

**LA ILUSTRACIÓN CIENTÍFICA COMO HERRAMIENTA PARA LA DIVULGACIÓN,
LA EDUCACIÓN Y LA CONCIENTIZACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE
TORTUGAS MARINAS EN COLOMBIA**

MIGUEL ÁNGEL PIÑEROS CASTRO

Plan de Trabajo Profesionalizante para optar al título de Biólogo Marino

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
SANTA MARTA
COLOMBIA
2021**

**LA ILUSTRACIÓN CIENTÍFICA COMO HERRAMIENTA PARA LA DIVULGACIÓN,
LA EDUCACIÓN Y LA CONCIENTIZACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE
TORTUGAS MARINAS**

MIGUEL ÁNGEL PIÑEROS CASTRO

Plan de Trabajo Profesionalizante para optar al título de Biólogo Marino

Tutor

**GUIOMAR AMINTA JAUREGUI ROMERO
Bióloga Marina
M. en C. Ciencias Ambientales**

Supervisor

**KAREN ALEXANDRA PABÓN ALDANA
Bióloga Marina
M. en C. en Manejo de Recursos Marinos
ProCTMM**

Asesor

**JORGE ENRIQUE BERNAL GUTIERREZ
Biólogo Marino
M. en C. en Manejo de Recursos Marinos
ProCTMM**

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
SANTA MARTA
COLOMBIA
2021**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVO GENERAL, OBJETIVOS ESPECÍFICOS E HIPÓTESIS	9
2.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	9
2.2 OBJETIVOS	9
2.2.1 Objetivo general	9
2.3 HIPÓTESIS	10
3.METODOLOGÍA	11
3.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS	11
3.1.1 RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
3.1.2 PARTICIPACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCTMM	12
3.1.3. RECONOCIMIENTO DE EJEMPLARES VIVOS	14
3.1.4 ILUSTRACIÓN CIENTÍFICA	15
3.1.4.1 MATERIALES Y TÉCNICAS ARTÍSTICAS	16
3.1.4.2 SELECCIÓN DEL MODELO E ILUSTRACIÓN FINAL	17
3.1.4.3 Boceto e ilustración final.	18
3.2 REALIZACIÓN DE LAS INFOGRAFÍAS	20
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1 Generalidades de las tortugas marinas	23
4.2 <i>Dermochelys coriacea</i> - Vandelli, 1761.	25
4.2.1 Morfología	25
4.2.2. Historia de vida	27
4.2.3. Ecología	30
4.3 <i>Caretta caretta</i> - Linnaeus, 1758.	34
4.3.1. Morfología	34
4.3.2. Historia de vida	36
4.3.3. Ecología	38
4.4 <i>Chelonia mydas</i> - Linnaeus, 1758.	40
4.4.1. Morfología	40
4.4.2. Historia de vida	42
4.4.3. Ecología	44
4.5 <i>Eretmochelys imbricata</i> - Linnaeus, 1766.	48
4.5.1. Morfología	48
4.5.2. Historia de vida	50

4.5.3. Ecología	52
DISCUSIÓN	55
5. CONCLUSIONES	55
6. RECOMENDACIONES	56
7. BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	66

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Visualización del motor de búsqueda de la biblioteca virtual de la Universidad Jorge Tadeo Lozano.....	12
Figura 2. Visualización de la página principal del motor de búsqueda académico de Google “Google Scholar”.<	12
Figura 3. Actividades realizadas en las instalaciones del programa. A y B: Limpieza de tanques y estructuras. C y D: Alimentación de juveniles y neonatos.....	13
Figura 4. Introducción de juveniles de tortugas marinas A. liberación del 14 de octubre de 2020. B. liberación del 5 de marzo de 2021.....	14
Figura 5. Reconocimiento de estructuras de identificación para la especie <i>C. caretta</i> A: Neonato vista ventral. B: Juvenil vista dorsal dentro de las instalaciones del ProCTMM.	15
Figura 6. Recopilación de información morfológica de juveniles de <i>E. imbricata</i> en las instalaciones del ProCTMM.	15
Figura 7. Materiales e implementos utilizados para la elaboración de las ilustraciones utilizadas en la realización de este proyecto.	17
Figura 8. Imágenes de referencia tomadas de la web utilizadas como referencia para la realización de las ilustraciones de neonato de tortuga Verde. Tomadas de: https://escapadas.mx/attractivos/santuario-de-tortugas/	18
Figura 9. Procedimiento de ilustración de neonato de tortuga Verde <i>C. mydas</i> . A: Boceto en grafito. B: Realización de detalles y del caparazón y la cabeza en colores. C: Ilustración final de neonato de tortuga Verde.	19
Figura 10. Ilustraciones complementarias realizadas para respaldar la información plasmada en las infografías, nombradas de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: orca, gaviota, <i>Physalia physalis</i> , anidación, coral petreo, pirosona.	20
Figura 11. Página principal del sitio web Canva, utilizado para el desarrollo de las infografías de tortugas marinas.....	21
Figura 12. Infografías con los principales temas abordados A: morfología. B: Historia de vida. C: Ecología. D: Generalidades.	22
Figura 13. Representación de los escudos y el caparazón de las tortugas de la familia cheloniidae.	23
Figura 14. Diferentes estilos de vida presentes en las tortugas marinas.	24
Figura 15. Estimación de la pirámide de supervivencia de las tortugas marinas.	25
Figura 16. ampliación de la información morfológica de la tortuga <i>laúd dermochelys coriacea</i>	26

Figura 17. ampliación de la información acerca de las púas en la garganta de la tortuga laúd.....	27
Figura 18. Ampliación del ciclo de vida específico de la tortuga laúd.	28
figura 19. Ampliación de la información acerca de A: Las huellas impresas en la arena. B: El nido y los denominados "huevos falsos" característicos de esta especie.	29
Figura 20. ampliación de la información de temperatura pivotal de los neonatos al nacer.	30
Figura 21. ampliación de infografía de la disminución de las poblaciones de tortuga laúd en los últimos 50 años.	30
Figura 22. Ampliación de la información ecológica y principales amenazas de la tortuga laúd.....	31
Figura 23. Ampliación de la información de la infografía de ecología de la tortuga laúd. A: Distribución global. B: Capacidad de buceo.	32
Figura 24. Ampliación de la infografía en cuanto a la alimentación de la tortuga laúd.	33
Figura 25. Ampliación de los depredadores de la tortuga laúd.....	33
Figura 26. ampliación del tamaño y longitud promedio de la tortuga caguama.	34
Figura 27. Ampliación de las características morfológicas de la tortuga caguama.	35
Figura 28. Ampliación de los epibiontes presentes en el caparazón de estas tortugas.	35
Figura 29. Ampliación de los aspectos de reproducción, características del nido y rastros de la arena por parte de la tortuga caguama.....	36
Figura 30. Ampliación del ciclo de vida específico de la tortuga caguama.	37
Figura 31. Ampliación de las principales amenazas que presenta a tortuga caguama.	38
Figura 32 Ampliación de la información infográfica de la tortuga caguama A: Distribución global. B: Estilo de alimentación.....	39
Figura 33. Ampliación de la temática de alimentación de la tortuga caguama	40
Figura 34. Ampliación de la morfología de la tortuga verde.	41
Figura 35. Ampliación de las características de la tortuga verde como dimorfismo sexual, longitud y peso.	42
Figura 36. Ampliación de las temáticas de tortuga verde en cuanto A: Ciclo de vida. B: Características del nido. C: Huellas en la arena.	43
Figura 37. Ampliación de las temperaturas del nido y su influencia en el sexo de los neonatos.....	44
Figura 38. ampliación de la alimentación de juveniles adultos de tortuga verde.	45
Figura 39. Ampliación de la temática de depredadores de la tortuga verde.	46
Figura 40. Ampliación de a temática de las principales amenazas que enfrenta la tortuga verde.	47
Figura 41. ampliación de los esfuerzos de conservación sobre la tortuga verde.....	48
Figura 42. Características morfológicas de la tortuga caey. A: Medidas y peso. B: Descripción detallada del cuerpo.	49
Figura 43. Detalle de la cabeza y el pico de la tortuga carey.	50
Figura 44. Ampliación del ciclo de vida específico para la tortuga carey.....	51
Figura 45. Ampliación de las temáticas A: Rastro de la arena. B: influencia de la temperatura sobre la anidación.....	52

Figura 46. Ampliación de los principales grupos de los que se alimentan la tortuga carey en su etapa juvenil y adulta.	53
Figura 47. Ampliación de las principales amenazas que enfrentan las poblaciones de la tortuga carey.....	54
Figura 48. Ampliación y la problemática de disminución de las poblaciones de tortuga carey en los últimos 50 años.	54

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existen 7 especies de tortugas marinas a nivel mundial, agrupadas en 2 familias y 6 géneros, en los que se encuentran la tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), tortuga caguama (*Caretta caretta*), tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), tortuga Lora (*Lepidochelys kempii*), y la tortuga Franca Oriental (*Natator depressus*) (Eckert et al., 1999). Estas se encuentran principalmente distribuidas en las zonas tropicales y subtropicales, aunque su distribución presenta amplias variaciones a lo largo de sus diferentes etapas de vida, y pueden llegar a presentar grandes migraciones de cientos e incluso miles de kilómetros desde las zonas de anidación hasta las zonas de alimentación en los estadios adultos y zonas geográficamente diferentes en los estadios inmaduros (Wallace et al., 2010). Desafortunadamente, 6 de las 7 especies se encuentran incluidas bajo alguna de las categorías de riesgo a nivel global, ya sea vulnerable (VU), en peligro (EN) o en peligro crítico (CR) según la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2020).

El origen evolutivo de las tortugas marinas se remonta a aproximadamente 200 m.a. hasta la extinción de los grandes reptiles cuando se produjo una proliferación de tortugas, las cuales se fueron extinguiendo paulatinamente hasta finales del Cenozoico por consecuencia de los cambios ambientales y su incapacidad de adaptarse a estos, haciendo su aparición las tortugas actuales hace 100 m.a. aproximadamente (Spotila, 2004). En la actualidad solo existen dos familias de tortugas marinas. La familia Dermochelyidae representada por una sola especie, *D. coriacea*, siendo uno de los linajes más antiguos, y la familia Cheloniidae donde se agrupan las 6 especies restantes, distribuidas en 5 órdenes (Eckert et al., 1999).

El aprovechamiento de las tortugas marinas por parte de los primeros grupos humanos en América, se basaba principalmente en el consumo de su carne y sus huevos, así

como el uso de sus caparazones como cunas y tinajas (Del Barco, 1973). Tras el descubrimiento de América y la conquista española, se describe gran abundancia de tortugas marinas, así como sus métodos de captura y preparación en las crónicas del siglo XVIII pertenecientes a corsarios y misioneros Jesuitas los cuales destacan su importancia como valor nutricional y alimenticio durante los viajes y travesías por el golfo de México. Ya hacia el siglo XIX este recurso comenzó a ser explotado por flotas balleneras rusas y estadounidenses para consumo tanto propio como comercial (Baegert, 1972; Seminoff *et al.*, 2008; Vernon, 2009).

En Colombia, especialmente en la zona del caribe se ha reportado la presencia 2 especies ocasionales o “accidentales” (*Lepidochelys kempii* y *L. olivacea*) por lo que no se consideran habitantes permanentes del Caribe Colombiano (Ceballos-Fonseca, 2004), y 4 especies anidadoras, que incluyen a la tortuga verde, carey, laúd y caguama, algunas de estas también con presencia en el océano Pacífico. Estas poblaciones de las tortugas marinas de la zona caribe han sido diezgadas y reducidas debido a muchos factores naturales y antropogénicos como son la pesca comercial y artesanal, las capturas incidentales y el saqueo de nidos y pérdida de zonas de reproducción y alimentación (Rincon-Diaz & Rodriguez-Zárate, 2003).

Como consecuencia, la conservación de estas especies es un factor de vital importancia, tanto en la zona del Caribe colombiano como demás ecosistemas en los que se encuentran, en los cuales cumplen roles muy importante y específicos como el control de sus presas por medio de la depredación a organismos como esponjas marinas y medusas, controlando sus poblaciones y abundancias, reduciendo así las competencias por espacio y recursos con corales y otros ecosistemas clave en el ambiente (Amarocho *et al.*, 2004). De la misma manera las tortugas marinas representan un factor clave en el transporte de energía y biomasa en las redes tróficas, gracias a que es depredada en diferentes etapas de su vida, aportando un desempeño importante en el equilibrio ecosistémico en el que se encuentran (Amarocho y Merizalde, 2004).

Dentro de las principales amenazas que enfrentan este grupo de reptiles se puede categorizar como uno de los de mayor impacto aquellos de factor antropogénico los cuales impactan de manera negativa a las poblaciones de tortugas marinas, principalmente en las comunidades costeras que presentan escasos recursos económicos (Bolker *et al.*, 2007). Por lo que se genera la necesidad de conocer los

impactos a las diferentes poblaciones de tortugas marinas, esto con el fin de diseñar estrategias de conservación y mitigación de daños, debido a que estas comunidades ven en las tortugas marinas una fuente de recursos como consumo y otros productos que son aprovechados para proveer un bien económico. Este uso provisto por las comunidades a las poblaciones de tortugas, aunque no ha sido corroborado de manera científica debido a la complejidad de demostrar esta condición, no parece ser sustentable para las poblaciones y podría llevar a un declive poblacional (Arias *et al.*, 2002).

Gracias a los trabajos de en los cuales ha contribuido la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano por medio del Programa de Conservación de Tortugas y Mamíferos Marinos (ProCTMM) liderado por la bióloga marina Tadeista Aminta Jauregui, se han adelantado diferentes investigaciones en cuanto a la caracterización y monitoreo de playas de anidación en el PNNT hasta el año 2009 y a partir de este los estudios se han realizado fuera de la jurisdicción de esta área protegida. También se han llevado a cabo otros estudios como instalación de transmisores satelitales, así como análisis genéticos de muestras de ADN extraídos por métodos no invasivos (Camacho, 2018), que son de vital importancia para entender aspectos biológicos y conductuales de las tortugas, realizados en el Parque Nacional Natural (PNN) Tayrona teniendo en cuentas los trabajos realizados por Rincón *et al.* (2003) y Arco *et al.* (2002). De igual manera la universidad junto a otros programas realizó labores de protección y conservación de la tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) durante los años de 1986 hasta 1992 en la zona del Golfo de Urabá, en conjunto con el INDERENA y la fundación Costas logrando avances importantes en la información pertinente (Rueda, 2001).

Con base en estos aspectos previamente mencionados se hace necesaria la implementación de nuevas estrategias y medios para la divulgación de la situación actual en la que se encuentran las tortugas marinas, es por esto que el presente trabajo promueve una estrategia novedosa y de gran alcance, que puede llegar a ser de gran apoyo científico, como lo es el de la ilustración científica. Esta se define como una disciplina artístico-científica cuyo fin es sintetizar y representar la información para que sea interpretada por un determinado público. Se trata, por lo tanto, de una aproximación visual a un concepto científico de forma precisa, clara y objetiva. Deben considerarse criterios compositivos, estéticos e inequívocos. Está al servicio de la comunicación científica: una actividad realizada para contribuir a aclarar, simplificar y objetivar determinados conceptos según lo describen Blanco y Gaido (2013).

A pesar del surgimiento de nuevas técnicas digitales y avances en tópicos como la fotografía esta sigue siendo la estrategia más funcional, no solo por la facilidad de conseguir materiales, sino también, por las características tan específicas de los organismos que se logran destacar representando los aspectos propios de una especie y no de un solo individuos así como la capacidad de síntesis de información, tiempo y espacio en una sola imagen (Fonseca, M. 2012) llegando a representar fielmente una estructura, órgano o función que facilite la comprensión de dicho aspecto en el organismo. Es precisamente esta cualidad la que la hace sobresalir sobre diferentes técnicas gráficas y que permite que aún sea una herramienta de suma importancia a pesar de las nuevas tecnologías (Efland, 2004).

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVO GENERAL, OBJETIVOS ESPECÍFICOS E HIPÓTESIS

2.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La divulgación y disponibilidad de la información en cuanto a lo que se refiere a aspectos como la estructura y morfología, ciclos de vida, rol ecológico de las especies de tortugas marinas presentes en el Caribe colombiano, requiere un mejor desarrollo y ejecución para garantizar que llegue de una forma clara y comprensible a las comunidades, con fines educativos, investigativos o científicos Para ello, es de vital importancia el desarrollo de nuevos elementos de divulgación y educación, haciendo uso de la ilustración científica para llamar el interés de las comunidades hacia la conservación y protección, ya que es una herramienta de comunicación universal, pero de gran fiabilidad y compromiso con la idea de incentivar el cuidado de estas especies tan importantes para los ecosistemas y la diversidad marina.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo general

Desarrollar elementos de divulgación (Infografías) en el marco de la ilustración científica que favorezcan la apropiación de conocimiento técnico por el público en general sobre aspectos morfológicos, ecológicos y de historia de vida de las tortugas marinas con presencia en el Caribe colombiano, como herramienta fundamental para su conservación.

2.2.2 Objetivos específicos

- Compilar la información secundaria y primaria, relacionada con las generalidades de las especies de tortugas marinas que circundan el Caribe Colombiano.
- Diseñar y elaborar los elementos divulgativos (infografías) de cada una de las especies evaluadas, considerando dentro los aspectos de su morfología (tamaños, pesos, caracteres taxonómicos), ecología (alimentación, amenazas y depredación) e historia de vida (ciclo de desarrollo, anidación: temperatura pivotal, huellas, nidos y neonatos).
- Resaltar la importancia de la ilustración científica como herramienta complementaria en los procesos de conservación, incentivando la apropiación del conocimiento técnico que conlleve a la sensibilización del público en general acerca del estado actual de las tortugas marinas, o parte de las estrategias de educación ambiental.

2.3 HIPÓTESIS

- Se verá reforzada y compilada la información disponible acerca de las tortugas marinas que se encuentran presentes en el Caribe colombiano de una manera más clara y ordenada.
- Los elementos divulgativos elaborados para el ProCTMM acerca de aspectos generales y específicos de las especies de tortugas marinas presentes en el Caribe colombiano cumplirán con los requisitos planteados en cada una de las temáticas propuestas generando así una herramienta de vital importancia para transmisión de conocimientos recopilados durante el desarrollo de esta pasantía llamando la atención de diferentes grupos poblacionales interesados en la conservación y la divulgación.
- El concepto de la ilustración científica como herramienta de comunicación será reconocido como un mecanismo de interpretación de la información por un público determinado y específico logrando acercarse a este de una manera clara, objetiva y precisa para familiarizar un concepto científico de un manera gráfica y visual, vista como referente para futuros proyectos y publicaciones que puedan verse enriquecidos por el uso de esta técnica artístico-científica.

3.METODOLOGÍA

Debido a implicaciones de realización y desarrollo en la propuesta indicada en el anteproyecto del presente informe influenciado hacia la anatomía comparada y realización de una guía anatómica interna y externa de las tortugas marinas que circundan el caribe colombiano, así como la ausencia de individuos de especies de tortugas marinas en el ProCTMM debido a la introducción de los ejemplares allí presentes durante el periodo de desarrollo del presente trabajo, se tomó la decisión en común acuerdo entre el director, el estudiante y el tutor, de modificar el objetivo y la dirección de este documento y enfocarlo hacia la profundización y divulgación de algunos de los aspectos más importantes de las tortugas marinas por medio del desarrollo de material gráfico (Fichas infográficas). Además de las ilustraciones, cuya ejecución se realizó a partir de imágenes reales de tortugas marinas, los textos incluidos en cada ficha, parten de documentos bibliográficos con soporte científico, transmitiendo de esta manera información precisa y a la vez atractiva para cualquier público.

3.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS

3.1.1 RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA

La búsqueda de información se basó en la revisión de fuentes bibliográficas acerca de los diferentes aspectos propios de las tortugas marinas a tratar (*D. coriacea*, *L. imbricata*, *C. caretta*, *C. mydas*) durante el desarrollo de este proyecto, haciendo énfasis en los temas específicos en los que se requirió profundizar, como son los aspectos fisiológicos, de comportamiento, alimentación, morfología, ecología trófica y comunitaria, y todos aquellos aspectos que logran aportar información pertinente para la realización de infografías ilustrativas que faciliten su elaboración. Las herramientas usadas fueron las bases de datos disponibles en la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Figura 1), así como motores de búsqueda virtuales como son Google Scholar (Figura 2), Scielo, Elsevier, entre otros.

Se tomaron en cuenta aquellos recursos y textos que provienen de fuentes confiables y verificables y de los que se puede corroborar de alguna manera su autenticidad y validez, así como también se incluyeron en la medida de lo posible aquellos documentos de reciente publicación, intentando conseguir un rango máximo de antigüedad de 20 años con información que aún pueda ser pertinente en la actualidad. A pesar de esto,

se manejaron autoridades bibliográficas en el estudio de las tortugas marinas como puede ser Spotila (2004).



Figura 1. Visualización del motor de búsqueda de la biblioteca virtual de la Universidad Jorge Tadeo Lozano.



Figura 2. Visualización de la página principal del motor de búsqueda académico de Google "Google Scholar".<

De igual forma se tuvo acceso a la información que tiene el ProCTMM sobre las características e historias de vida de las tortugas marinas presentes en el Caribe colombiano, la cual ha ido aumentando gracias al funcionamiento en más de 20 años del Programa y que sirvieron de guía y soporte para la realización de las ilustraciones presentes en las infografías.

