Monitoreo comunitario del desove de tortugas marinas en Barra de Parismina

Renato Saragoça Bruno

Y

Gustavo Adolfo Ortiz López

Reporte sometido para SINAC - ACLAC

ASTOP, Barra de Parismina, Limón, Costa Rica

Periodo de ejecución: 01/01/2023 al 31/12/2023

Tabla de contenido

ASTOP ..... **Error! Bookmark not defined.**

Monitoreo del desove de tortugas marinas en la Playa Parismina limite norte ACLAC ..... **Error! Bookmark not defined.**

2023 ..... **Error! Bookmark not defined.**

Introducción: 4

Objetivos generales 4

Objetivos específicos 4

Duración 5

Metodología 5

Área de estudio *5*

División de la playa *5*

Patrullas nocturnas *5*

Encuentro con tortugas 5

Marcaje individual 6

Verdes y Careys 6

Baulas 6

Toma de datos biométricos 6

Verdes y Careys 6

Baulas 6

Marcaje de nidos 7

Reubicación de nidos 7

Vivero *8*

Censo de rastros *8*

Exhumación de nidos 8

Resultados: 10

Patrullas nocturnas: *10*

Encuentros con tortugas 10

Tortuga baula: 10

Tortuga verde: 10

Tortuga Carey: 11

Zonas de anidación: 11

Reubicación de nidos: 11

Censo de rastros: *12*

Exhumación de nidos: 13
Tortuga baula: 13
Tortuga Verde: 13
Tortuga Carey: 14
Conclusiones: 14

Introducción:

Las tortugas marinas presentan ciclos de vida extremadamente complejos con migraciones de largas distancias en diferentes fases del desarrollo[1,2]. De manera general, cuando eclosionan de sus huevos siguen para la zona del sargazo donde encuentran alimento y protección por los primeros años de vida[3]. De ahí siguen para sus campos de forrajeo de juveniles donde permanecen el tiempo necesario para que se tornen adultos. Generalmente el campo de forrajeo de los juveniles es diferente de los adultos, pero muchos de esos patrones son específicos para cada especie[2].

Las zonas de reproducción son visitadas solamente por individuos adultos que migran a tales áreas con la finalidad de producir crías [1,2]. El apareamiento ocurre adentro del agua, pero, como otros reptiles acuáticos, las tortugas marinas emergen del agua para depositar huevos en la arena, donde los huevos son incubados por el calor del sol [4,5]. Durante esa parte del ciclo de vida, las tortugas se acercan a la costa y se tornan parte más activa de la vida de comunidades costeras que han utilizado sus huevos y carne históricamente para el consumo[3].

En el área del Parque Nacional Tortuguero, donde se monitorea la actividad de anidación de tortugas marinas desde los años 50[3], anidan 4 de las 7 especies de tortugas marinas vivientes[6]. En orden de importancia son: tortugas Verde (*Chelonia mydas*), Baulas (*Dermochelys coriacea*), Careys (*Eretmochelys imbricata*) y Cabezonas (*Caretta caretta*). Esta es la población más importante de tortugas Verde del océano Atlántico (quizás del mundo) con más de 100 mil nidos registrados anualmente[7]. Sin embargo, se sugiere que la población de tortugas Verde en el Caribe solo representa 3% de los números históricos y el entendimiento y manejo apropiado de la biología reproductiva de esos animales es crucial para la conservación[8].

El monitoreo de la actividad de desove de tortugas marinas en playa aporta para la conservación y para el manejo de áreas naturales que abrigan esos reptiles[9]. Primeramente, el estudio de esa fase del ciclo de vida de las tortugas genera conocimiento acerca de los patrones y amenazas presentadas al éxito reproductivo de esos reptiles que sirven para guiar estrategias que aseguran la conservación de ese recurso. Adicionalmente, la presencia de investigadores en playas de desove y zonas de apareamiento de tortugas marina, disminuyen el saqueo de huevos y tortugas[9]. Finalmente, el monitoreo de playa de desove de tortugas marinas trae consigo un componente socioambiental de extremada importancia: una fuente de entrada alternativa para que las comunidades locales puedan explotar el recurso sosteniblemente[10].

