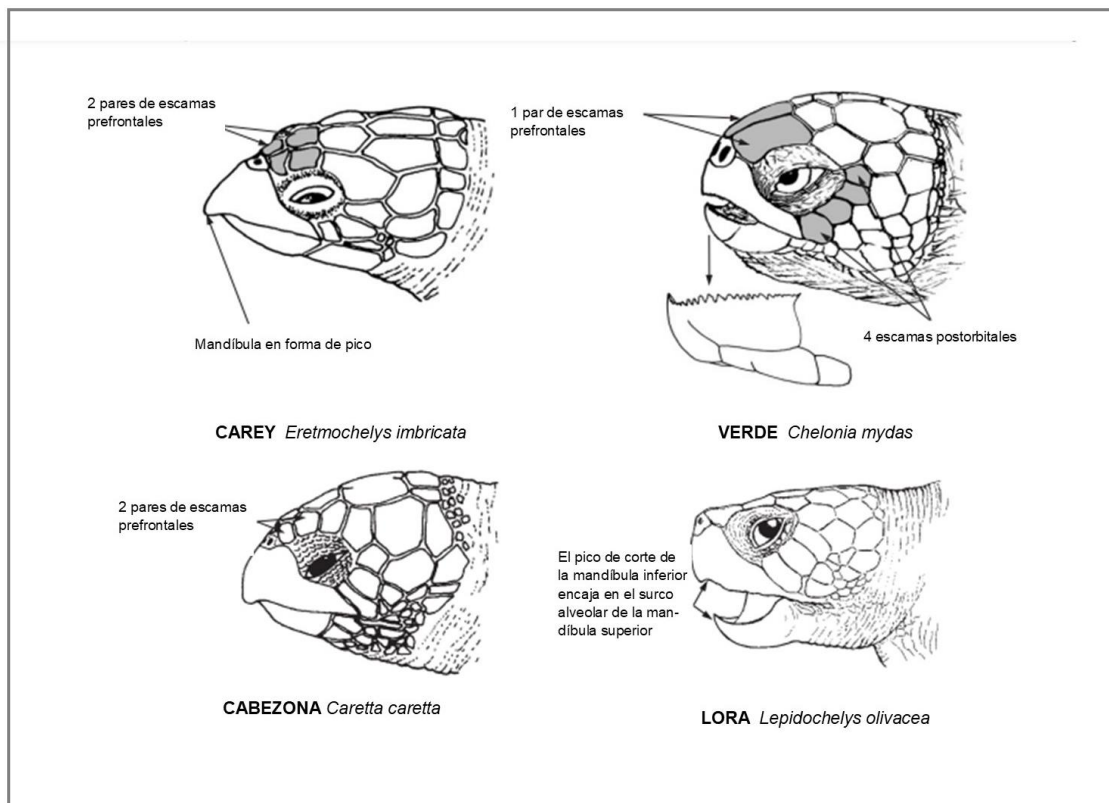


Figura 1. Características físicas de la cabeza que diferencian las cuatro especies de la familia Cheloniidae que visitan el Caribe de Costa Rica. Adaptado al español de Musick, citado por FAO²

Anexo 2

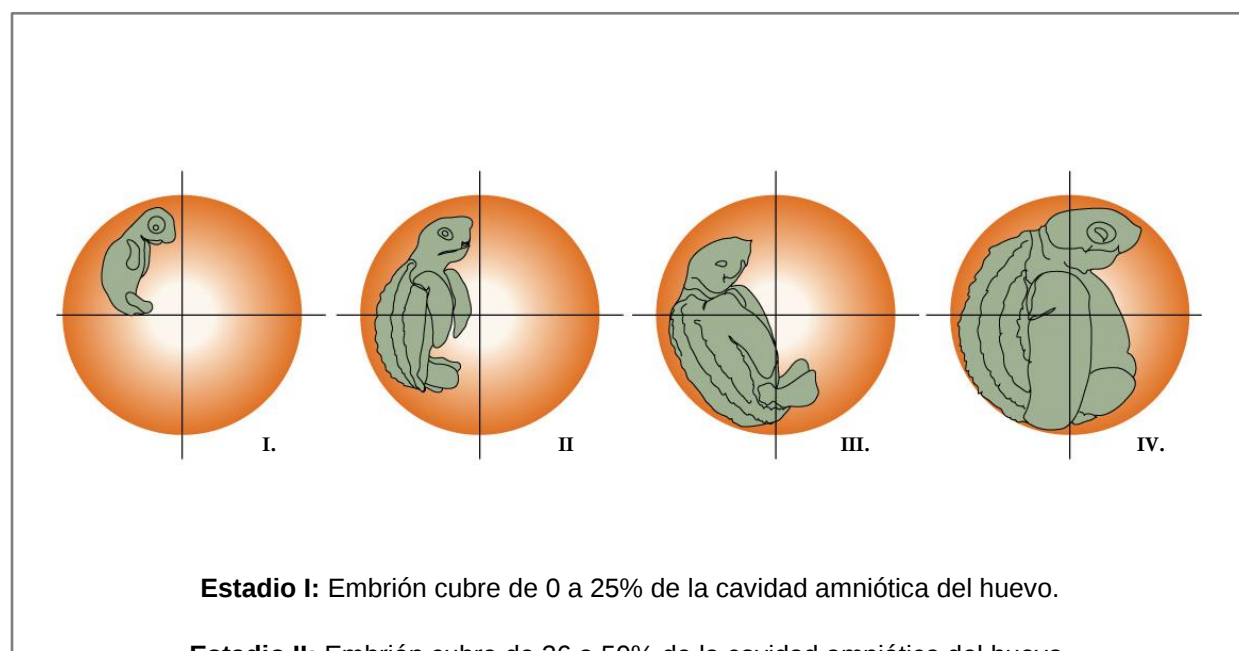


Figura 2. Estadios de los embriones de tortuga marina que deben ser analizados en el levantamiento de datos (Fuente: Chacón *et al.* 2007)