3.1.2 PARTICIPACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCTMM

Gracias al acompañamiento realizado por el ProCTMM se logró la participación y el apoyo a las diferentes actividades realizadas por el programa, como fueron los procedimientos de limpieza de los sistemas de levante como tanques (Figura 3C y 3D), comederos, y estructuras presentes en estos ambientes, así como alimentación a

neonatos y juveniles (Figura 3A y 3B) según la ración calculada para cada estadio. También se realizaron procedimientos de morfometría y registro del peso periódico de los neonatos y juveniles presentes en las instalaciones, con el objetivo de llevar un control del cambio en el crecimiento de las tortugas por parte del programa; De igual manera se realizaron actividades de bienestar animal procurando mantener a los animales en las condiciones óptimas de salud, nutrición, higiene, entre otras.



Figura 3. Actividades realizadas en las instalaciones del programa. A y B: Limpieza de tanques y estructuras. C y D: Alimentación de juveniles y neonatos.

Posterior a estas actividades se permitió la participación activa en las Jornadas de liberación y reinserción al medio de juveniles de tortugas marinas, la primera de ellas realizada el 14 de octubre de 2020 (Figura 4A.), en las payas de Cabo tortuga, sector de pozos colorados, en el rodadero – Santa Marta, donde se liberaron un total de 80 individuos juveniles de tortuga caguama *Caretta caretta*. La segunda liberación se llevó a cabo el 5 de marzo de 2021 (Figura 4B.), en Casa grande surf, en las playas del sector de Mendihuaca – Magdalena, con la liberación de aproximadamente 300 juveniles de tortugas caguama y carey. Estas actividades permitieron reforzar los conocimientos prácticos y reales de contacto con las especies de tortugas marinas allí presentes.



A

B

Figura 4. Introducción de juveniles de tortugas marinas A. liberación del 14 de octubre de 2020. B. liberación del 5 de marzo de 2021.

3.1.3. RECONOCIMIENTO DE EJEMPLARES VIVOS

En las instalaciones donde se realiza el levante de neonatos, se pudo obtener información directa acerca de la morfología de las dos especies de tortugas marinas allí presentes. como son la tortuga carey (*E. imbricata*) y la tortuga caguama (*C. caretta*) en sus estadios neonatos y juveniles. La manipulación directa de los ejemplares permitió la manipulación completa de los individuos para comprender de mejor manera la morfología de los organismos, es por esto que se logró visualizar las distintas zonas y ejes del cuerpo, como pueden ser la zona ventral (Figura 5A), la zona dorsal (Figura 5B), para el conteo e identificación en la forma de escudos, forma del caparazón, identificación de escamas craneales, morfología de la cabeza, número de uñas presentes en las aletas y demás recursos para el enriquecimiento de la información para el desarrollo de las ilustraciones; También se logró observar otros ángulos de gran interés para entender las dimensiones morfométrica de los individuos como es la vista frontal (Figura 6). De la misma manera se tomó en cuenta las diferentes coloraciones que presentaban los organismos para ser tenidos presentes durante el proceso de ilustración para realizar un terminado más representativo a la realidad.

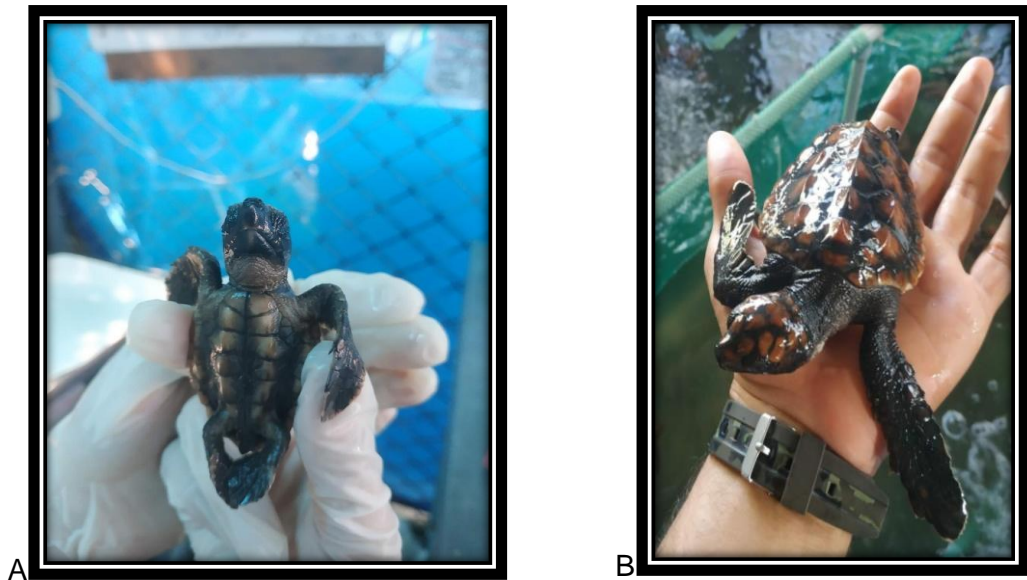


Figura 5. Reconocimiento de estructuras de identificación para la especie C. caretta A: Neonato vista ventral. B: Juvenil vista dorsal dentro de las instalaciones del ProCTMM.



Figura 6. Recopilación de información morfológica de juveniles de E. imbricata en las instalaciones del ProCTMM.

3.1.4 ILUSTRACIÓN CIENTÍFICA

El proceso de la ilustración científica que se llevó a cabo durante la elaboración de los recursos infográficos propuestos en este proyecto, tuvo como objetivo sintetizar y representar gráficamente la información científica acerca de los aspectos ya mencionados de las tortugas marinas para que puedan ser interpretados por un público

específico, como pueden ser las comunidades escolares y de pescadores. Dicha aproximación gráfica permite divulgar los conceptos científicos de manera objetiva, clara y precisa, con la idea de ayudar a comprender y aclarar ciertos aspectos propios y estados en los que se encuentran estas especies.

3.1.4.1 MATERIALES Y TÉCNICAS ARTÍSTICAS

Para comenzar con la realización de dichas ilustraciones se procedió a dominar las diferentes técnicas artísticas y de ilustración que se lograron usar, entre las que se encuentran el grafito, principalmente utilizada para el procedimiento de elaborar los bocetos y las líneas guía sobre las cuales se fundamentan las ilustraciones, la tinta, la acuarela, la pluma y los lápices de colores, herramientas que fueron indispensables y de vital importancia para el correcto desarrollo del presente trabajo, es por esto que durante la realización de este proyecto se adquirieron de manera personal una serie de materiales (Figura 5) de amplia gama para la apropiada y correcta realización del factor artístico propio del presente trabajo como fueron set de lápices de grafito de diferente consistencia y grosor, set de rapidógrafos - estilógrafos, set de colores Prismacolor ® de 48 tonos para lograr acabados más realistas y acercados a la realidad en cuanto a la coloración de los individuos, set de acuarelas, set de pinceles redondos para acuarelas, así como materiales previamente adquiridos con los que ya se contaba desde antes del planteamiento de este proyecto como pueden ser los papeles apropiados para la realización de cada una de las técnicas previamente mencionadas.



Figura 7. Materiales e implementos utilizados para la elaboración de las ilustraciones utilizadas en la realización de este proyecto.

3.1.4.2 SELECCIÓN DEL MODELO E ILUSTRACIÓN FINAL

La selección del modelo u organismo en el cual se va a basar la ilustración final o la interpretación que le dará el artista al individuo será de vital importancia, debido a que según la calidad y presentación del modelo, así será la ilustración final, es por esto que el ilustrador científico debe ser fiel y riguroso al momento de seleccionar los recursos en los cuales basará su obra, teniendo en cuenta aspectos generales de la especie, sin tener en cuenta las características individuales del organismo que no sean fieles representaciones a todos los organismos de dicha especie, con base en esto que se debe realizar una meticulosa búsqueda de diferentes imágenes, individuos o descripciones de las especie de interés con el objetivo de abarcar la mayor cantidad de características y detalles que permitan una correcta representación. En casos tales en los que haya una deficiencia de modelos o ejemplos en los que se pueda respaldar o sustentar la ilustración, estas imperfecciones deben comunicarse al público objetivo y la comunidad en general, para advertir de las posibles falencias o inexactitudes que pueda presentar el organismo el cual se está representando por medio de la ilustración. Es recomendable el uso de varios modelos (Figura 8), imágenes o referencias que plasmen diferentes ángulos y situaciones naturales en las que se encuentren las especies, esto con el fin de representar de una manera más rigurosa y específica las características y disposiciones que estas presentan.

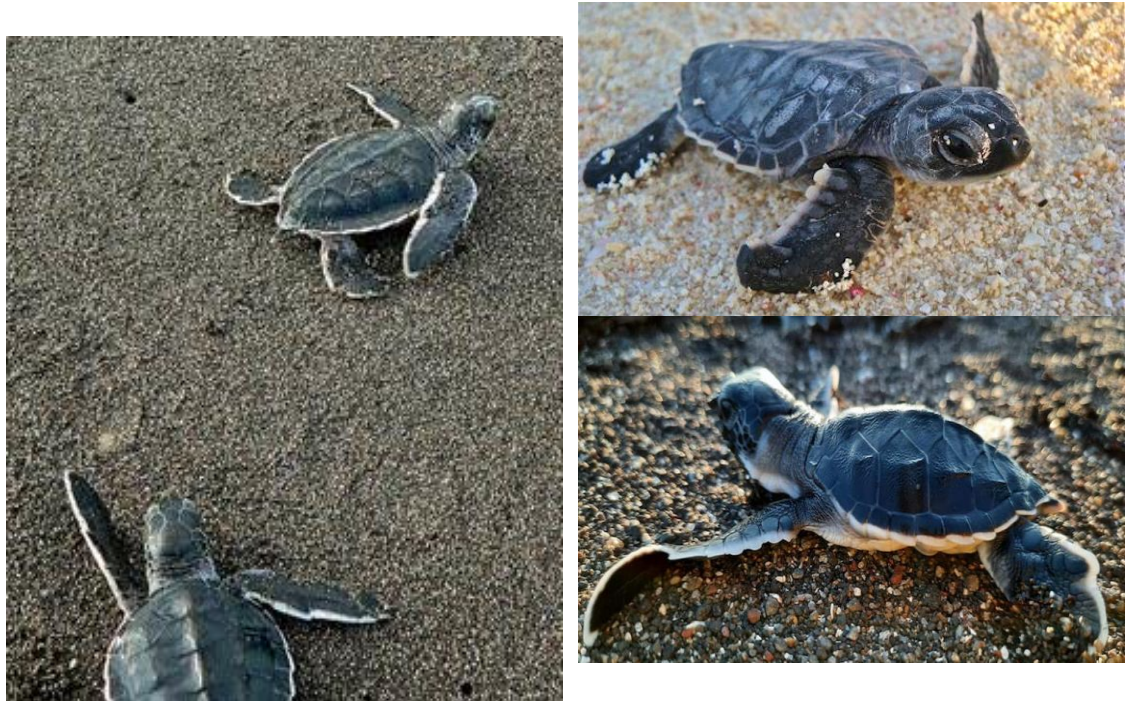
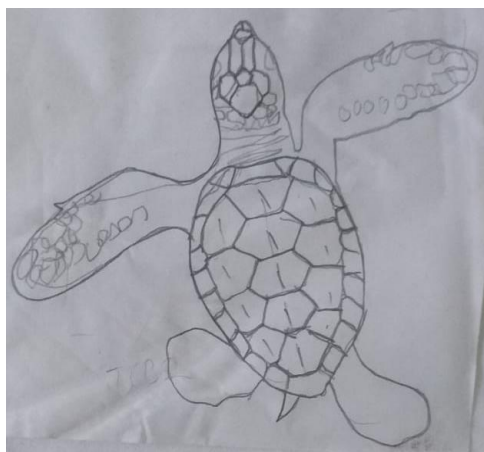


Figura 8. Imágenes de referencia tomadas de la web utilizadas como referencia para la realización de las ilustraciones de neonato de tortuga Verde. Tomadas de: <https://escapadas.mx/atractivos/santuario-de-tortugas/>

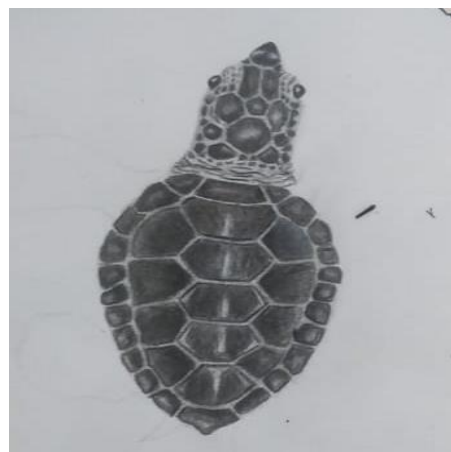
3.1.4.3 Boceto e ilustración final.

posteriormente se procedió a la realización de los bocetos (Figura 9A) los cuales son bosquejos iniciales y básicos de lo que conjuntamente se convertirá en la ilustración final con todos los detalles pertinentes, este boceto se presenta de manera sencilla y clara, ya que sustentará la base para la realización de todos los detalles (Figura 9B) y aspectos artísticos para la correcta elaboración de la ilustración final (figura 9C) .

A.



B.



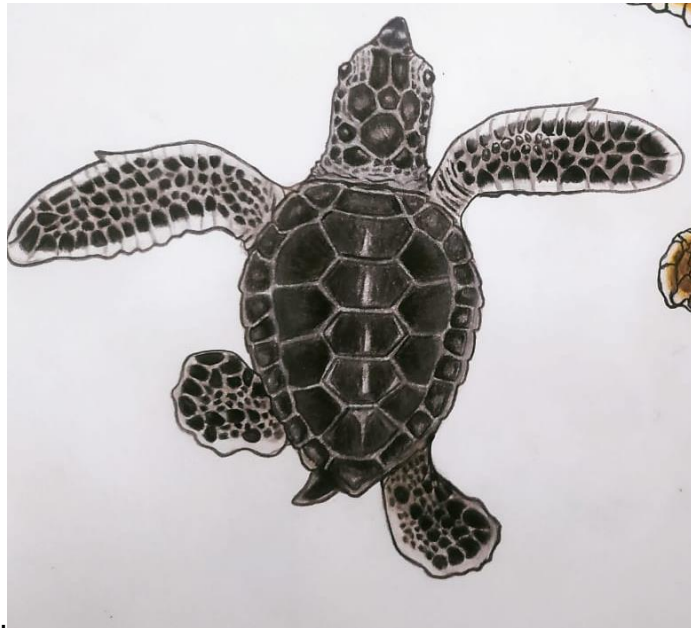


Figura 9. Procedimiento de ilustración de neonato de tortuga Verde *C. mydas*. A: Boceto en grafito. B: Realización de detalles y del caparazón y la cabeza en colores. C: Ilustración final de neonato de tortuga Verde.

Siguiendo este mismo procedimiento previamente descrito, se realizaron todas las ilustraciones necesarias para el presente trabajo, dentro de las cuales se pueden encontrar las diferentes especies de tortugas marinas en sus diferentes estadios de vida como neonatos, juveniles y adultos, así como diversos organismos y aspectos que no necesariamente representaban tortugas marinas (Figura 10), pero que colaboran y sustentan la información pertinente respecto a estas tales como depredadores, alimentos, relaciones inter e intraespecíficas, nidos, huellas, vegetación entre otros.



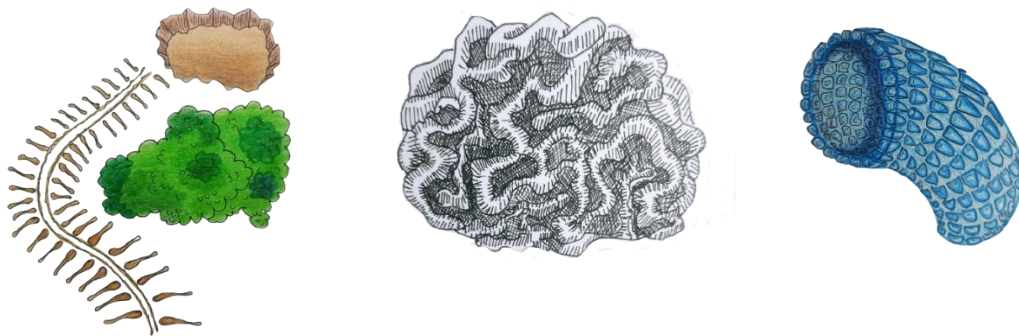


Figura 10. Ilustraciones complementarias realizadas para respaldar la información plasmada en las infografías, nombradas de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: orca, gaviota, *Physalia physalis*, anidación, coral petreo, pterosoma.

Ya realizada la ilustración se continuó con el proceso de digitalización para poder disponer de ellas y editarlas de ella de una manera más versátil y amplia, llegando a realizar modificaciones mínimas en los casos en que fue requerido, así como pequeñas correcciones a errores durante la realización del diseño.

Una vez finalizadas cada una de las ilustraciones, fueron escaneadas con ayuda de un Scanner para su manejo en el medio virtual, haciendo uso del software de edición *Photoshop CS6* en el cual se usaron las herramientas correspondientes para transformar las ilustraciones una vez escaneadas en archivo .PNG para su uso de manera más adecuada y versátil ya que este formato permite acomodar las imágenes sin la obstrucción del fondo, al momento en que se realizaron los documentos infográficos. Una vez concluidos los bocetos y transformados en las ilustraciones finales, así como su digitalización, se continuó a realizar la organización infográfica en el sitio web elegido para este fin.

3.2 REALIZACIÓN DE LAS INFOGRAFÍAS

Una vez seleccionadas las imágenes e ilustraciones se realizó la transformación en un archivo digital para su mejor manipulación en la realización de las infografías, siendo estas un formato idóneo, debido a su capacidad de representar gráfica y visualmente información y datos gracias a que emplea diferentes elementos de texto, gráficos, diagramas e imágenes, lo que las convierte en una herramienta muy efectiva para educar y comunicar acerca del procesamiento de datos y de problemas complejos, transformándolos a un idioma sencillo y de mejor comprensión. Estas infografías fueron desarrolladas mediante el sitio *Web Canva* (Figura 10). Este es un software de edición de herramientas de diseño gráfico simplificado, que proporciona su versión Pro (profesional) de manera gratuita para fines educativos por medio del registro con un correo institucional, el cual fue verificado y aceptado por el sitio web en mención, y

gracias a lo cual se lograron desarrollar toda serie de ediciones y diseños para la realización de las infografías.

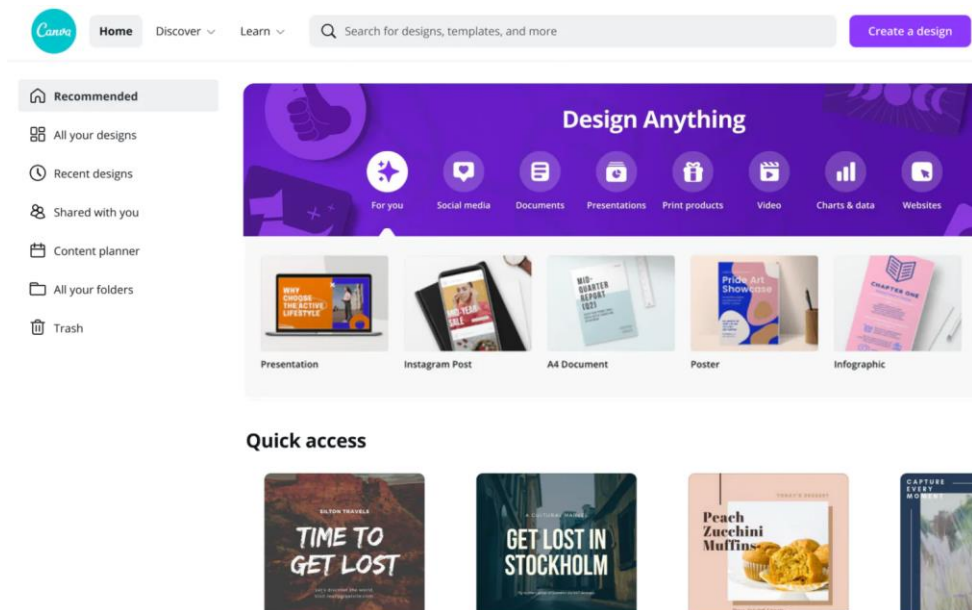


Figura 11. Página principal del sitio web Canva, utilizado para el desarrollo de las infografías de tortugas marinas

Al momento en el que se completó el registro en el software de edición y con la obtención de la versión Pro se procedió a la carga de las ilustraciones en formato .PNG al archivo del sitio web para poder ser utilizadas en la realización de cada uno de los recursos infográficos específicos para cada uno de los temas seleccionados como lo fueron Morfología, Ecología, Historia de vida, y algunas características generales de las tortugas marinas.

Cada una de estas temáticas se identificó por medio de una guía de color en la que cada especie se representó con una escala cromática individual como fondo de los elementos infográficos, resaltando de manera ordenada las temáticas tratadas en cada uno de los tópicos, y para cada una de las especies tratadas, de igual manera se pretendió utilizar la mayor cantidad posible de elementos propios y exclusivos para la representaciones gráficas utilizadas en las infografías, aunque se debe aclarar que algunos de los recursos gráficos pertenecen a la comunidad de la página web “Canva” utilizada para la elaboración de los archivos infográficos aquí mencionados. Al inicio del documento anexo se elaboró una infografía de aspectos generales a todas las especies mencionadas en las que se explican e ilustran diferentes aspectos básicos para una mejor comprensión de los conceptos y temáticas tratadas para cada especie.

4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron un total de 13 fichas infográficas (ANEXO A), en las cuales se abordó de manera individual para cada una de las especies los temas de Morfología (figura 12A), Historia de vida (Figura 12B) y Ecología (Figura 12C). Adicionalmente se hizo una ficha para incluir las generalidades de todas las tortugas marinas (Figura 11D). A continuación, se describen todos los aspectos teóricos que soportan la información incluida en cada infografía.



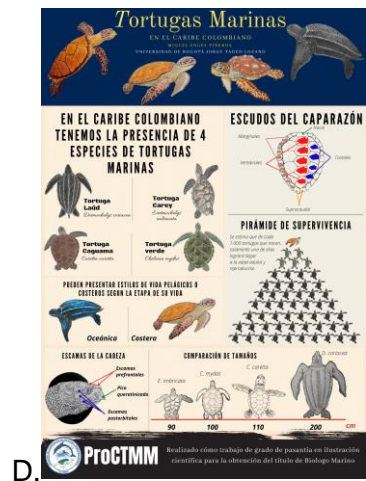
A.



B.



C.



D.

Figura 12. Infografías con los principales temas abordados A: morfología. B: Historia de vida. C: Ecología. D: Generalidades.

4.1 Generalidades de las tortugas marinas

Las tortugas marinas presentan numerosas características propias que las distinguen de otras especies de tortugas, siendo una de las más características la modificación de sus extremidades anteriores (Frazier, 1999), las cuales se han transformado en grandes aletas en forma de remo que les ayudan a nadar y a bucear y les permite realizar grandes migraciones en el océano (Wyneken, 1997). Además hacen parte de los vertebrados buceadores marinos los cuales realizan las inmersiones más profundas y prolongadas, gracias a que incorporan un sistema de transporte de oxígeno altamente eficiente y una extraordinaria tolerancia a la hipoxia, que permite el uso máximo de las reservas limitadas de oxígeno además de aspectos fisiológicos que ayudan a este tipo de adaptación durante el buceo como son los patrones intermitentes de respiración, su metabolismo adaptativo o su gran tolerancia hipóxica (Lutz y Bentley, 1985).

Presentan un caparazón fuerte y óseo que recubre y protege el cuerpo en la zona dorsal, y el plastrón que recubre la zona ventral, con un aspecto aplanado dorsoventralmente lo que les confiere una gran habilidad hidrodinámica. Este caparazón presente en los individuos de la familia Cheloniidae exhibe una serie de escudos entre los que se pueden diferenciar varios grupos, como los vertebrales (Centro), los costales (laterales), marginales (en la margen del caparazón) un escudo nucal (sobre el cuello) y un par de escudos supracaudales (Figura 13; Watson y Granger, 1998).

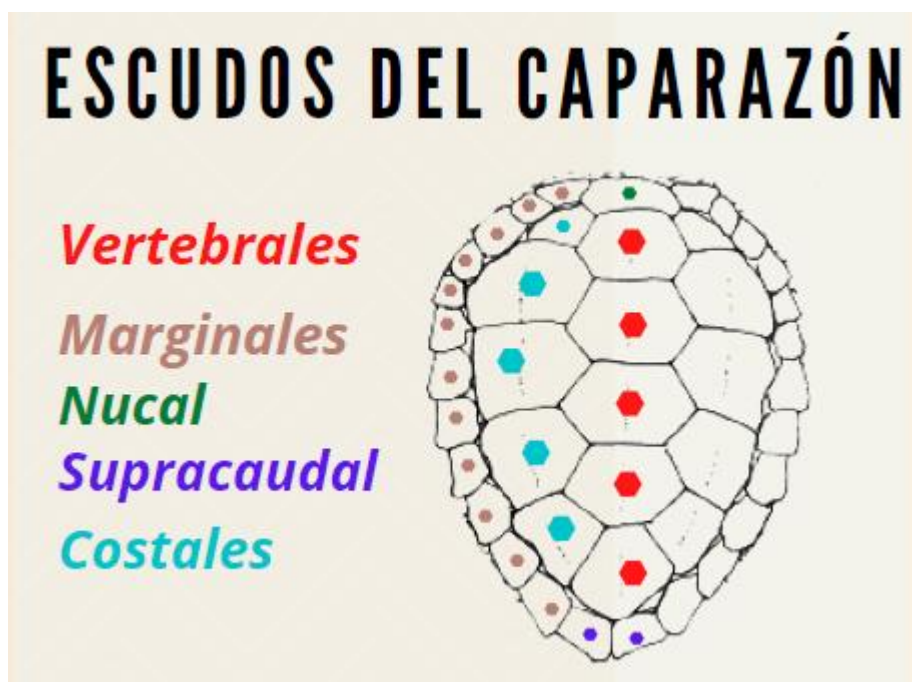


Figura 13. Representación de los escudos y el caparazón de las tortugas de la familia cheloniidae.

En cuanto a sus hábitos de vida se pueden identificar dos estilos de vida que siguen las tortugas según la especie o según el estadio de vida en el que se encuentran, estos pueden ser oceánicos y costeros, y muestran adaptaciones especiales para el tipo de hábito que llevan, tales como adaptaciones para nadar grandes distancias o alimentarse de los recursos alimenticios presentes en cada uno de los hábitats en que se encuentran (Figura 14; Parker *et al.*, 2005).



Figura 14. Diferentes estilos de vida presentes en las tortugas marinas.

Se ha realizado un cálculo acerca de la cantidad de huevos que eclosionan y que logran transformarse en una tortuga adulta, generando una estimación promedio de las puestas que puede llegar a concretar una tortuga hembra de la especie *D. coriacea* la cual según proyecciones de los autores de la suposición podría llegar a colocar un estimado de 2.141 huevos a lo largo de su vida, con el objetivo de reemplazar a 2 individuos adultos (La hembra anidadora y el macho fertilizador) por lo que se obtiene una estimación promedio de 1.000 huevos para generar una tortuga marina adulta (Figura 15; Casale *et al.* 2018).



Figura 15. Estimación de la pirámide de supervivencia de las tortugas marinas.

4.2 Dermochelys coriacea - Vandelli, 1761.

4.2.1 Morfología

Uno de los aspectos más remarcables de esta especie es sin duda su tamaño, ya que no existe actualmente ninguna otra tortuga que se le compare, siendo incluso, más grande que el más pequeño de los cetáceos (Spotila & Tomillo. 2015). Sus aletas anteriores, igualmente grandes les permiten realizar extensas migraciones lo que les ayuda en su estilo de vida principalmente de naturaleza oceánica. El caparazón de la tortuga Laúd presenta piel en lugar de escudos a diferencia de las demás tortugas marinas, esta piel de textura coriácea recubre todo su cuerpo, presentándose el caparazón óseo reducido y no exhibe la dureza característica, este caparazón presenta en su parte dorsal 5 crestas o quillas longitudinales de tejido coriáceo (Figura 16; Eckert et al. 2000).



Figura 16. ampliación de la información morfológica de la tortuga laúd *dermochelys coriacea*.

En su parte ventral o plastrón se manifiestan también algunas crestas que forman márgenes laterales. No se muestran escamas distintivas en la cabeza cuando son adultos, y tienen una minimizada cobertura de queratina en sus mandíbulas. Esta tortuga se muestra con una coloración negra con pequeñas manchas blancas y no exhibe uñas en sus extremidades. Las diferencias entre las tortugas de caparazón duro son pequeñas, pero el estómago subdividido y otras características como las papilas que recubren la garganta al inicio del tracto digestivo de la tortuga laúd son muy distintivas (Figura 17; Wyneken, 2004).



Figura 17. ampliación de la información acerca de las púas en la garganta de la tortuga laúd.

4.2.2. Historia de vida

Durante la temporada de reproducción se desplazan hacia aguas tropicales más cálidas, llegando a realizar desplazamientos de miles de kilómetros, hasta regresar a las playas en que nacieron, aunque se encuentran registros de que pueden desovar en otras playas diferentes (Lazell, 1980). Se considera posible que los machos se desplazan junto con las hembras a estas zonas tropicales para poder reproducirse, aunque generalmente estos, después de la cópula, regresan hacia las zonas de alimentación oceánica (Gilbert y Gaona. 2014).

El periodo reproductivo (Figura 18) suele presentarse dos años consecutivos, tras los cuales dejan 2 o rara vez 3 años de reposo entre periodos reproductivos, en los cuales se desplazan miles de kilómetros mar adentro hacia las zonas de alimentación donde permanecen con un comportamiento netamente oceánico (Pritchard, 1971). La temporada de reproducción suele coincidir con las épocas cálidas y húmedas de su lugar de anidación. El cortejo se presenta por parte de los machos quienes buscan y compiten activamente por las hembras, donde se puede dar diversas cópulas con distintos machos, lo que evidencia un comportamiento poliándrico y el almacenamiento de esperma por parte de la hembra para fecundar sus huevos en las diferentes puestas, aunque también hay evidencia de nidos monoparentales (Marco et al. 2009).



Figura 18. Ampliación del ciclo de vida específico de la tortuga laúd.

Las hembras grávidas realizan en las playas una impresión de sus huellas al momento de arrastrarse para realizar el nido, estas presentan un patrón simétrico debido a que las aetas se articulan de manera sincrónica siendo la marca de una aleta, el reflejo de la otra (Figura 19A). Durante el periodo de anidación las hembras realizan entre 5 y 11 nidos con un promedio de 10 días cada puesta, siendo el lugar del desove fundamental para la supervivencia del nido (Caut et al., 2006) para evitar factores como inundaciones o depredación (Huges et al., 1967). Cada puesta tiene un promedio de 60 - 75 huevos adicionales a los llamados "huevos falsos" los cuales son característicos de esta. Dichos huevos en realidad son sacos de albúmina sin yema ni embrión que se encuentran cubiertos por cáscara (Figura 19B; Wallace et al., 2006). El número y tamaño de los huevos de albúmina es variable y representan aproximadamente el 12% del peso total del nido, aunque su función exacta aún se desconoce, se especula que pueden tener un papel importante en evitar la desecación de los huevos o desviar el ataque de depredadores de los nidos (Caut et al., 2006).



figura 19. Ampliación de la información acerca de A: Las huellas impresas en la arena. B: El nido y los denominados "huevos falsos" característicos de esta especie.

Al momento de eclosionar los neonatos presentan una longitud promedio recta del caparazón de 60 mm, así como un peso promedio de 44,6 g (Hirth y Ogren, 1987). La longitud y el peso de los neonatos está determinado en gran parte por el tamaño del huevo, de modo que aquellos huevos de mayor tamaño producirán crías más pesadas y de mayor longitud (Quiñones et al., 2007).

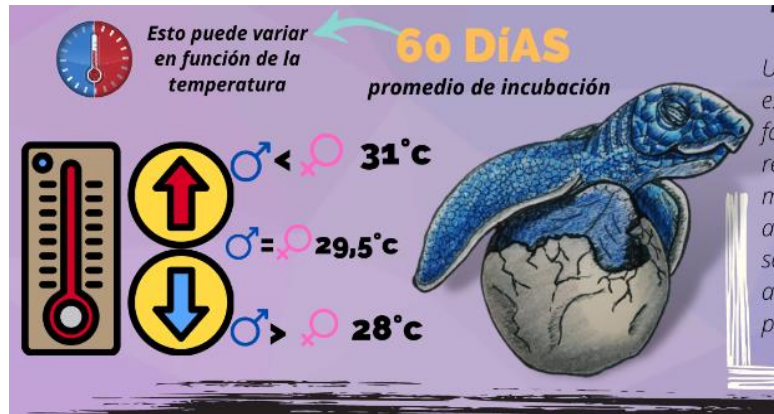


Figura 20. ampliación de la información de temperatura pivotal de los neonatos al nacer.

4.2.3. Ecología

Las poblaciones de la tortuga laúd hacia la década de los años 70 a nivel mundial estaban poco estimadas y se presentaban especulaciones poblacionales de 29.000 a 40.000 hembras anidadoras aunque no se conocían la cantidad ni las áreas en que anidaban estas tortugas (Pritchard, 1971). Por desgracia las poblaciones a nivel mundial iniciaron un colapso en los números de hembras anidadoras hasta una drástica disminución de hasta el 80% en menos de 50 años (Figura 21), por lo que en el año 2000 la UICN categorizó esta especie bajo la denominación de peligro crítico de extinción (Sarti, 2000). En el 2013 se realizó un análisis del estado de las poblaciones con los datos de las densidades de otros lugares de anidación en el mundo como la costa atlántica de África. gracias a estos datos, la categorización de esta especie cambió y ahora se encuentra catalogada bajo el estado de “Vulnerable” aunque hay zonas específicas como la población del pacífico oriental mexicano cuya categorización se mantiene en “Peligro crítico de extinción” (Wallace et al., 2013).



Figura 21. ampliación de infografía de la disminución de las poblaciones de tortuga laúd en los últimos 50 años.

Varias causas han sido sugeridas para explicar el descenso en las poblaciones de tortuga laúd a nivel global, dentro de los que se puede enunciar como sus (Figura 22) el saqueo de los nidos como una de las principales causas, debido a que en ciertas zonas del Pacífico mexicano y otras zonas de anidación del Atlántico, el saqueo pudo alcanzar valores de hasta un 100% teniendo como consecuencia un nulo aporte de neonatos y juveniles a las poblaciones de tortugas durante los periodos reproductivos (Sarti et al., 2007). Otra de las fuertes amenazas que afronta esta especie es la captura incidental y dirigida la cual se considera un factor importante en la disminución de las poblaciones, aunque por desgracia no se cuenta con información clara y confiable acerca de la tasa de mortalidad causada por este tipo de incidentes aunque sí hay fuerte evidencia de cómo afectan diferentes artes de pesca a esta especie tales como anzuelos, palangres, chinchorros y mallas de arrastre y de cerco en las que se encuentran frecuentemente (Wallace et al., 2013).

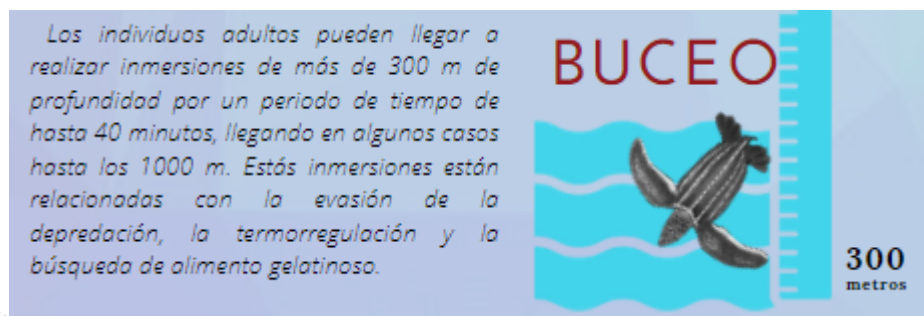


Figura 22. Ampliación de la información ecológica y principales amenazas de la tortuga laúd.

Esta tortuga presenta una amplia distribución abarcando mares tropicales, subtropicales y subpolares (Figura 23A), llegando a realizar recorridos migratorios de casi 10.000 km desde el Indo-Pacífico hasta las costas de California. Así mismo registra una de las mayores profundidades llegando a alcanzar hasta los 1.300 metros de profundidad (Figura 23B; Marco et al. 2009).



A.



B.

Figura 23. Ampliación de la información de la infografía de ecología de la tortuga laúd. A: Distribución global. B: Capacidad de buceo.

En cuanto a su alimentación (Figura 24), la tortuga laúd está muy bien adaptada a una dieta especializada la cual está principalmente compuesta por organismos netamente gelatinosos, principalmente medusas pelágicas. Sus mandíbulas difieren de otras tortugas marinas presentando cúspides afiladas en forma de “W” las cuales les permiten perforar y sujetar el alimento, además dentro de la boca y la garganta presenta una serie de proyecciones espinosas llamadas “Papilas” las cuales cumplen la función de evitar que el alimento se regrese fuera de la boca y lo guían hacia el estómago (Bleakney, 1965). Se tienen registros de preferencia alimenticia por la medusa melena de león (*Cyanea capillata*) y otras medusas del género *Aurelia* Spp. y *Stomolophus* Spp. (Lazell, 1980). Debido a su enorme tamaño estas tortugas necesitan ingerir grandes cantidades de alimento lo que las hace unas excelentes cazadoras y controladoras de las poblaciones de medusas, llegando a ingerir hasta 200 kg diarios de medusas y otros organismos gelatinosos como salpas y sifonóforos (Duron-Dufrenne, 1978).



Figura 24. Ampliación de la infografía en cuanto a la alimentación de la tortuga laúd.

Una vez eclosionan los huevos dentro de los nidos y salen los neonatos a las playas deben realizar ciertos comportamientos grupales para aumentar sus probabilidades de supervivencia y evitar a los depredadores (Figura 25) los cuales cambian dependiendo de la etapa de vida en la que se encuentren. Durante la etapa de neonatos y juveniles pueden ser muy diversos tales como insectos, cangrejos, aves, reptiles, mamíferos o peces y ya en su etapa adulta sus principales depredadores son tiburones y Orcas (Caldwell y Caldwell, 1969; Sarti *et al.*, 1994).



Figura 25. Ampliación de los depredadores de la tortuga laúd.

4.3 *Caretta caretta* - Linnaeus, 1758.

4.3.1. Morfología

Esta es la tortuga de caparazón duro (Familia Cheloniidae) más grande del mundo con una longitud promedio recta del caparazón de hasta 120 cm y un peso de hasta 200 kg (Márquez, 1990). Aunque se encuentran reportes de individuos de hasta 2 metros de longitud y media tonelada de peso, ya no se pueden encontrar individuos con estas características (Figura 26; Ernest & Lovich, 2009).

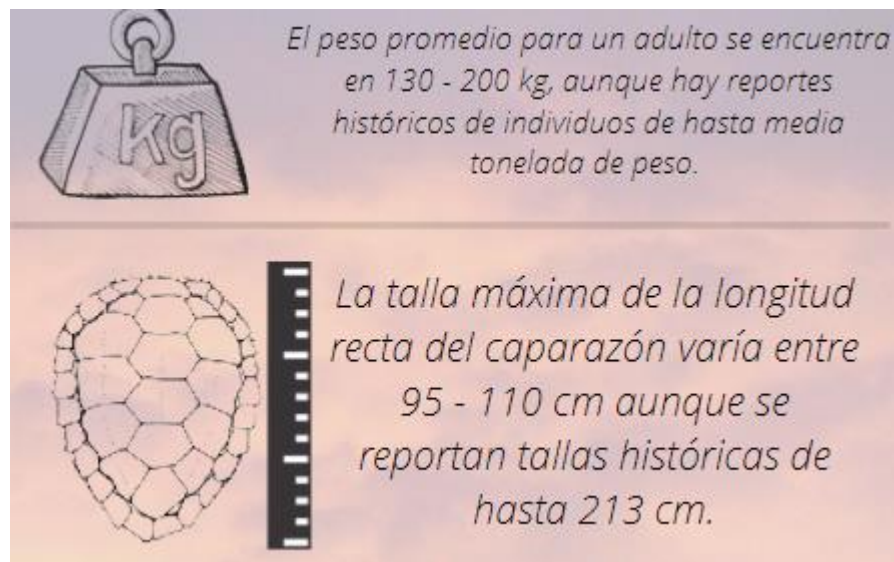


Figura 26. ampliación del tamaño y longitud promedio de la tortuga caguama.

Presenta una cabeza extremadamente grande en comparación con las proporciones de su cuerpo, y 5 escudos costales, dorsales, y en el plastrón se presentan 3 escamas infra marginales que no contienen poros. En su parte bucal la mandíbula superior se encuentra solapada sobre la mandíbula inferior (Frick *et al.*, 1996). En su etapa juvenil presentan un caparazón ancho y sus extremidades anteriores presentan 2 uñas, una por cada aleta, su coloración juvenil presenta tonos café de claros a oscuros, y en su estado adulto esta coloración se torna café rojiza (Figura 27; Charif, 2016).

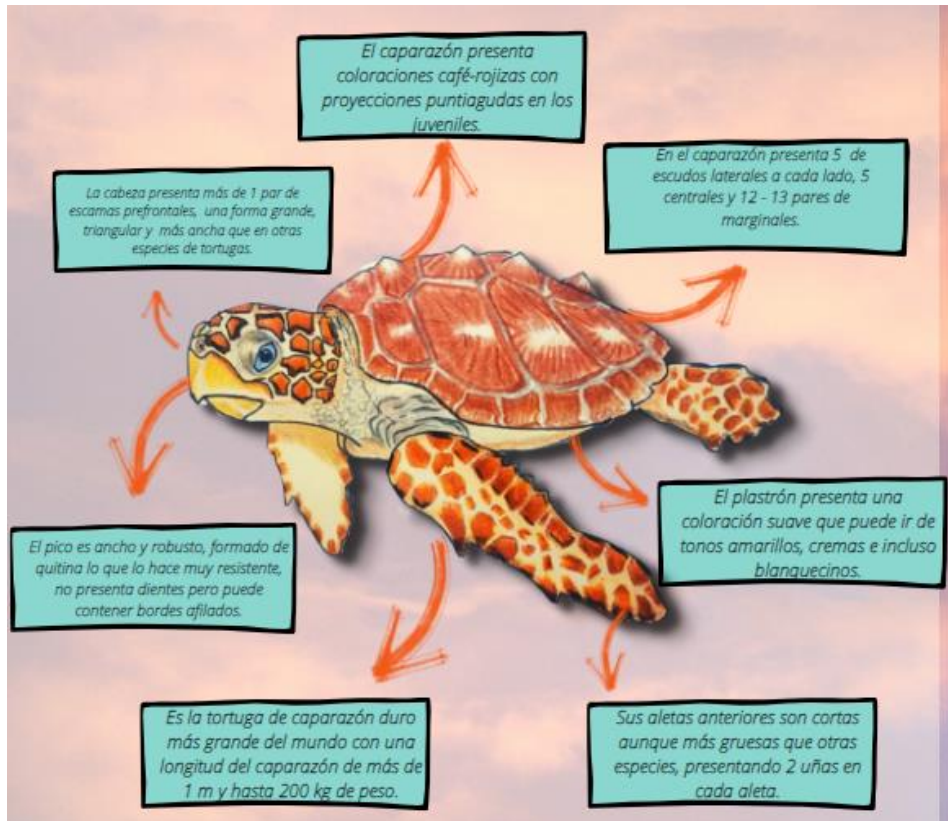


Figura 27. Ampliación de las características morfológicas de la tortuga caguama.

Una característica distintiva de esta especie en su etapa juvenil (individuos con un tamaño de hasta 30 - 40 cm de longitud) es una hilera de espinas sobre los escudos dorsales y costales del caparazón lo que forma 3 hileras sobre la parte dorsal del animal. Para esta especie es común el encontrar epibiontes (Figura 28) sobre su caparazón como es el hecho de los balanos o cirripedios, que son crustáceos sésiles en forma de volcán que se adhieren al dorso del animal y pasan toda su vida en este lugar (Marquez, 1990).

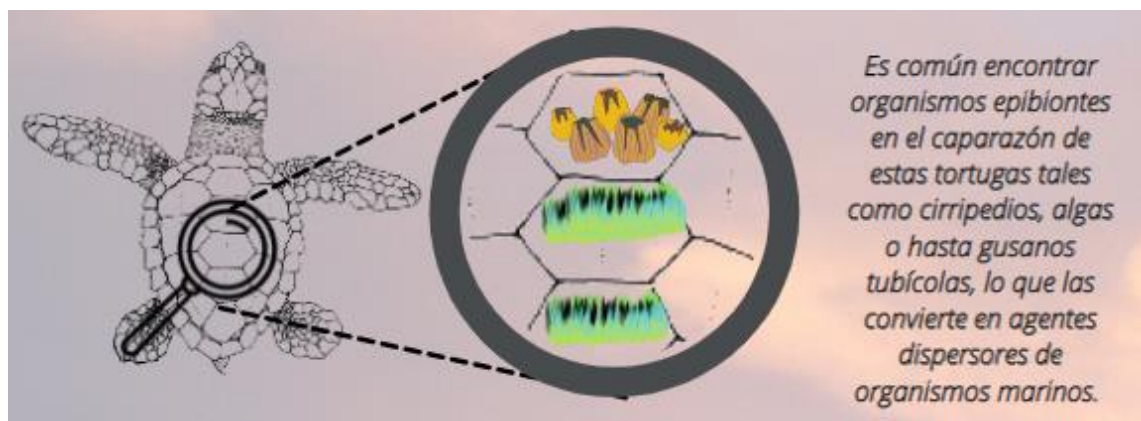


Figura 28. Ampliación de los epibiontes presentes en el caparazón de estas tortugas.

4.3.2. Historia de vida

La reproducción de *Caretta caretta* se realiza durante las rutas migratorias desde las zonas de alimentación hacia las playas de anidación (Sea turtle conservancy, 2015), este proceso se da en un intervalo de entre 2 a 4 años donde las hembras fecundadas se acercan a las playas observando las condiciones ideales para llevar a cabo el proceso de anidación, desovando alrededor de 100 huevos por nido (cada huevo tiene un peso aproximado de 40 gramos) con un periodo de incubación de 50 a 60 días (Nichols *et al.*, 2000), cabe resaltar que la forma del nido es de tipo redondeado y presenta una profundidad de 50 a 60 cm. Las hembras dejan un rastro en la arena de tipo asimétrico, donde alternan sus aletas posteriores dejando el margen de la huella ondulada (el ancho de esta es de 1,2 m). La formación de un rastro recto se da gracias al arrastre de su cola el cual deja una huella que luego finaliza en la nidada. (Figura 29; Bowen *et al.*, 1995).



Figura 29. Ampliación de los aspectos de reproducción, características del nido y rastros de la arena por parte de la tortuga caguama.

Posteriormente, los huevos eclosionan en la noche, donde los neonatos se dirigen a la orilla de la costa en búsqueda del mar guiados por la luz de la luna que se refleja en el agua. Una vez dentro del agua realizan un nado frenético alejándose de la costa en búsqueda de alimento. Permanecen en zonas oceánicas de alimentación hasta llegar a la etapa subadulta donde regresan nuevamente a zonas cercanas a la costa donde se alimentan hasta alcanzar la madurez sexual e iniciar nuevamente con su ciclo de vida (Figura 30; Kamezaki *et al.*, 2003). La fase adulta se desarrolla en lugares muy

productivos como los arrecifes donde su dieta se basa principalmente de invertebrados como crustáceos y moluscos, así como de pequeños peces (Peckham *et al.* 2011). Cabe resaltar que *Caretta caretta* presenta una estrategia reproductiva denominada poliandria, donde las hembras pueden ser fecundadas por diferentes machos durante un mismo período reproductivo permitiendo así la variabilidad genética y asegurar la fecundidad (Marco *et al.* 2015).

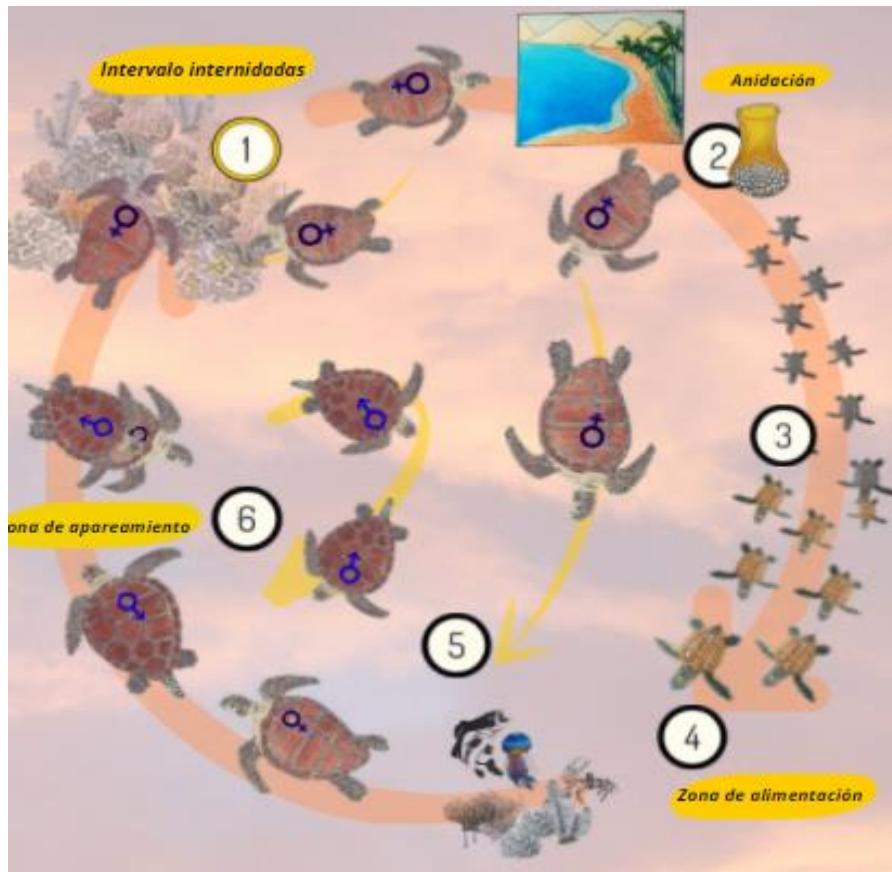


Figura 30. Ampliación del ciclo de vida específico de la tortuga caguama.

Según estudios poblacionales de tortuga caguama llevados a cabo en el océano Pacífico, no hay un intercambio genético entre las poblaciones del Pacífico Sur y las poblaciones del Pacífico Norte, de manera que no se evidencia una mezcla entre estos grupos, por lo que las poblaciones no traspasan el Ecuador manteniendo separadas las poblaciones de ambos hemisferios con características y hábitos de vida independientes en cada una (Bowen *et al.*, 1995).

4.3.3. Ecología

Para la tortuga caguama una de las principales amenazas (Figura 31) que enfrenta es la pesca o captura incidental, siendo ampliamente afectada por diferentes artes de pesca y muy bien evidenciado por diferentes medios como necropsias, observadores a bordo, análisis de varamientos entre otros (Gardner *et al.*, 2001, Koch *et al.*, 2006). Otras amenazas son el consumo de tortuga por parte de las comunidades costeras, así como el saqueo de los nidos y el consumo de los huevos, también sigue siendo una amenaza el uso de caparazones y partes de tortugas para artesanías y souvenirs (Koch *et al.*, 2006, Mancini y Koch, 2009).



Figura 31. Ampliación de las principales amenazas que presenta la tortuga caguama.

En cuanto a su rango de distribución (Figura 32A) está predominado por aguas templadas, tropicales y subtropicales, por lo que tiene su rango de distribución determinado de norte a sur, sin embargo, prefiere estuarios, bahías y aguas someras para su alimentación. (Wingfield *et al.*, 2011). Una vez las tortugas caguama alcanzan una longitud aproximada de 25 - 30 cm se pueden diferenciar dos estrategias de vida diferentes con las cuales podrían separar a las poblaciones en dos grupos diferenciales (Figura 32 B). La mayoría de las tortugas mantienen sus hábitos pelágicos y permanecen en zonas del norte dentro de giros oceánicos alimentándose de

organismos pelágicos hasta alcanzar la madurez sexual. Por otro lado, una menor proporción de tortugas toma hábitos de vida costeros donde se alimentan y refugian hasta lograr la madurez sexual. Aparentemente las tortugas juveniles y pre adultas eligen uno solo de estos hábitos y se mantienen en ellos hasta llegar a la edad adulta e iniciar la reproducción (Hatase *et al.*, 2004).

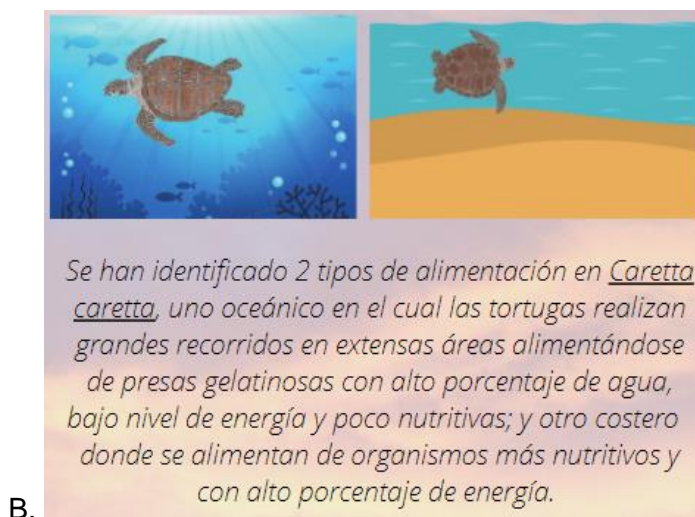


Figura 32 Ampliación de la información de la tortuga caguama en cuanto a A: Distribución global. B: Estilo de alimentación.

Su dieta presenta una naturaleza principalmente carnívora debido a que sus mandíbulas tienen la capacidad de destruir conchas y caparazones de algunos moluscos y

crustáceos (Dick, 2005). A pesar de esto su dieta varía a través de la edad o estadio del ciclo de vida en el que se encuentran (Figura 33). Las tortugas caguama juveniles prefieren una vida pelágica y oceánica permaneciendo la mayor parte del tiempo en los primeros 5 metros de la columna de agua (Howell *et al.*, 2010). exhiben una dieta variada y de naturaleza oportunista por lo que consumen organismos de fácil alcance como crustáceos y organismos gelatinosos como salpas, medusas y otros cnidarios, así como también peces y en dados casos, carroña (Parker *et al.*, 2005). Por su parte las tortugas con hábitos de vida costera consumen otros grupos más nutritivos como peces y crustáceos costeros obteniendo con esto una ventaja energética en comparación con las tortugas de hábitos oceánicos (Peckham *et al.* 2011).



Figura 33. Ampliación de la temática de alimentación de la tortuga caguama

4.4 *Chelonia mydas* - Linnaeus, 1758.

4.4.1. Morfología

La tortuga verde (*Chelonia mydas*) es una de las de mayor tamaño en su familia, su nombre está designado debido a la coloración que presenta su tejido graso subcutáneo. Su cabeza es pequeña en relación a su tamaño corporal y presenta 4 pares de escudos costales y 4 escudos inter marginales en el plastrón, además de un par de escamas prefrontales en la parte delantera de su cabeza. Contiene una sola uña en sus aletas anteriores y la coloración de las placas de su caparazón varía de color beige a oscuro (figura 34). Esta es una tortuga típica de aguas tropicales presentando sus zonas de anidación más importantes en el mediterraneo, en Chipre y Turquía. Exhibe comportamientos costeros siendo poco frecuente en zonas oceánicas (CRAM, 2019).

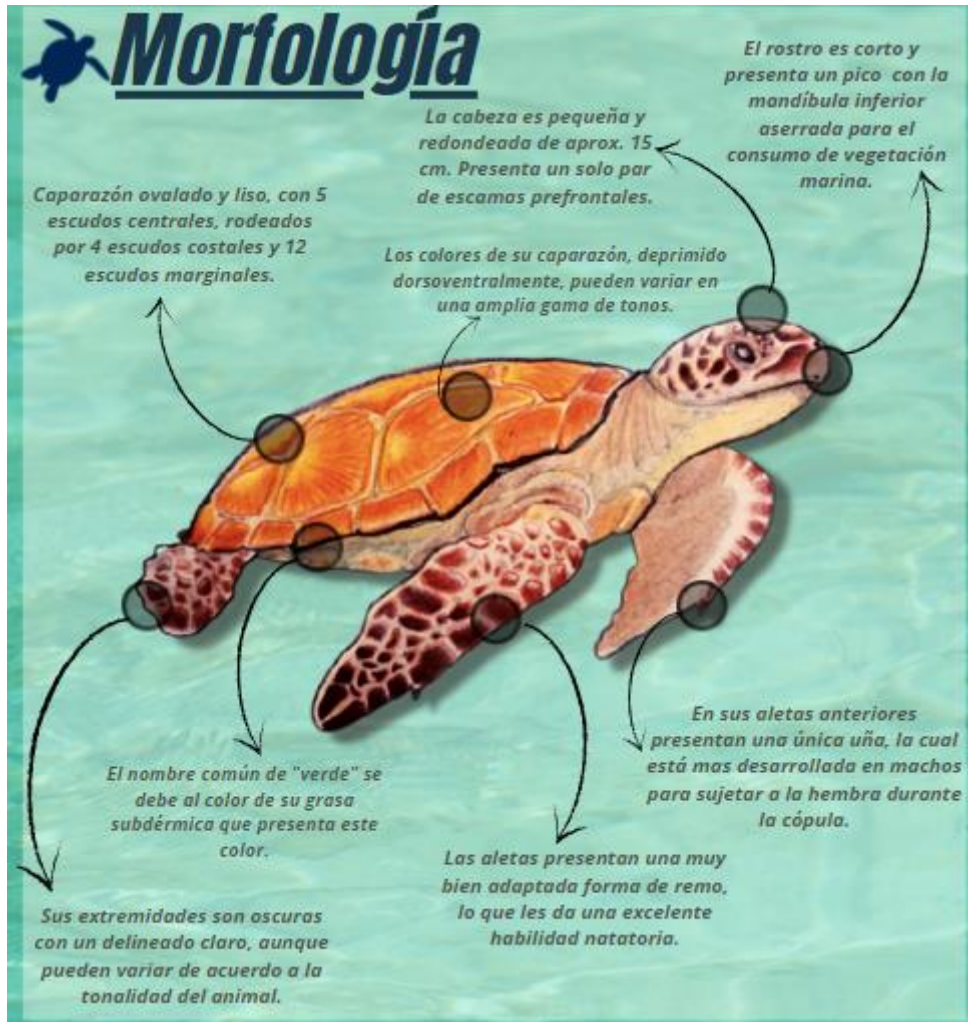


Figura 34. Ampliación de la morfología de la tortuga verde.

La longitud recta del caparazón en hembras anidadoras de esta especie se ha encontrado en 100 cm aunque se han logrado registrar longitudes de hasta 120 cm (Eckert *et al.*, 2009). El peso promedio que se ha registrado ha sido de hasta 220 kg, aunque para los machos estos datos son poco conocidos debido a que estos no regresan a las playas durante las etapas de su vida, aunque se sabe que son de menor tamaño que las hembras (Figura 35) (Gilbert *et al.* 2010). Las hembras por su parte tienen una cola corta que no sobresale del margen posterior del caparazón, contrario a los machos los cuales presentan una cola larga y ancha que es flexible y dispone de una estructura terminal que se asemeja a una uña (Pritchard y Trebbau, 1984).

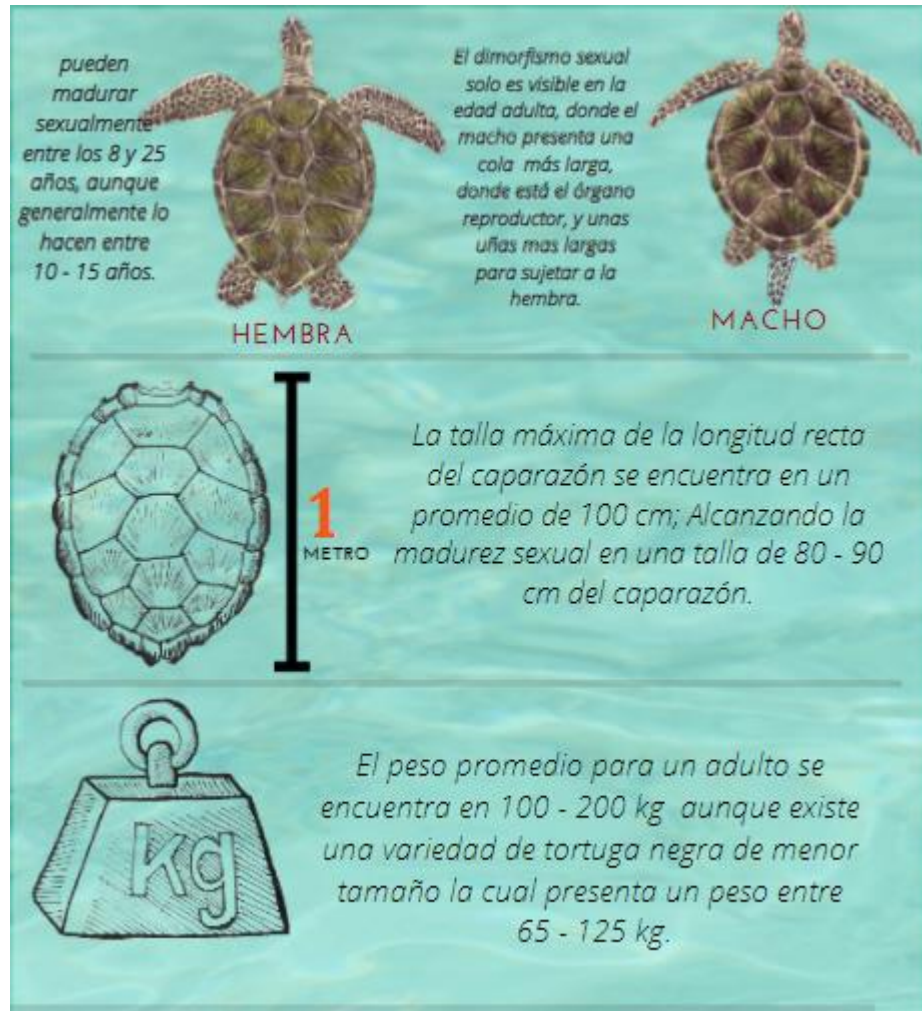


Figura 35. Ampliación de las características de la tortuga verde como dimorfismo sexual, longitud y peso.

4.4.2. Historia de vida

En las aguas poco profundas cercanas a las costas de las playas de anidación inicia el ciclo reproductivo (Figura 36A) y ocurre la reproducción, esta se desarrolla cuando la hembra acepta al macho el cual la toma con ayuda de sus “muescas de apareamiento”, que son las uñas de sus aletas anteriores las cuales son alargadas y curvas, aferrándose alrededor de sus hombros, sujetándola además del cuello con su boca (Hirth, 1997). El proceso de cópula dura varias horas, posterior a esto, las hembras presentan un promedio de 15 días entre la fecundación y el momento de anidación, el cual se ubica en playas natales que son visitadas en intervalos de 2 a 4 años. La anidación consiste en recorrer cientos de metros a lo largo de la costa, realizando el desove de 65 a 115 huevos (cada uno con un peso aproximado de 30 gramos) depositados en diferentes nidos los cuales presentan una forma redondeada y una

profundidad de 50 a 60 cm que son dispuestos en terrenos con pendiente pronunciada con un periodo de 2 semanas entre nidos (Figura 36B; Márquez, 1996).

El rastro que dejan las hembras de esta especie en la arena es simétrico con un corte profundo y marcado por las aletas anteriores que se desplazan de manera paralela, dejando un surco central debido al trazo de la cola, el ancho de estas huellas es de aproximadamente 1,2 metros (Figura 36C). La puesta tiene una duración de hasta 3 horas, esto debido a que la tortuga verde es una de las especies de reptiles marinos que más se dedica al camuflaje de los nidos (Márquez, 1996) donde se espera un porcentaje de eclosión del 80% (Ackerman, 1997), una vez finalizado este proceso, las hembras regresan a las zonas de alimentación.

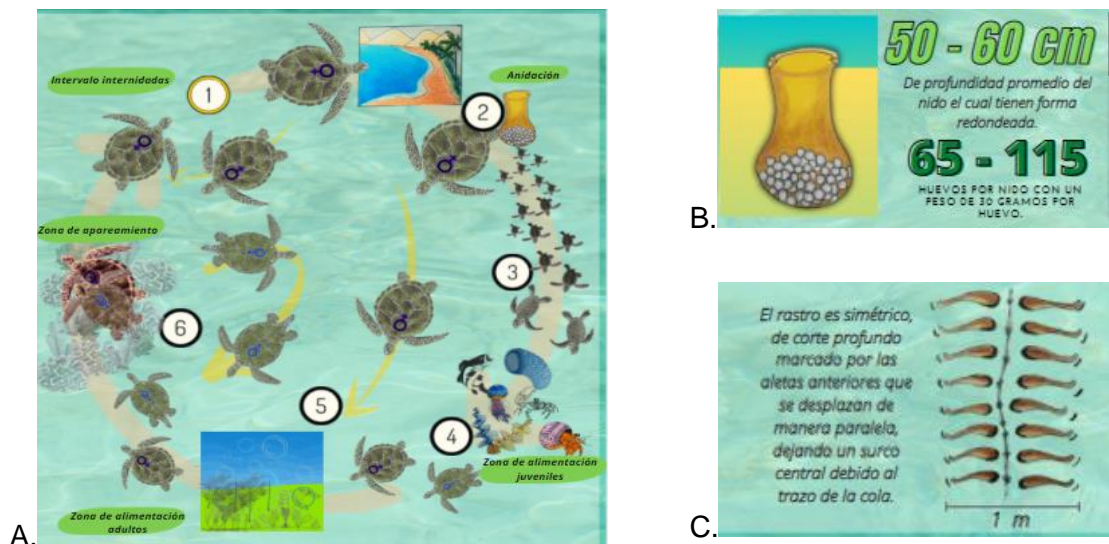


Figura 36. Ampliación de las temáticas de tortuga verde en cuanto A: Ciclo de vida. B: Características del nido. C: Huellas en la arena.

Después de la anidación, los huevos tardan entre 45 y 75 días en eclosionar, posteriormente los neonatos se desplazan hacia el mar desarrollando un comportamiento netamente oceánico, presentando una dieta omnívora (PNAA, 2011), que conservan hasta lograr la madurez sexual, etapa en la que su dieta empieza a ser herbívora esto debido al cambio en su morfología bucal, ya que el pico con bordes afilados y de manera aserrada facilitan el corte de material vegetal para la alimentación (Bjorndal, 1982). Adicionalmente, una vez son sexualmente maduras, los individuos de la especie *C. mydas* migran hacia zonas costeras poco profundas donde encuentran praderas de pastos marinos y zonas de mangle, donde convergen machos y hembras luego de desovar, permaneciendo allí hasta el próximo periodo reproductivo. Los machos compiten activamente por hembras sexualmente maduras las cuales pueden

llegar a ser fecundadas por distintos machos en un mismo período reproductivo denominado como poliandria (Monzón *et. al.* 2011).

Los huevos que son depositados en ambientes con temperaturas de 28,6°C incuban organismos con una proporción de 50% hembras y 50% machos. Temperaturas inferiores a 28,6°C presentan una dominancia de machos sobre hembras mientras que temperaturas superiores a este valor suelen producir más hembras que machos (Ackerman, 1997). Temperaturas menores a 24°C y mayores a 34°C inducen la mortalidad en los huevos (Figura 37).



Figura 37. Ampliación de las temperaturas del nido y su influencia en el sexo de los neonatos.

4.4.3. Ecología

Durante los primeros años de vida de esta especie su dieta difiere de su estadio de vida adulto, al nacer presentan hábitos de alimentación omnívoros por lo que los neonatos y los juveniles se alimentan principalmente de invertebrados pequeños como cangrejos, poliquetos, medusas, moluscos y algunos gusanos (PNAA, 2011), haciendo un cambio de su dieta luego de lograr la madurez sexual, en donde su morfología bucal cambia formándose un pico más filoso y serrado que facilita el corte de material vegetal. Las tortugas verdes en el caribe se alimentan en su mayoría en zonas poco profundas de praderas de pastos marinos tales como *Thalassia testudinum* (Figura 38; Mortimer, 1981), lo cual ayuda en el flujo de nutrientes de sus zonas de alimentación muy importante para el crecimiento y mantenimiento de estas praderas de pastos. También

se ha evidenciado que estas tortugas se alimentan de mangle gracias al análisis de contenido estomacal de esta especie (Gaona y Barragán, 2016).



Figura 38. Ampliación de la alimentación de juveniles y adultos de tortuga verde.

Esta tortuga se enfrenta a las problemáticas comunes que aquejan a las diferentes especies de tortugas marinas tales como la depredación natural por parte de animales silvestres como lo pueden ser tiburones, grandes peces pelágicos y arrecifales así también grandes animales carnívoros como Orcas o Cocodrilos. Durante la eclosión los neonatos son los más vulnerables siendo atacados por crustáceos, aves marinas, reptiles, peces, tiburones y hasta mamíferos terrestres (Figura 39; Guzmán *et. al.*, 2015).



Figura 39. Ampliación de la temática de depredadores de la tortuga verde.

La contaminación marina por parte de desechos orgánicos e inorgánicos también es una problemática en aumento para las tortugas marinas siendo los principales desechos madera y plástico los cuales son depositados en las zonas de anidación por causa de las mareas principalmente en zonas de desembocadura de ríos (Gardner *et al.*, 2006). De igual manera la captura incidental es una de las afecciones que más involucra a todas las especies de tortugas marinas en donde la pesca representa una de las mayores amenazas para estas especies siendo capturadas principalmente cerca de las zonas de anidación y refugio (Figura 40; FAO 2004; Brazner and Macmillan 2008; Schillinger *et al.* 2008).



Figura 40. Ampliación de la temática de las principales amenazas que enfrenta la tortuga verde.

Las acciones de conservación de la tortuga verde se llevan a cabo con la finalidad de determinar sus zonas de anidación y los requerimientos que presentan, para garantizar la protección de estos organismos y suplir sus necesidades para asegurar la supervivencia de la especie (Vargas, 1973; Márquez *et al.* 1990), en los que participan diferentes sectores tales como organizaciones gubernamentales junto con el apoyo de las comunidades costeras directamente relacionadas con los sitios de importancia de anidación y refugio. Gracias al esfuerzo conjunto de estos grupos comprometidos con la conservación de tortugas marinas en los últimos años se ha evidenciado un crecimiento y estabilización de las poblaciones de tortuga verde a nivel mundial en las principales áreas de presencia de esta especie en sus zonas de alimentación, refugio y reproducción (Figura 41; Guzmán *et al.*, 2008).



Figura 41. Ampliación de los esfuerzos de conservación sobre la tortuga verde.

4.5 *Eretmochelys imbricata* - Linnaeus, 1766.

4.5.1. Morfología

Denominada comúnmente Tortuga Carey (*E. imbricata*) es una tortuga de tamaño mediano al ser comparada con las otras especies, llegando a una longitud recta del caparazón (Figura 42A) de hasta 90 cm (LRC) , este es alargado y de forma ovalada con el margen aserrado, presentando escudos que se disponen de manera alterna, esta característica aserrada del margen y de manera imbricada resulta exclusiva de esta especie por lo que se vuelve un carácter diagnóstico, por esto su nombre científico (Eckert *et al.* 2000). Algunas hipótesis acerca de la forma de su caparazón y la forma superpuesta de sus escudos se aluden a adaptaciones a zonas de oleaje fuerte y activo, y su coloración como un mecanismo de camuflaje en zonas de coral (Gaona y Barragán, 2016).

Los escudos presentan colores jaspeados y manchas vistosas lo que la cataloga como una de las tortugas marinas más hermosas, sobre todo cuando están en su etapa de juveniles. El caparazón de los neonatos es de una coloración marrón oscuro tanto dorsal como ventralmente. A medida que la tortuga crece, los escudos del caparazón exhiben manchas amarillas, marrones y negras y la parte ventral es amarilla pálida a blanca, son así hasta la madurez (Figura 42B; Marco *et al.*, 2014).

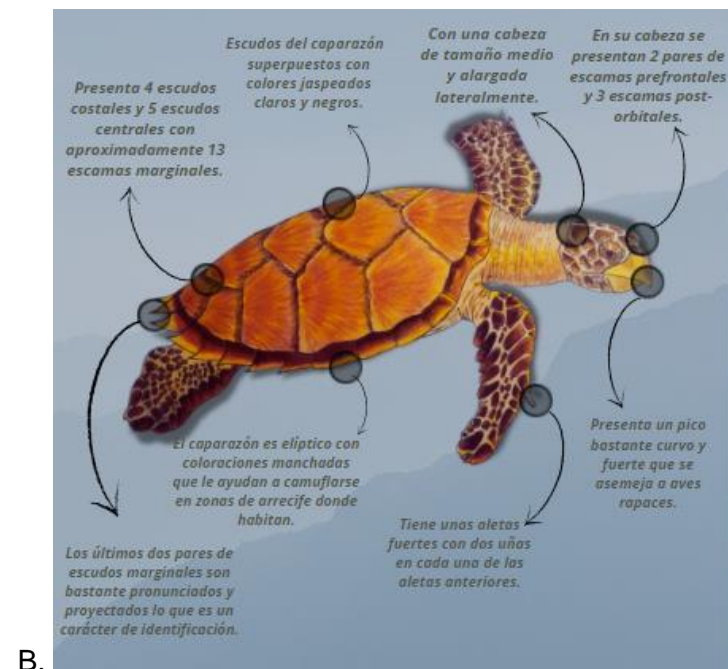
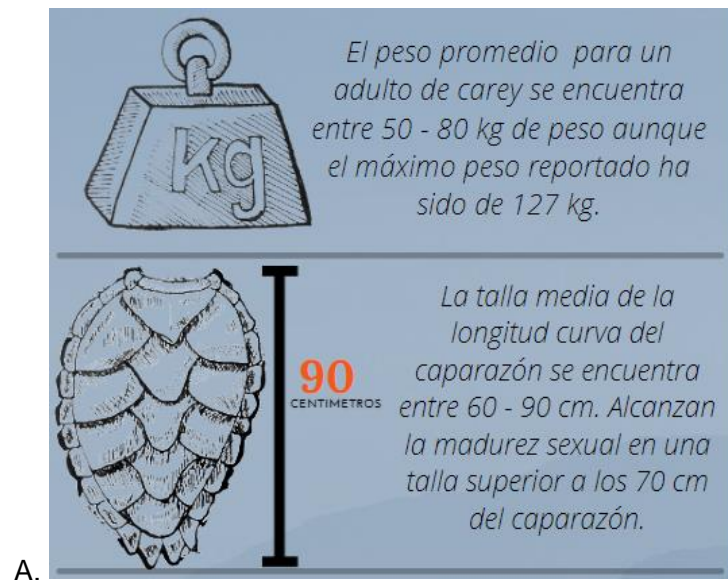


Figura 42. Características morfológicas de la tortuga carey. A: Medidas y peso. B: Descripción detallada del cuerpo.

Presentan una cabeza alargada de mediano tamaño con dos pares de escamas prefrontales, ubicadas entre los ojos, y 3 o 4 post orbitales ubicadas detrás de las fosas orbitales. Además, expone un pico alargado, filoso y puntiagudo que no presenta el margen filoso aserrado en el lugar de mordedura, también exhibe una forma curvada que asemeja el pico de un halcón, es por esto que su nombre común en inglés es

“Hawksbill” (Figura 43). Esta tortuga muestra un dimorfismo marcado en la etapa adulta, ya que los machos presentan una cola larga y gruesa que sobresale más allá del margen posterior del caparazón, además las uñas en sus aletas están más desarrolladas para la sujeción de la hembra (Gaona & Barragán, 2016).

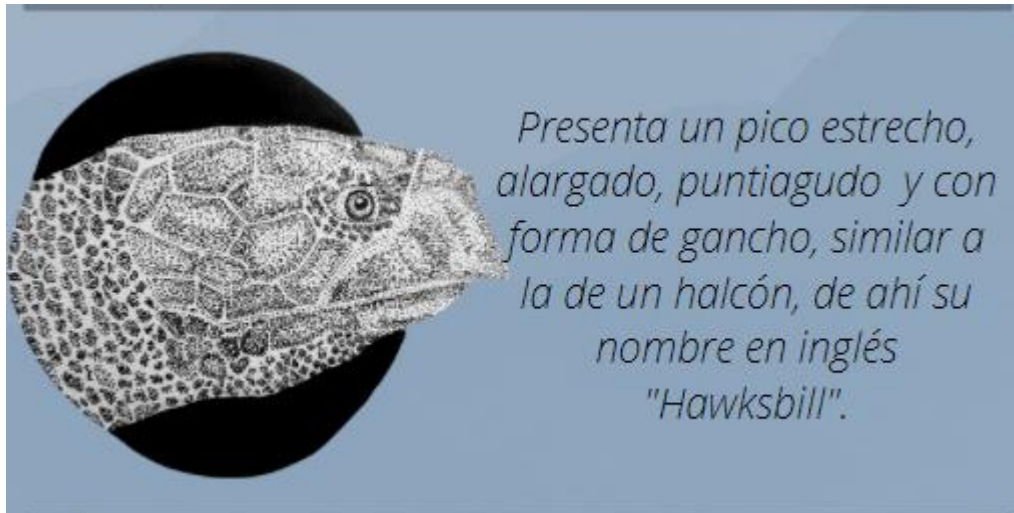


Figura 43. Detalle de la cabeza y el pico de la tortuga carey.

4.5.2. Historia de vida

Una vez los adultos inician la migración desde las zonas de alimentación hacia las playas de reproducción se determina que comienza el ciclo reproductivo (Figura 44), siendo estas playas generalmente las mismas en las que nacieron años atrás (Gaona & Barragán, 2016). Por medio de diversos mecanismos fisiológicos y hormonales los individuos adultos se atraen y aparean durante horas, hasta que las hembras son liberadas y se dirigen hacia la línea de costa para evaluar las características de las zonas de anidación, por medio de mecanismos que poseen las tortugas, determinan las condiciones de las playas tales como humedad, inclinación de la playa, temperatura y vegetación, entre otros. (Cuevas *et al.* 2010).

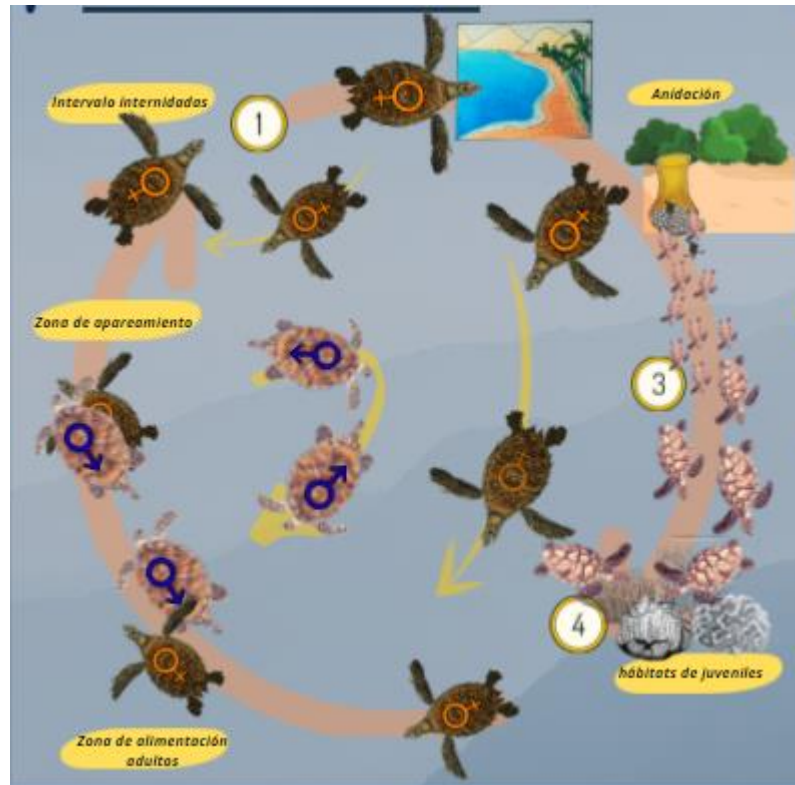


Figura 44. Ampliación del ciclo de vida específico para la tortuga carey.

Las tortugas carey son anidadoras solitarias y no salen a realizar nidos en grandes congregaciones (Gaona & Barragán, 2016). Su pico de anidación en el Caribe mexicano se presenta durante los meses de abril hasta noviembre en el que se presenta un tiempo de anidación promedio de 70 días, con un promedio de 140 huevos por nidada (Cuevas *et al.*, 2010). La anidación inicia con las tortugas hembras que se desplazan por la arena dejando un rastro de huellas en la arena de forma asimétrica, preparando una cama donde deposita los huevos excavando un nido de forma redondeada con una profundidad promedio de 45 cm el cual está generalmente oculto entre la vegetación (Figura 45A; Guzmán *et al.*, 2015); demorando un promedio de 45 minutos durante el proceso de realizar el nido, ovipositar y cubrir los huevos para regresar finalmente al mar (Garduño-Andrade, 2000).

La temperatura juega un papel fundamental durante la incubación y la determinación del sexo de los embriones, dado que la temperatura pivote, la cual hace referencia a aquella en las que la proporción sexual de machos y de hembras es la misma es de 29°C, ya que temperaturas superiores a los 32°C producirán que todos los embriones se desarrollen como hembras, por el contrario, temperaturas menores a 24°C generarían un 100% de crías machos (Figura 45B; Ackerman, 1997). El tiempo que gastan las tortugas carey en colocar todas las nidadas de la temporada reproductiva es de

aproximadamente 16 días, luego regresan a las zonas de alimentación y refugio hasta la siguiente temporada de reproducción, en donde las hembras tardan en promedio 3.5 años para volver a participar de la reproducción (Guzmán *et al.*, 2015).

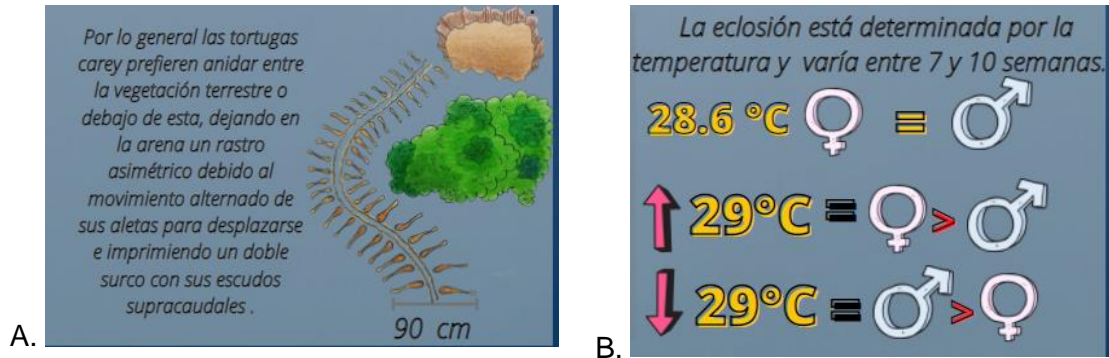


Figura 45. Ampliación de las temáticas A: Rastro de la arena. B: Influencia de la temperatura sobre la anidación.

Se espera un porcentaje de eclosión del 80% de los huevos en los nidos de esta tortuga las cuales al nacer se dirigen instintivamente hacia el mar, donde nadan frenéticamente hasta acomodarse en refugios y sargazos donde se alimentan y viven de 1 a 3 años hasta que son juveniles (Matsuzawa *et al.*, 2002).

4.5.3. Ecología

La dieta de la tortuga Carey se caracteriza principalmente por esponjas y otros invertebrados (Phelan y Ecketr, 2006). Es por este tipo de alimentación que se denomina como una tortuga carnívora-espongívora a pesar de que su dieta pueda ser omnívora ya que puede llegar a alimentarse de mucho otros grupos si el recurso está disponible como lo son corales, tunicados, algas, esponjas, y crustáceos y peces asociados a zonas arrecifales (van Dam, 1997). Los neonatos y juveniles presentan un hábito de vida oceánico por lo que se alimentan de grupos planctónicos y pelágicos como pueden ser invertebrados dentro de los que están los moluscos, cefalópodos, medusas, otros cnidarios, larvas de peces y crustáceos que se encuentran en la columna de agua o en las masas de sargazos que flotan en mar abierto en las que se mantienen durante su etapa de vida pelágica (Figura 46; Blumenthal *et al.*, 2009). Al alcanzar la madurez sexual los subadultos y adultos evidencian una marcada preferencia por alimentarse de esponjas formando parte principal de su dieta las pertenecientes a los géneros *Geodia sp*, *Polymastia sp*, *Stelletinopsis sp* y *Coelosphaera sp* (León y Bjorndal, 2002; Graham, 2009). Debido a que las esponjas son un grupo que presenta una gran capacidad de adaptación y colonización de diferentes ambientes coralinos al igual que ciertos grupos

algales, estos pueden intervenir de manera negativa en el desarrollo de las comunidades arrecifales de coral incluso llegando a destruirlas. Es por esto que la tortuga carey resulta ser un importante controlador de las poblaciones de esponjas mejorando notablemente los ecosistemas coralinos en los que están presentes (Tse-Lynn y Pawlik, 2014).



Figura 46. Ampliación de los principales grupos de los que se alimenta la tortuga carey en su etapa juvenil y adulta.

Al igual que en otras especies de tortugas marinas, la pesca incidental por parte de comunidades de pescadores artesanales y locales de las zonas costeras es uno de los principales problemas (Figura 47) que afronta esta especie, por lo cual se ha hecho necesario la regulación de las pesquerías por parte de las entidades que rigen los territorios en que se encuentran presentes las tortugas (Márquez y Guzmán, 2008). Otra de las amenazas a las cuales se enfrentan las tortugas Carey es la naturaleza vulnerable de sus hábitats y zonas de anidación por eventos naturales de relevancia como lo pueden ser huracanes y tormentas que cambian las dinámicas de las playas y de los hábitats costeros de esta especie, por lo que se ha convertido en un tópico de preocupación para la recuperación de las poblaciones de tortuga Carey adelantando investigaciones sobre los efectos que puedan ocasionar estos eventos naturales sobre los hábitats de alimentación y las zonas de anidación (Dewald y Pike, 2014).



Figura 47. Ampliación de las principales amenazas que enfrentan las poblaciones de la tortuga carey.

Estos factores hacen evidente la necesidad de seguir llevando a cabo esfuerzos necesarios para lograr la preservación y recuperación de las poblaciones, manteniendo presente la necesidad de reducir las presiones ejercidas sobre los individuos y sus hábitats, permitiendo así la dinámica de los procesos que se realizan dentro de los ecosistemas ocupados por estas especies, recuperando y manteniendo el equilibrio del ecosistema por una mayor cantidad de tiempo evidenciando una beneficio a otros ambientes en su papel como especies sombrilla (Gaona & Barragán, 2016).

Lamentablemente la mayoría de las poblaciones de tortuga carey en el Caribe evidencian descensos o han sido mermadas. Algunos países centroamericanos como Costa Rica, Guatemala, Nicaragua, Panamá han evidenciado una disminución en la cantidad de individuos y en el número de nidadas en las playas, con ciertas zonas en las que incluso se ha presentado una disminución poblacional de hasta el 80% hacia la década del 2000, en tan solo 50 años (Figura 48; Chacón-Chaverri, 2004).



Figura 48. Ampliación de la problemática de disminución de las poblaciones de tortuga carey en los últimos 50 años.

DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta la falta de información que evidencia y visibilice la situación actual en la que se encuentran las tortugas marinas surge la necesidad de comunicar las amenazas y problemáticas de estas especies, encontrando en la ilustración científica una herramienta de gran valor divulgativo, que se aferra al estricto rigor científico propio de las ciencias biológicas, destacando su propiedad de comunicar la visión del autor para la representación de una especie con sus características generales, y no en las de un individuo como lo haría quizá la fotografía u otro tipo de ilustraciones no científicas. Debido a esto se puede destacar el papel principal que podría llegar a tomar la ilustración científica en las diferentes publicaciones de ámbitos científicos y profesionales, hallando en esta herramienta cualidades excepcionales que pueden ser perfeccionadas por medio de la práctica y experiencia del artista.

la ilustración científica es un instrumento útil con todas las cualidades necesarias para comunicar conceptos científicos y artísticos de una manera atractiva y llamativa gracias a la capacidad innata de los seres humanos percibir, traducir e interpretar las imágenes. Gracias a esto se puede transmitir de manera gráfica y precisa información de relevancia en cualquier especie o aspecto de interés para la ciencia.

5.CONCLUSIONES

- Se seleccionó de la información secundaria (revisión bibliográfica) y primaria (observaciones directas de ejemplares vivos), las características más relevantes sobre las generalidades de las tortugas marinas que circundan el Caribe colombiano.
- Los elementos divulgativos (infografías) estructurados para cada una de las especies de estudio, proporcionan la información pertinente que posibilitará el fácil reconocimiento de cada una de las especies por parte del público en general y no solo por la comunidad científica, como estrategia fundamental para la educación ambiental.
- Se ha demostrado que la ilustración científica es una herramienta de visualización que se destaca de otras técnicas de difusión de la información como la fotografía o textos especializados, permeando a diferentes grupos sociales con distintos niveles de escolaridad a fin de crear conciencia que garantice la conservación de estas especies.

6. RECOMENDACIONES

Para futuros trabajos relacionados con la ilustración científica y la divulgación acerca de aspectos alusivos a las tortugas marinas se permite recomendar una mayor especialización en las temáticas de historia de vida, para esclarecer aspectos específicos y comportamientos propios de cada una de las especies presentes en Colombia que tal vez por cuestiones de tiempo o disponibilidad de la información no fue posible profundizar en el presente trabajo. Por otro lado, también se recomienda la ampliación de las temáticas abordadas en el presente trabajo y la inclusión de nuevos aspectos principales como lo puede ser la anatomía y la fisiología de las especies aquí mencionadas, esto con la finalidad de comunicar de una manera más amplia y por medio de un mecanismo más gráfico estas temáticas a las comunidades de interés.

7. BIBLIOGRAFÍA

Ackerman, R. A. (1997). The Nest Environment and the Embryonic Development of Sea turtles. Pp: 83-106. En: Lutz, Peter L. y Musick Jhon A. (Editores). The Biology of the Sea turtles. CRC Press, Inc, Boca Ratón, Fl. 432 pp.

Amorocho, D. D. Quiroga; L. Merizalde y Riascos, J. (2004). Investigación para el manejo de la tortuga negra (*Chelonia agassizii*) en Colombia (2003 – 2004). Informe final presentado a la National Fish and Wildlife Foundation (NFWF). CIMAD. Noviembre 2004. 53 pp.

Amorocho, D.F. & Merizalde L. A., 2004. Biología reproductiva de las tortugas marinas en el Parque Nacional Natural Gorgona: creando capacidad técnica para el manejo de la tortuga golfina o golfina del Pacífico (*Lepidochelys olivacea*). Informe final. CIMAD. 14 pp.

Arias, F., Coordinador, I; Biodiversidad, P., Ferreira, J. G., De Recursos, S., Apoyo, Y., Investigación, A. La, Augusto, C., Gonzáles, P., Patricia, C., Fonseca-Coordinadora, C., Fabio, P., Castaño, O., Hernán, C., Bedoya, P., Daviany, D., Idrobo, Q., María, A., Gómez, (2002). Áreas de anidación y de alimentación de las tortugas marinas en el Caribe colombiano. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS INVEMAR.

Baegert, J. (1972). Noticias de la península americana de California (1772). México: Antigua librería de Robredo de José Porrua e hijos.

Bjorndal, K. A. (1982). The consequences of herbivory for the life history pattern of the Caribbean green turtle, *Chelonia mydas*. Pp.111- 116. En: Biology and conservation of sea turtles (K. A. Bjorndal, Editor). Smithsonian Institution Press, Washington D. C.

Blanco, L. & Gaido, V. (2013). ¿Qué es la Ilustración Científica? Mito: Revista cultural. 42. Recuperado de: <http://revistamito.com/que-es-la-ilustracion-cientifica/>

Bleakney, J.S. (1965). Reports of marine turtles from New England and eastern Canada. Canadian Field. Naturalist 79:120-128.

Blumenthal, J. M., Abreu-Grobois, F. A., Austin, T. J., Broderick, A. C., Bruford, M. W., Coyne, M. S., Ebanks-Petrie, G., Formia, A., Meylan, P. A., Meylan, A. B. y B. J. Godley. (2009). Turtle groups or turtle soup: dispersal patterns of hawksbill turtles in the Caribbean. Molecular Ecology, 18: 4841 – 4853.

Bolker, B. M., Okuyama, T., Bjorndal, K. A., & Bolten, A. B. (2007). Incorporating multiple mixed stocks in mixed stock analysis: 'many-to-many' analyses. Molecular Ecology, 16(4), 685-695.

Bowen B.W., Abreu-Grobois F.A., Balazs G.H., Kamezaki N., Limpus C.J., and R.J. Ferl. (1995). Trans-Pacific migrations of the loggerhead turtles (*Caretta caretta*) demonstrated with mitochondrial DNA markers. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 92:3731-3734.

Caldwell, D.K., and M.C. Caldwell (1969). Addition of the leatherback sea turtle to the known prey of the killer whale, *Orcinus orca*. Journal of Mammalogy 50:636.

Camacho, E. (2018). Dos décadas conservando tortugas y mamíferos marinos en el Caribe colombiano. EXPEDITO, (17), 30-37.

Casale, P., Broderick, A. C., Camiñas, J. A., Cardona, L., Carreras, C., Demetropoulos, A., ... & Türközan, O. (2018). Mediterranean sea turtles: current knowledge and priorities for conservation and research. *Endangered Species Research*, 36, 229-267.

Caut, S., Guirlet, E., Jouquet, P., Girondot, M. (2006). Influence of nest location and yolkless eggs on the hatching success of leatherback turtle clutches in French Guiana. *Can. J. Zool.*, 84: 908-915.

Chacón-Chaverri, D. (2004). Tortugas carey del Caribe; biología, distribución y estado de conservación. Programa de Conservación de las tortugas marinas de América Latina y el Caribe, del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). Asociación ANAI/WIDECAST. Costa Rica.

Charif, G. (2016). Ficha de antecedentes de especie *Caretta caretta*, Ministerio del Medio Ambiente –MMA-. Consultado el 30/05/19 en http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas13proceso/PDF_Fichas_FIN_13RCE/Caretta_caretta__FIN_13RCE.pdf.

CRAM. (2019). Tortuga verde. Centro de recuperación de animales marinos. Tomado de: <https://cram.org/catalogo-de-especies/reptiles-marinos/tortugas-marinas/tortuga-verde/>

Cuevas, E., Liceaga-Correa, M. A. E I. Mariño-Tapia. (2010). Influence of beach slope and width on hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) and green (*Chelonia mydas*) turtle nesting activity in El Cuyo, Yucatan, Mexico. *Chelonian Conservation and Biology*,

Del Barco, M. (1973). Historia natural y crónica de la Antigua California (1770). Edición y notas por Miguel León Portilla. México: UNAM.

Dewald, J. R. y D. A. Pike. (2014). Geographical variation in hurricane impacts among sea turtle populations. *Journal of Biogeography*, 41307 – 316

Dick, B. (2005). La tortuga caguama o cabezona (*Caretta caretta*). Secretaría Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), San José, Costa Rica.

Eckert, K., K. Bjorndal, F. Abreu-Grobois y M. Donnelly. (1999). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. Marine Turtle Specialist Group Publication No.4. USA: IUCN/SSC

Eckert, K., K. Bjorndal, F. Abreu-Grobois y M. Donnelly. (2000). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo especialista en Tortugas Marinas. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Comisión de Supervivencia de Especies, Publicación, (4).

Efland, A. (2004). Arte y cognición: la integración de las artes en el curriculum. Barcelona: Octaedro.

Ernst C.H., Lovich J.E., (2009). Turtles of the United States and Canada (2 ed.). JHU Press. ISBN 978-0-8018-9121-2.

FAO Species Fact Sheets, (2004). <http://www.fao.org/fishery/species/2748/en>, revisado 15 de Junio de 2021.

Fonseca, M. (2012). Dibujo científico, un testigo de la biodiversidad. Revista Virtual: Semanario universidad. Recuperado de: http://semanariouniversidad.ucr.cr/suplementos/crisol/dibujo-cientifico-un-testigode-la-biodiversidad_

Frazier, J. (1999). Generalidades de la historia de vida de las tortugas marinas. Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe—Um Diálogo para el Manejo Regional Efectivo, 3-16.

Frick, M.G., Williams, K.L., y Robinson M. (1996). Epibionts associated with nesting loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in Georgia, USA. Herp. Rev. 29: 211-214.

Gaona, O. y Barragán, A. (2016). Las tortugas marinas en México: Logros y perspectivas para su conservación. Soluciones Ambientales ITZENI (Ed.) Ciudad de México. 240 pp.

Gardner S.C., Nichols W.J., (2001). Assessment of sea turtle mortality rates in the Bahía Magdalena region, Baja California Sur, Mexico. *Chelonian Conserv Biol* 4, 197–199.

Gardner S.C. Fitzgerald S.L., Vargas B.A., Méndez L., (2006). Heavy metal accumulation in four species of sea turtles from the Baja California peninsula, Mexico. *Bio-Metals* 19:91-99.

Garduño Andrade, M., (2000). Dinámica poblacional de la tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*) en su área de forraje. Río Lagartos, Yucatán. Pronatura Península de Yucatán AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L269. México D. F.

Gilbert, I.S. Infante, M. O. y Narro, E. I. (2010). La Riqueza Natural de México y sus especies en riesgo. Dimensión Natural- CONANP. México. 287 pp.

Gibert-Isern, S. y O. Gaona. (2014). Programa de Conservación de Especies en Riesgo. Un llamado a la conservación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (1ra Ed.) México. 124 pp.

Graham, S. C. (2009). Analysis of the foraging ecology of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) on Hawai'i Island: an investigation utilizing satellite tracking and stable isotopes. Tesis de Maestría. Faculty of the Department of Tropical Conservation Biology and Environmental Science, University of Hawai'i at Hilo. 31 pp.

Guzmán-H. V., González-G. B.I., García A. P.A., Villalobos S. M., Cuevas-F. E., García-C., G., y P. Huerta-R. (1973). Identificación de zonas críticas de anidación de tortugas marinas en la costa de Campeche, México: Compendio cartográfico.. 47 pp.

Guzmán- Hernández, V. Cuevas, E., Abreu-Grobois, F. A., , Liceaga-Correa M. A. y R. P. van Dam. (2008). Post-nesting migratory movements of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) around the Yucatan Peninsula, Mexico. *Endangered Species Research*, doi: 10.3354/ esr0012.

Guzmán-Hernández, V., Cuevas-Flores, E. García-Alvarado, P. y T. González-Ruíz (2015). Biological monitoring of sea turtles on nesting beaches: Datasets and basic

evaluations En: M. M. Lara-Uc, J. M. Rodríguez-Baro y R. Riosmena-Rodríguez (Editores). Successful conservation strategies for sea turtles.

Hamann, M., M. Godfrey, J. Seminoff, K. Arthur., Barata PCR, et al. (2010) Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endangered Species Research* 11: 245–269.

Hatase H, Matsuzawa Y, Sato K, Bando T, Goto K, (2004). Remigration and growth of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) nesting on Senri Beach in Minabe, Japan: life-history polymorphism in a sea turtle population. *Marine Biology* 144:807-811.

Hirth, H., Ogren, L. (1987). Some aspects of the ecology of the leatherback turtle *Dermochelys coriacea* at Laguna Jalova, Costa Rica. Pp. 1-13. U.S Department of commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA.

Hirth, H. F. (1997). Synopsis of the biological data on the green turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758. U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service; Washington, D. C Biological Report 97 (1) v + 120 pp.

Howell E.A., Dutton P.H., Polovina J.J., Bailey H. Parker D.M., Balazs G.H. (2010). Oceanography influences the dive behavior of juvenile loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in the North Pacific Ocean. *Marine Biology* 157(5):1011- 1026.

IUCN. (2020). IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020. www.iucnredlist.org.

Kamezaki N., Matsuzawa Y., Abe O., et al. (2003). Loggerhead turtles nesting in Japan In: Bolten, A.B., Witherington, B. (Eds.), *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Books, Washington DC, pp. 210–218, 352 pp.

Koch V., Nichols W.J., Peckham H. & V. de la Toba, (2006). Estimates of sea turtle mortality from poaching and bycatch in Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Biological Conservation* 128(3): 327– 334

Lazell, J. D. Jr. (1980). New England waters: critical habitat for marine turtles. *Copeia*.1980: 290-295.

León, Y. y Bjorndal, K. (2002). Selective feeding in the hawksbill turtle, an important predator in coral reef ecosystems. *Marine Ecology and Progress Series*, 245, 249 – 258.

Lutz, P. y B. Bentley. 1985. Physiology of Diving in the Sea Turtle. *Copeia*,. 1985(3): p. 671-679.

Mancini A. & Koch V., (2009). Endangered species or local delicacy? Sea turtle consumption and black market trade in Baja California Sur, Mexico. *Endangered Species Research* 7:1-10.

Marco, A., Patino-Martínez, J., Ikarán, M., Quiñones, M. L. (2009). Tortuga laúd – *Dermochelys coriacea*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Marco, A., J. Tomás, O. Revuelta y L. F. López-Jurado. (2014). *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766). *Fauna Ibérica*, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 10: 1367 pp.

Marco, A., Carreras, C., Abella, E. (2015). Tortuga boba – *Caretta caretta*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

Márquez, M. R. (1990). *Sea Turtles of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of Sea Turtle Species Known to Date*. *FAO Species Catalogue, FAO Fisheries Synopsis* 11(125).

Márquez, R. (1996). *Las tortugas marinas y nuestro tiempo. La Ciencia /144 desde México*. Fondo de Cultura Económica, México, D. F. Impreso en México, 197 pp

Márquez, R. y V. Guzmán. (2008). Registros de la captura comercial de la tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*) en el Golfo de México y la Península de Yucatán entre 1953 y 1989. En: Guzmán, V., Cuevas, F. E., F. A. Abreu-G., González-G. B., García,

A. P., y Huerta, R. P. Resultados de la reunión del grupo de trabajo de la tortuga de carey en el Atlántico mexicano. Memorias.

Matsuzawa, Y., Sato, K., Sakamoto, W. Y K. A. Bjorndal. (2002). Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan. *Marine Biology*, 140: 639 – 646.

Monzón-Arguello, C., Tomás, J., Naro-Maciel, E., Marco, A. (2011). Tortuga verde – *Chelonia mydas*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>

Mortimer, J. (1981). Feeding ecology of sea turtles. En: Bjorndal, K. (Ed) *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Inst. Press. Washington, DC. 103-109

Nichols, W.J., A. Resendiz, J. Seminoff y B. Resendiz (2000). Transpacific migration of a loggerhead turtle monitored by satellite telemetry. *Bulletin of Marine Science*, 67(3): 937–947.

Parker D.M., Cooke W.J., Balazs G.H. (2005). Diet of oceanic loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the central North Pacific. *Fish Bull* 103:142–152

Parque Nacional Arrecife Alacranes. (2011). Conservación y protección de la Tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Peckham S.H., Maldonado Diaz D., Tremblay Y., Ochoa R. and others (2011) Demographic implications of alternative foraging strategies in juvenile loggerhead turtles *Caretta caretta* of the North Pacific Ocean. *Mar Ecol Prog Ser* 425:269-280

Phelan, S. y L. Eckert. (2006). Procedimientos para Atender Traumas en Tortugas Marinas. Red de Conservación de Tortugas Marinas del Gran Caribe (WIDECAS) Informe Técnico No. 4. Beaufort, North Carolina USA. 71 pp.

Pritchard, P. C. H. (1971). The Leatherback o leathery turtle. UICN Monograph No. 1: Marin Turtle Series.

Pritchard, P. C. H. y P. Trebbau (1984). The turtles of Venezuela. Published by the Society for the Study of Amphibians and reptiles. VII, 403pp, 47 pls, 16 maps.

Quiñones, L., Patiño-Martínez, J., Marco, A. (2007). Factores que influyen en la puesta y el éxito de la eclosión de la Tortuga Laúd, *Dermochelys coriacea*, en La Playona, Chocó, Colombia. Rev. Esp. Herpetol., 21: 5-17.

Rincon-Diaz, M. C. Rodríguez-Zárate, (2003). Caracterización de playas de anidación y zonas de alimentación de tortugas marinas en el archipiélago de islas San Bernardo, Caribe Colombiano. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. 51-63.

Rueda, J. (2001). Programa nacional para la conservación de las tortugas marinas y continentales de Colombia (Propuesta para concertar plan estratégico para la recuperación de las especies Colombianas de fauna silvestre amenazadas y en vías de extinción). Ministerio del Medio Ambiente-Corpoguajira. Dirección General de Ecosistemas. Bogotá. 63 p.

Sarti, M. L., Flores, O. L., Aguayo, L. A. (1994). Evidence of predation of killer whale (*Orcinus orca*) on a leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) in Michoacan, Mexico. Revista de Investigaciones Ciencias, 2(Esp. Somenna 2), 23- 26 Ciencias, 2(Esp. Somenna 2), 23-26.

Sarti, L. (2000). *Dermochelys coriacea*. En:IUCN 2003. 2003 IUCN Red List of Threatened Species. www.redlist.org

Sarti, L., A.R. Barragán, D. García, N. García, P. Huerta y F. Vargas (2007). Conservation and biology of the leatherback turtle in the Mexican Pacific. Chel. Conserv. Biol. 6(1): 70-78.

Sea turtle Conservancy. (2015). Tortuga cabezona *Caretta caretta*. tomado de: www.conserveturtles.org

Seminoff, A., A. Reséndiz, B. Reséndiz, A. Wallace, J. Nichols y T. Todd. (2008). "Tortugas Marinas". En Bahía de los Ángeles: recursos naturales y comunidad. Línea Base 2007, editado por Gustavo Danemann y Exequiel Ezcurra, 457-494. México: Instituto Nacional de Ecología.

Shillinger; A. M. Swithenbank; B. A. Block; J. R. Spotila; J. A. Musick; F. V. Paladino (2008). An oceanographic context for the foraging ecology of eastern pacific leatherback turtles: consequences of ENSO. *Deep-SeaResearch I* 55. 646-660.

Spotila, R. (2004). *Sea Turtles: a complete guide to their biology, behavior and conservation*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press and Oakwood Arts.

Tse-Lynn, L. y J. R. Pawlik. (2014). Chemical defenses and resource trade-offs structure sponge communities on Caribbean coral reefs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 11: 4151 – 4156.

van Dam, R. P. (1997). *Ecology of Hawksbill turtles on feeding grounds at Mona and Monito Islands, Puerto Rico*. Doctor grade thesis. Universidad de Amsterdam. 118p.

Vernon, W. (2009). *A Maritime History of Baja California*. San Diego: Viejo Press/Maritime Museum of San Diego.

Wallace B.P., DiMatteo A.D., Hurley B.J., Finkbeiner E.M., Bolten A.B., Chaloupka M.Y., et al. (2010). Regional Management Units for Marine Turtles: A Novel Framework for Prioritizing Conservation and Research across Multiple Scales. *PLoS ONE* 5(12)

Wallace, B. P., Sotherland, P. R., Tomillo, P. S., Bouchard, S. S., Reina, R. D., Spotila, J. R., Paladino, F. V. (2006). Egg components, egg size, and hatchling size in leatherback turtles. *Comp. Biochem. Physiol. A-Mol. Integr. Physiol.*, 145: 524-532.

Wallace, B.P., Tiwari, M. & Girondot, M. (2013). *Dermochelys coriacea*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 29 April 2015.

Watson, K. P. y R. A. Granger. 1998. Hydrodynamic effect of a satellite transmitter on a juvenile green turtle (*Chelonia mydas*). *Journal of Experimental Biology*. 201: 2497-2505

Wingfield D.K., Peckham S.H., Foley D.G., Palacios D.M., Lavaniegos B.E., et al., (2011). The Making of a Productivity Hotspot in the Coastal Ocean. *PLoS ONE* 6(11): e27874. doi:10.1371/ journal.pone.0027874

Wyneken, J. 1997. Sea turtle locomotion: Mechanisms, behavior and energetics. In: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, New York; New York. pp. 165-198.

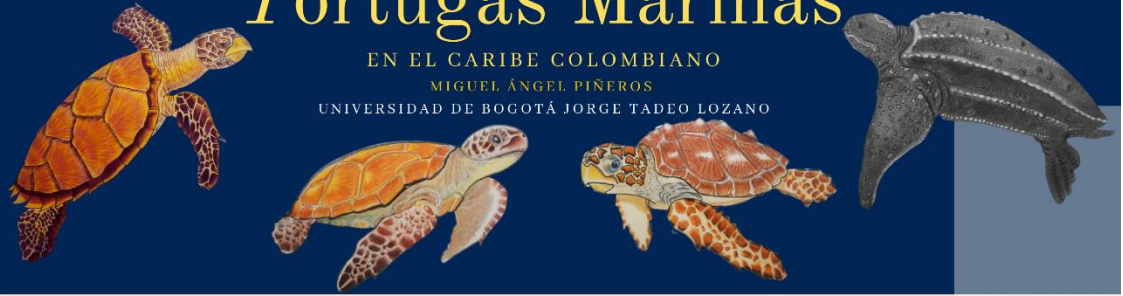
Wyneken, J. (2004). *La Anatomía de las Tortugas Marinas*. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470, 172 pp. [Versión en español de Wyneken, J. 2001. *The Anatomy of Sea Turtles*. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC, 172 pp.

ANEXOS

Anexo A: infografías de las temáticas abordadas en el presente trabajo acerca de las tortugas marinas que circundan el Caribe colombiano.

Tortugas Marinas

EN EL CARIBE COLOMBIANO
MIGUEL ÁNGEL PIÑEROS
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO



EN EL CARIBE COLOMBIANO TENEMOS LA PRESENCIA DE 4 ESPECIES DE TORTUGAS MARINAS



Tortuga Laúd

Dermochelys coriacea



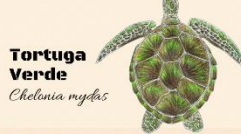
Tortuga Carey

Eretmochelys imbricata



Tortuga Caguama

Caretta caretta

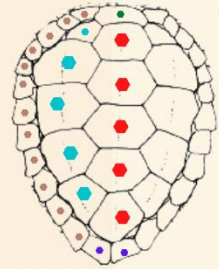


Tortuga Verde

Chelonia mydas

ESCUDOS DEL CAPARAZÓN

Vertebrales
Marginales
Nucal
Supra-caudal
Costales



PUEDEN PRESENTAR ESTILOS DE VIDA PELÁGICOS O COSTEROS SEGUN LA ETAPA DE SU VIDA



Oceánica



Costera

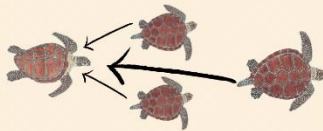
PIRÁMIDE DE SUPERVIVENCIA

Se estima que de cada 1.000 huevos desovados, solamente uno logrará llegar a la edad adulta y reproducirse.

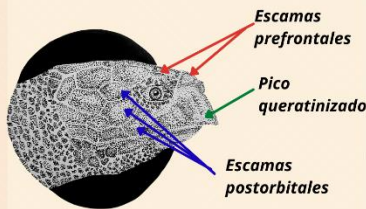


LA POLIANDRÍA

ES UN COMORTAMIENTO COMÚN EN LAS TORTUGAS MARINAS EN LAS QUE UNA HEMBRA PUEDE SER FECUNDADA POR DIFERENTES MACHOS DURANTE UN PERIODO REPRODUCTIVO AUMENTANDO ASÍ EL ÉXITO EN LA FECUNDACIÓN Y LA VARIABILIDAD GENÉTICA



ESCAMAS DE LA CABEZA

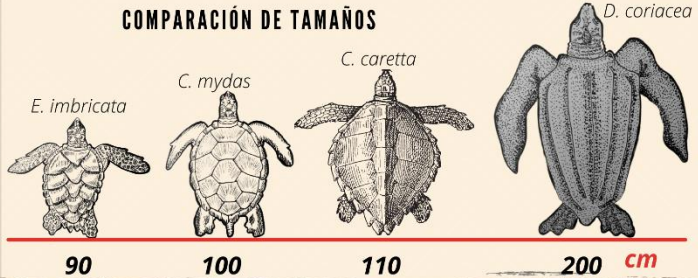


Escamas prefrontales

Pico queratinizado

Escamas postorbitales

COMPARACIÓN DE TAMAÑOS



90

100

110

200 **cm**



ProCTMM

Realizado como trabajo de grado de pasantía en ilustración científica para la obtención del título de Biólogo Marino.

Morfología



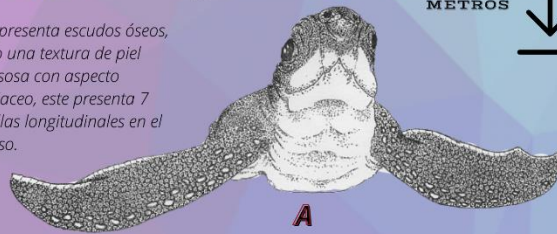
La laúd soporta temperaturas más frías que las otras especies de tortugas, de hasta 10°C por lo que está ampliamente distribuida casi en todo el mundo.

El mayor peso reportado para una tortuga Laúd ha sido de casi 1.000kg aunque su peso promedio puede estar entre 350 - 450 kg.

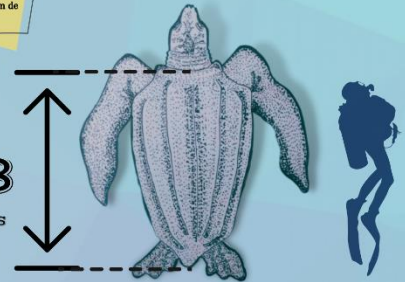
Su caparazón...



No presenta escudos óseos, sino una textura de piel grasosa con aspecto coriáceo, este presenta 7 quillas longitudinales en el dorso.



1.8
METROS



Longitud promedio del caparazón.

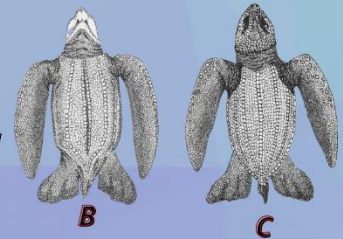
Fuertes púas...

Recubren su esófago y garganta para ayudar a retener el alimento, principalmente gelatinoso como medusas y calamares.

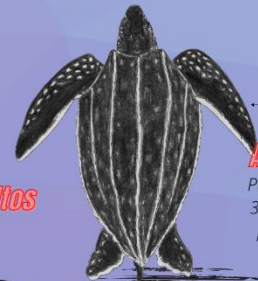


Comparación morfológica de neonato de tortuga laúd

- A: Vista frontal
- B: Vista ventral
- C: Vista dorsal



NEONATOS
Al nacer 40 g
Al año 5 kg.



Puede vivir más de 30 años y su peso promedio es de 400 kg.



ProCTMM

Realizado como trabajo de grado de pasantía en ilustración científica para la obtención del título de Biólogo Marino.



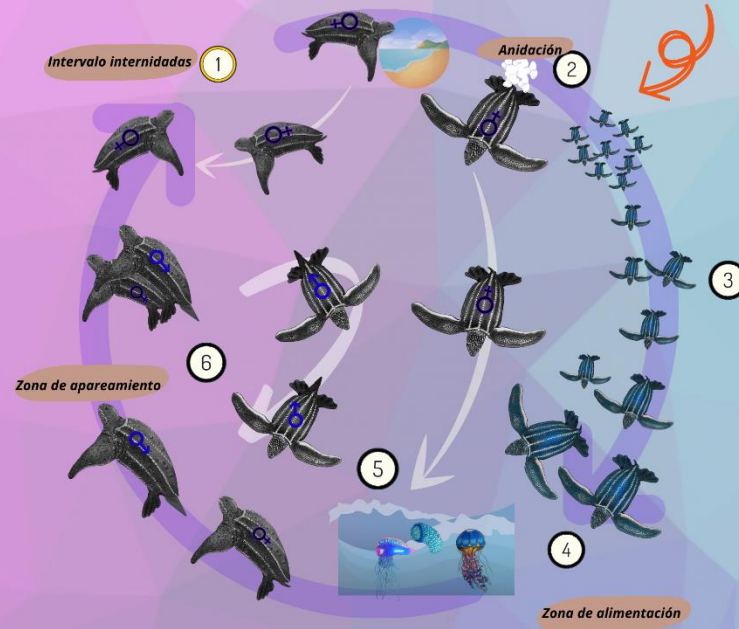
Dermochelys coriacea TORTUGA LAUD

MIGUEL ÁNGEL PIÑEROS
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO



Historia de vida

Ciclo de vida



Poseen una alta tasa de crecimiento, incluso obteniendo un aumento de hasta 10.000 veces su peso en una década. Durante este tiempo logran recorrer miles de kilómetros en el mar.

Las hembras adultas cada dos años aproximadamente realizan largas migraciones con fines reproductivos hacia la playa donde nacieron o cerca de ella. En estas playas dejan entre 5 a 8 nidos, separados por 10 días en promedio.

Los huevos se depositan bajo la arena con un promedio de 85 huevos en cada nido, con un éxito de nacimientos del 50%. La temperatura juega un papel importante en el desarrollo del embrión.

Los neonatos emergen después de un periodo entre 60 - 75 días durante la noche, emergiendo en sincronía y buscando aguas marinas que los dispersen.

Una vez llegan al mar, los juveniles y sub adultos se dirigen hacia las zonas de alimentación. Aunque se desconocen ciertos aspectos de este proceso, estarán allí hasta que adquieran su madurez.

Los adultos se alimentan de organismos gelatinosos en extensas áreas oceánicas, denominadas zonas de alimentación donde convergen, pre adultos, machos después del apareamiento y hembras después de anidar.

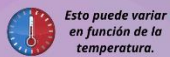
Durante el proceso de apareamiento los individuos adultos se reproducen cerca de las playas de anidación. Posteriormente, las hembras se dirigen a depositar los huevos y los machos se regresan a las zonas de alimentación o permanecen allí.



Las huellas...

De la tortuga laúd dejadas en la arena presentan un patrón simétrico cuando las aletas delanteras se articulan de manera sincrónica al moverse sobre la superficie, donde las marcas de cada aleta son un reflejo de la otra.

2m



Esto puede variar en función de la temperatura.

promedio de incubación
60 DÍAS



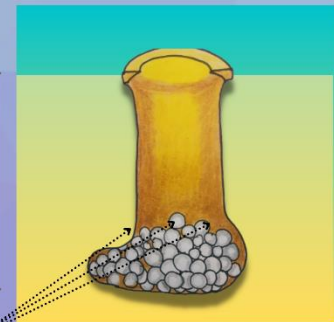
♂ < ♀ 31°C
♂ = ♀ 29,5°C
♂ > ♀ 28°C



70 Cm profundidad promedio

El promedio de huevos por nido es de 85.

Una característica única de esta especie es la puesta de "huevos falsos" sin embrión ni yema, que en realidad son sacos de albúmina más pequeños en la cima del nido. Aún se desconoce su función exacta, se cree que es una estrategia antidepredatoria o para evitar la pérdida de humedad en el nido.

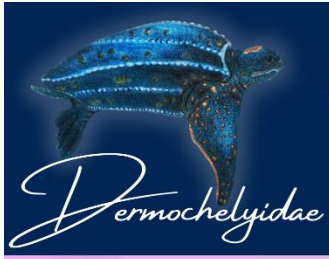


12% del peso de la nidada puede estar representado por los "huevos falsos".



ProCTMM

Realizado como trabajo de grado de pasantía en ilustración científica para la obtención del título de Biólogo Marino.



Dermochelys coriacea TORTUGA LAUD

MIGUEL ÁNGEL PIÑEROS
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO



Ecología

VU

VULNERABLE

UICN

CR PELIGRO CRÍTICO

Caza de adultos y muertes accidentales.

Contaminación marina.

PRINCIPALES AMENAZAS

Depredación natural y otras relaciones intraespecíficas como parasitismo.

Saqueo de nidos y pérdida de nidadas por inundaciones y altas temperaturas.

DISTRIBUCIÓN GLOBAL

(UICN, 2021)

La tortuga laúd presenta una amplia distribución en el Atlántico, Indo-Pacífico y algunas mares templadas. Pasa la mayor parte de su vida en aguas oceánicas, excepto en las temporadas de anidación. Desde su nacimiento tienen hábitos pelágicos a pesar de que se conoce poco de sus primeros años de vida.

MEDIDAS DE CONSERVACIÓN

Protección de playas y aumento de áreas protegidas costeras en presencia de zonas de anidación. Incentivar el cuidado y resguardo de los nidos.

Cooperación conjunta con pescadores y pesquerías. Aumento de la concientización del estado actual de las poblaciones de tortuga laúd y promover labores para su protección.

Aumento en el contenido de la información científica en aspectos enfocados a la divulgación de la protección y de temáticas aún desconocidas durante su historia de vida.

ALIMENTACIÓN

La tortuga laúd es considerada una especialista tope en el consumo de plancton gelatinoso como medusas, salpas, pirosonas y sifonóforos como *Physalia physalis*, teniendo que alimentarse con grandes cantidades debido a la baja calidad nutricional de este. Dicho alimento es retenido gracias a las fuertes púas ubicadas en la cavidad bucal.

Faringe Pirosona Salpas Medusas

BUCEO

Los individuos adultos pueden llegar a realizar inmersiones de más de 300 m de profundidad por un periodo de tiempo de hasta 40 minutos, llegando en algunos casos hasta los 1000 m. Estas inmersiones están relacionadas con la evasión de la depredación, la termorregulación y la búsqueda de alimento gelatinoso.

300 metros

DEPREDACIÓN

HUEVOS Y JUVENILES

Hormigas e insectos Cangrejos Peces carnívoros Gaviotas y aves marinas

ADULTOS

Tiburones Orcas

Las aletas presentan un sistema de intercambio de calor contra corriente con el exterior lo que le permite permanecer en aguas más frías que otras tortugas.

50

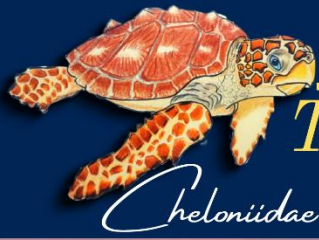
AÑOS

90%

DISMINUCIÓN EN LAS POBLACIONES



Realizado como trabajo de grado de pasantía en ilustración científica para la obtención del título de Biólogo Marino.



Caretta caretta

Tortuga Caguama

Cheloniidae

MIGUEL ÁNGEL PIÑEROS
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO



Morfología

El caparazón presenta coloraciones café-rojizas con proyecciones puntiagudas en los juveniles.

La cabeza presenta más de 1 par de escamas prefrontales, una forma grande triangular y más ancha que en otras especies de tortugas.

En el caparazón presenta 5 de escudos laterales a cada lado, 5 centrales y 12 - 13 pares de marginales.

El pico es ancho y robusto, formado de quitina lo que lo hace muy resistente, no presenta dientes pero puede contener bordes afilados.

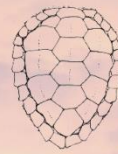
El plastrón presenta una coloración suave que puede ir de tonos amarillos, cremas e incluso blanquecinos.

Es la tortuga de caparazón duro más grande del mundo con una longitud del caparazón de más de 1 m y hasta 200 kg de peso.

Sus aletas anteriores son cortas aunque más gruesas que otras especies, presentando 2 uñas en cada aleta.



El peso promedio para un adulto se encuentra en 130 - 200 kg, aunque hay reportes históricos de individuos de hasta media tonelada de peso.



La talla máxima de la longitud recta del caparazón varía entre 95 - 110 cm aunque se reportan tallas históricas de hasta 213 cm.

Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 25 - 30 años.



Presentan una longevidad alta llegando a vivir entre

60-80
AÑOS

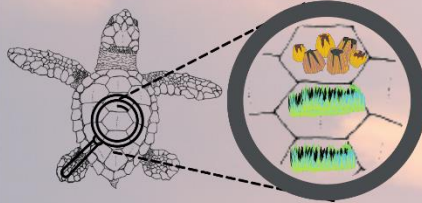


Al nacer en su morfología presentan

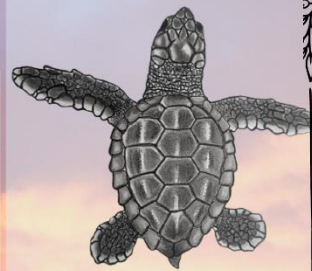
40 - 50 mm

15 - 25 g

30 - 40 mm



Es común encontrar organismos epibiontes en el caparazón de estas tortugas tales como cirripedios, algas o hasta gusanos tubícolas, lo que las convierte en agentes dispersores de organismos marinos.



Los neonatos presentan coloraciones grisáceas y oscuras a diferencia de la coloración típica de los juveniles y adultos, presentando las escamas vertebrales pronunciadas formando quillas o espinas que desaparecen al alcanzar la madurez sexual.

Entre uno y diez años de edad 1 - 25 kg

JUVENILES

Entre 10 y 30 años de edad 26 - 90 kg

Pre - adultos

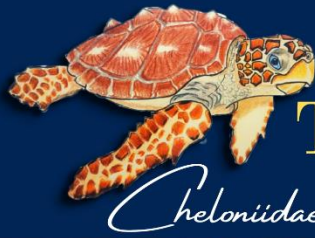
Adultos
Hasta 60 años de edad o más con un promedio de 120 kg

NEONATOS
Al nacer 20 g
Al año 1 kg.



ProCTMM

Realizado como trabajo de grado de pasantía en ilustración científica para la obtención del título de Biólogo Marino.



Caretta caretta

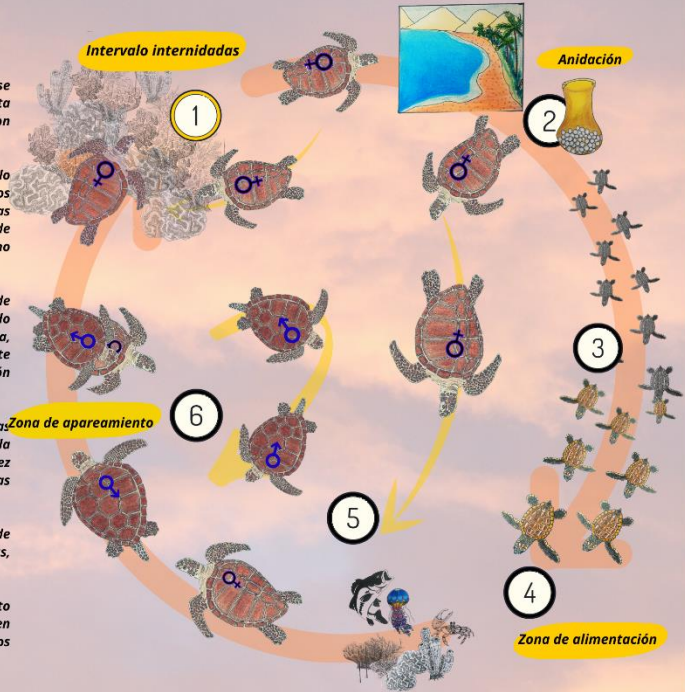
Tortuga Caguama



MIGUEL ÁNGEL PIÑEROS
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

Historia de Vida

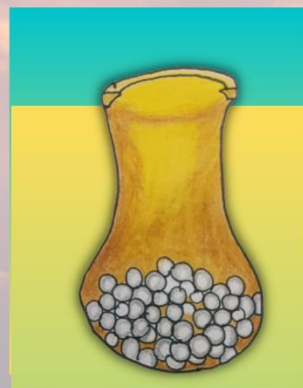
- 1 En un intervalo de 2 - 4 años, las hembras adultas se acercan a las playas, observando las condiciones de la esta donde anidarán, permaneciendo en zonas someras con barreras coralinas durante el periodo de interanidación.
- 2 Las hembras realizan entre 1 y 7 puestas con un intervalo de 1-2 semanas. El promedio de huevos es de 100 huevos por nido con un periodo de incubación de 55 días aproximadamente. Al terminar, se dirige a las zonas de alimentación donde esperará 2-3 años para el próximo ciclo reproductivo.
- 3 Los neonatos emergen por lo general durante la noche de manera sincronizada, y se dirigen hacia la orilla buscando el mar guiados por la luz de la luna reflejada en el agua, una vez ingresan, realizan un nado frenético durante horas para alejarse de la orilla e inician su alimentación oceánica.
- 4 Una vez alcanzan la talla de preadultos se dirigen hacia las zonas de alimentación ubicadas en áreas cercanas a la costa, donde se alimentan activamente hasta la madurez sexual, desplazándose posteriormente a zonas cálidas para el apareamiento.
- 5 Los adultos se alimentan en zonas arrecifales donde consumen gran variedad de invertebrados como medusas, crustáceos y moluscos así como de peces pequeños.
- 6 Los adultos se desplazan a las zonas de apareamiento para reproducirse, posteriormente las hembras se dirigen a las playas de anidación, mientras que los machos vuelven a las zonas de alimentación y no tocan tierra.



2-4 AÑOS

EL CICLO REPRODUCTIVO NO ES ANUAL, SINO QUE SE PRESENTA EN ESTE PERIODO DE TIEMPO.

Los rastros en la arena son de tipo asimétrico, alternando sus aletas posteriores, dejando el margen de la huella de manera ondulada, dejando un surco debido al arrastre de su cola, este rastro es generalmente recto y finaliza en el nido.



50 - 60 cm

De profundidad promedio del nido el cual tienen forma redondeada.

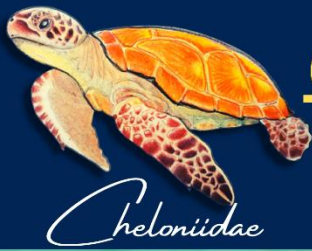
60-100

Huevos por nido con un peso de 40 g por huevo.



ProCTMM

Realizado como trabajo de grado de pasantía en ilustración científica para la obtención del título de Biólogo Marino.



Chelonia mydas Tortuga Verde



MIGUEL ÁNGEL PIÑEROS
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

Historia de Vida

1 En un intervalo de entre 2 - 4 años, las hembras adultas se acercan a las playas para desovar, en la misma playa en que nacieron o cercana a estas, buscando un terreno con pendiente pronunciada donde depositará sus huevos en diferentes nidos, con un periodo de 2 semanas de diferencia entre cada uno.

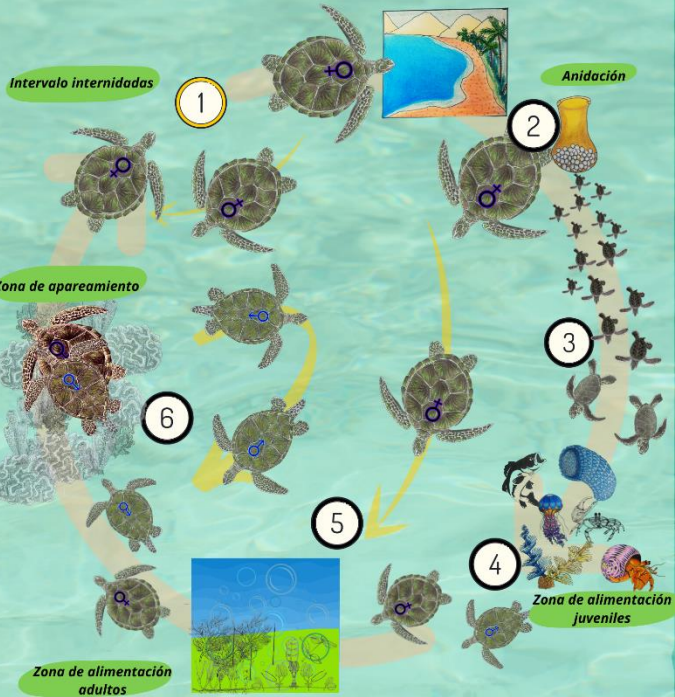
2 Depositán un promedio de 65 - 115 huevos por nido, tomándole hasta tres horas para culminar la anidación ya que es una de las tortugas que más dedica al camuflaje de los nidos, donde se espera un porcentaje de eclosión del 80%. Una vez la hembra ha puesto la totalidad de los huevos, regresará a las zonas de alimentación.

3 Una vez emergen los neonatos, luego de 45 - 75 días, se desplazan hacia el mar, donde pasarán sus primeros años de vida, con un comportamiento oceánico y una dieta omnívora.

4 Cuando los organismos maduran, su morfología bucal cambia junto con su dieta, la cual se vuelve principalmente herbívora, por lo que migran a zonas costeras poco profundas donde encuentran praderas de pastos y alimento vegetal.

5 Las zonas de alimentación de los adultos se encuentran cercanas a las costas, en praderas de pastos marinos y zonas de mangle, donde convergen machos y hembras luego de desovar, permaneciendo allí hasta el próximo periodo reproductivo.

6 Para la reproducción los adultos se trasladan a zonas cercanas poco profundas donde el macho monta la hembra sujetándola del cuello con la boca y con las uñas en sus aletas para realizar la cópula.



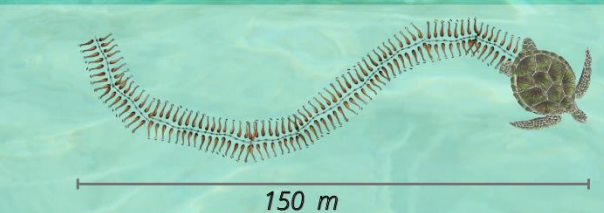
50 - 60 cm
De profundidad promedio del nido el cual tienen forma redondeada.
65 - 115
HUEVOS POR NIDO CON UN PESO DE 30 GRAMOS POR HUEVO.

LA PROPORCIÓN SEXUAL ESTÁ DETERMINADA POR LA TEMPERATURA

28.6 °C	♂ 50% - ♀ 50%
- 28.6 °C	♂ > ♀
+ 28.6 °C	♂ < ♀

TEMPERATURA MORTAL
24 °C O MENOS
34 °C O MÁS.

El rastro es simétrico, de corte profundo marcado por las aletas anteriores que se desplazan de manera paralela, dejando un surco central debido al trazo de la cola.

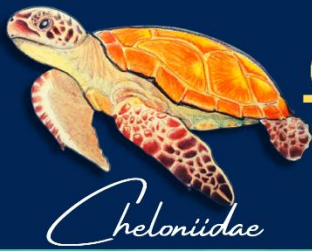


Las tortugas verdes pueden recorrer cientos de metros buscando el lugar para realizar su nido, por lo general no lo hacen al primer intento.



ProCTMM

Realizado como trabajo de grado de pasantía en ilustración científica para la obtención del título de Biólogo Marino.



Chelonia mydas Tortuga Verde

MIGUEL ÁNGEL PIÑEROS
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

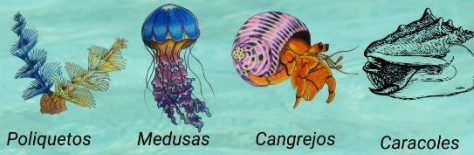


Ecología

ALIMENTACIÓN

Los neonatos presentan una dieta omnívora pelágica, la cual al llegar a la madurez se transforma en una dieta herbívora debido a la modificación de la estructura bucal especializada para forrajear.

NEONATOS Y JUVENILES



Poliquetos

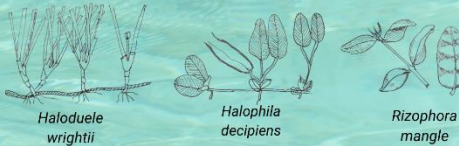
Medusas

Cangrejos

Caracoles

ADULTOS

Pastos marinos y vegetación de mangle.



Halodule wrightii

Halophila decipiens

Rizophora mangle

DEPREDADORES



Tiburón tigre

Orca

Peces carnívoros

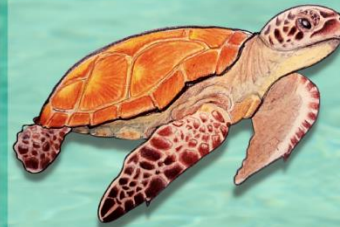
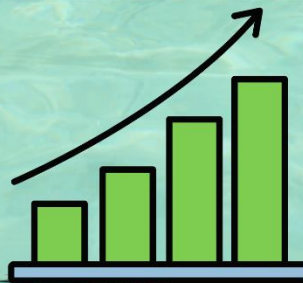
Cangrejos

Aves marinas

Serpientes marinas

CONSERVACIÓN

Gracias a los esfuerzos de conservación de la tortuga verde por varios países, y a las alianzas internacionales debido a la naturaleza migratoria de esta especie, las poblaciones de tortuga verde en los principales sitios de anidación han ido en aumento.



EN

EN PELIGRO

UICN



Caza objetiva a adultos para consumo y venta de su carne.



Contaminación marina y pérdida del hábitat.

PRINCIPALES AMENAZAS



Virus y enfermedades naturales afectan a esta especie.



La captura incidental y la pesca de arrastre y palangre.

DISTRIBUCIÓN



(UICN, 2021)

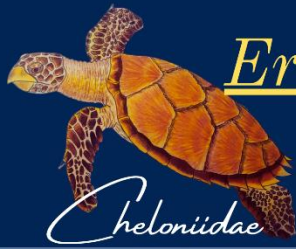
Presenta una amplia distribución a nivel global, llegando a mares y océanos de hasta 40° N y 40° S, entre los que se encuentran el océano Atlántico, Pacífico, e Índico, así como el mar Caribe, el mar Mediterráneo y el golfo de México.

Las tortugas verdes se valen principalmente de su visión para encontrar alimento y comunicarse sin embargo también pueden guiarse de la fuerza y dirección de las olas para la orientación y navegación bajo el agua.



ProCTMM

Realizado como trabajo de grado de pasantía en ilustración científica para la obtención del título de Biólogo Marino.



Eretmochelys imbricata

Tortuga Carey

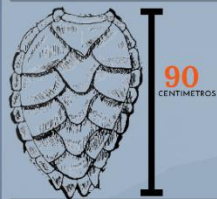
MIGUEL ÁNGEL PINEROS
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO



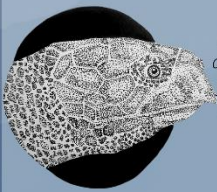
Morfología



El peso promedio para un adulto de carey se encuentra entre 50 - 80 kg de peso aunque el máximo peso reportado ha sido de 127 kg.

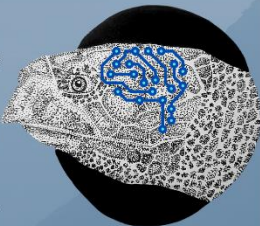


La talla media de la longitud curva del caparazón se encuentra entre 60 - 90 cm. Alcanzan la madurez sexual en una talla superior a los 70 cm del caparazón.



Presenta un pico estrecho, alargado, puntiagudo y con forma de gancho, similar a la de un halcón, de ahí su nombre en inglés "Hawksbill".

El cerebro de las tortugas marinas presenta partículas de magnetita (metal magnético), el cuál se cree que ayuda en la orientación espacial gracias al campo magnético de la tierra.



Escudos del caparazón superpuestos con colores jaspeados claros y negros.

Presenta 4 escudos costales y 5 escudos centrales con aproximadamente 13 escamas marginales.

Con una cabeza de tamaño medio y alargada lateralmente.

En su cabeza se presentan 2 pares de escamas prefrontales y 3 escamas post-orbitales.

El caparazón es elíptico con coloraciones manchadas que le ayudan a camuflarse en zonas de arrecife donde habitan.

Los últimos dos pares de escudos marginales son bastante pronunciados y proyectados lo que es un carácter de identificación.

Tiene unas aletas fuertes con dos uñas en cada una de las aletas anteriores.

Presenta un pico bastante curvo y fuerte que se asemeja a aves rapaces.

El dimorfismo sexual es únicamente visible en adultos, las hembras presenta una coloración menos intensa que los machos y una cola corta sin mayor desarrollo de las uñas de las aletas anteriores.



Los machos presentan una cola larga y gruesa que se extiende más allá del margen posterior del caparazón, además de las uñas más desarrolladas para sujetar a la hembra durante la cópula.



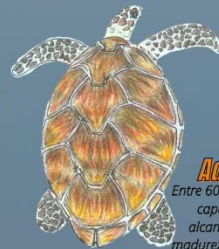
NEONATOS
longitud de 3-5 cm y peso de 25 g.



Entre uno y quince años de edad
15 - 30cm.
JUVENILES



Entre 20 y 40 años de edad
30 - 60 cm.
Pre - adultos

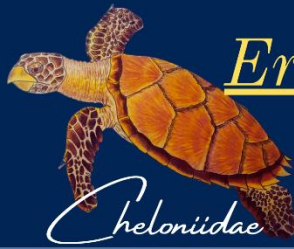


Adultos
Entre 60 - 90 cm del caparazón, alcanzando la madurez sexual a la 60 cm en promedio.



ProCTMM

Realizado como trabajo de grado de pasantía en ilustración científica para la obtención del título de Biólogo Marino.



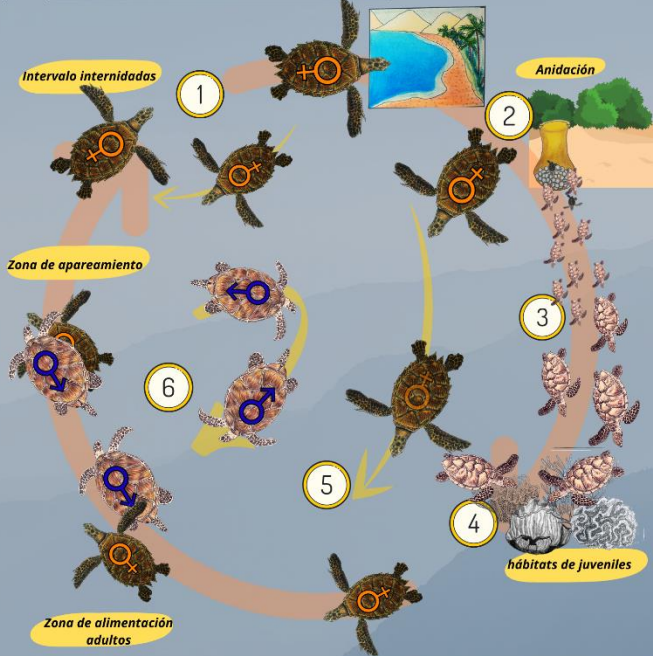
Eretmochelys imbricata

Tortuga Carey

MIGUEL ÁNGEL PINEROS
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO



Historia de Vida



1 El ciclo de vida inicia con el desplazamiento de las hembras hacia las playas de anidación donde posiblemente ellas ecllosionaron, eligiendo la zona con mecanismos sensitivos y conductuales, allí anidaran varias veces en intervalos de 15 días en los que van de la playa al mar.

2 La hembra prefiere anidar en zonas con vegetación posiblemente como protección extra para la nidada, colocando de 2 - 5 nidadas en cada periodo reproductivo y con un intervalo de 3 a 5 años entre temporadas. Colocan en promedio 150 huevos por nido aunque puede superar los 200.

3 Una vez se da la ecllosión, le puede tardar varios días a los neonatos salir del nido, generalmente de noche para evitar depredadores, dirigiéndose con frenesi hacia el mar para alejarse de la costa, una vez ingresan al agua continúan nadando en línea recta durante varios días posiblemente guiadas por el campo magnético de la tierra.

4 Los juveniles pasan varios años en altamar dispersos en aguas abiertas y giros oceánicos, hasta que alcanzan 20 cm de longitud del caparazón, para posteriormente desplazarse a ambientes arrecifales denominados "zonas de cría" donde residen y encuentran alimento y refugio.

5 Tras alcanzar la madurez sexual las tortugas se desplazan de las zonas de cría hacia las zonas de apareamiento donde muchas veces esto supone viajes de miles de kilómetros en determinada dirección donde convergen machos y hembras.

6 El macho aprovecha el desarrollo de las niñas en sus aletas para sujetar a las hembras durante la cópula, un macho puede fecundar a varias hembras, así mismo una hembra puede ser fecundada por varios machos. Posterior a la cópula las hembras se desplazan a las playas de anidación.



45 - 55 cm

de profundidad del nido, el cual presenta una forma general redondeada.

140 huevos

En promedio presenta cada nidada aunque se pueden dar casos de hasta 250.

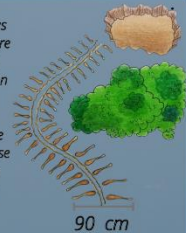
La ecllosión está determinada por la temperatura y varía entre 7 y 10 semanas.

28.6 °C ♀ = ♂

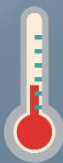
↑ 29 °C = ♀ > ♂

↓ 29 °C = ♂ > ♀

Por lo general las tortugas carey prefieren anidar entre la vegetación terrestre o debajo de esta, dejando en la arena un rastro asimétrico debido al movimiento alterado de sus aletas para desplazarse e imprimiendo un doble surco con sus escudos supracaudales.



90 cm



TEMPERATURA



HUMEDAD



VEGETACIÓN



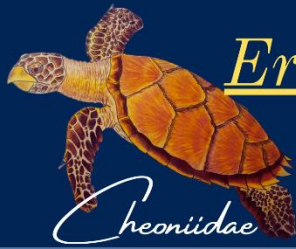
TAMAÑO DE GRANO

Estos son factores clave en la selección de la playa de anidación por parte de las tortugas carey, por lo que pueden pasar varios días observando las playas en busca de las mejores condiciones.



ProCTMM

Realizado como trabajo de grado de pasantía en ilustración científica para la obtención del título de Biólogo Marino.



Eretmochelys imbricata

Tortuga Carey



MIGUEL ÁNGEL PINEROS
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

Ecología

ALIMENTACIÓN (Carnívora-esponjívora)*

Espojas



Algas

Corales

*La alimentación de esponjas por parte de la carey es única entre las tortugas marinas, consumiendo sustancias nocivas y espículas vítreas de estos grupos. Debido a esto, su carne no se considera apta para consumo humano.

NEONATOS Y JUVENILES

Dieta pelágica

Tunicados



Cnidarios



Moluscos



Pirosomas

Crustáceos

DEPREDADORES DE NEONATOS



DEPREDADORES DE ADULTOS

Tiburón tigre



Peces pelágicos



Orcas

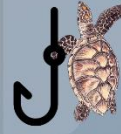


CR

PELIGRO
CRÍTICO
UICN



La contaminación marina.



La pesca dirigida o incidental.

PRINCIPALES AMENAZAS



El uso de su caparazón para productos artesanales y demás objetos de "Carey".



Los accidentes con embarcaciones.

DISTRIBUCIÓN



(UICN, 2021)

Es una especie circuntropical que habita zonas arrecifales costeras y bahías, así como estuarios de los océanos Pacífico, Atlántico e Índico. Siendo esta posiblemente la tortuga más tropical.

CONSERVACIÓN

Debido a que la mayoría de las poblaciones de tortuga carey muestran descensos en sus números, han sido reducidas o son remanentes de poblaciones anteriormente sanas, esta especie se encuentra en el mayor grado de amenaza según la UICN y en el apéndice I de la CITES.

"En varias zonas del Caribe se han registrado disminución en las poblaciones hasta en un 80% en menos de 50 años"



50

AÑOS

80%

DISMINUCIÓN EN LAS POBLACIONES.



ProCTMM

Realizado como trabajo de grado de pasantía en ilustración científica para la obtención del título de Biólogo Marino.