El PNT es referencia mundial y el sitio más antiguo de investigación y conservación de tortugas marinas en el mundo[11]. Desde su creación en 1975, el parque ha crecido y abarca la protección de una grande cantidad de especies de incalculable valor para el futuro de la humanidad. Aunque adentro del parque nacional la situación del saqueo de huevos y tortugas este controlada, en la franja sur, el saqueo aún existe en zonas adyacentes al Parque y las iniciativas similares a la de la Sea Turtle Conservancy (STC)[6] pueden ser empleadas para ayudar a proteger las tortugas que escogen esa área para desovar.

Objetivos generales

El presente proyecto contribuirá para la generación de información básica acerca de la playa de desove ubicada en la zona costera norte de ACLAC, en el poblado de barra de Parismina. Esta será información preliminar que guiarán la decisión conjunta (con los órganos ambientales responsables) de estrategias de conservación más adecuadas para esta área.

Objetivos específicos

El objetivo principal de ese proyecto es determinar cuántas tortugas de cada especie salen a desovar en el trecho de playa no monitoreada entre Parismina y Laguna de Perla. Adicionalmente, se establecerá cuantos nidos son depositados de cada especie de tortugas marinas en esa zona y cuál es la producción de tortuguitas

que se obtiene. Finalmente, se obtendrá datos de las principales amenazas al éxito reproductivo de las tortugas anidando en esa zona.

Duración

El objetivo es que sea un estudio de larga duración, pero la porción referente a ese permiso se llevó a cabo entre el 1 de marzo del 2023 y el 1 de marzo del 2024.

Metodología

Área de estudio

Este estudio se enfocó en el trecho de playa delimitado por las bocanas de los ríos Parismina al norte (10°19'21"N 83°21'21.3"W) y la Laguna de Perla (10°17'06.9"N 83°19'53.8"W) al sur. La playa en esa zona tiene aproximadamente 6 km de extensión.

División de la playa

Para mejor comprensión de la distribución espacial de la actividad d anidación de tortugas marinas, se divide la playa en sectores decimales de 100 metros (ej. 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1)[6]. Para la división se utilizarán mojones de madera enterrados en la arena y pegados a la vegetación donde se pintará el número de dicho sector. Sectores serán marcados en orden crecente de la bocana de Parismina (Sector 0) hasta la Laguna de Perla (Sector 5.5).

Patrullas nocturnas

Durante las patrullas, equipos compuestos de investigadores y asistentes caminan la playa (entre Parismina y Laguna de Perla) por la noche, para recolectar datos de tortugas hembra durante el proceso de anidación. En las patrullas solo se utilizó luz trabajando con la tortuga y la luz será roja para disminuir el efecto visual que puede causar stress al animal[11]. La identificación de la especie se hace por la simetría y tamaño del rastro. La recolecta de datos incluirá el marcaje individual y toma de datos biométricos de las hembras después del proceso de ovoposición ser completado.

Encuentro con tortugas

Al encontrar con un rastro de tortuga, los investigadores siguen el rastro de subida hasta que puedan ver la tortuga. Una vez que la tortuga es avistada, el investigador se acercara a la tortuga por la parte trasera y manteniéndose afuera del campo de visión del animal para evitar causar stress[6]. Si la tortuga está saliendo del agua en el momento del encuentro, el equipo de investigadores se acerca al suelo y se queda inmóvil hasta que esté afuera del campo de visión del animal [1,6]. Para cada encuentro con tortugas en proceso de desove, se registró a lápiz en libros los siguientes datos:

- Fecha

- Sector

- Especie

- Identificación individual

- Posición del nido

    +Abierto – Open

    + Borde – Border

    + Vegetación – Vegetation

Marcaje individual

La primera parte del proceso (después de la ovoposición) de recolecta de datos de tortugas hembra anidando fue la identificación o marcaje individual. Empezando por la aleta derecha, un investigador chequea si la tortuga tiene placas en las aletas [1,6]. Si la tortuga tenía placas, los números se registran y se procede a la toma de datos biométricos. Sin embargo, si la tortuga no tenía placas, el investigador las aplicó según el siguiente método que varía por especie [1,6,12].

Verdes y Careys

Para el marcaje de tortugas Verde y Carey se utilizaron placas metálicas Inconel #681 y un alicate de tamaño correspondiente [1,6]. El sitio indicado para el marcaje es el epitelio poco vascularizado entre la primera escama de las aletas delanteras y el cuerpo del animal [13]. Sin embargo, si no es posible marcar en ese sitio, el segundo sitio indicado es en el epitelio entre la primera y segunda escama [6]. Si todavía no es posible marcar en la segunda opción, se coloca la placa justo en la primera escama de las aletas delanteras del animal.

Baulas

Como tortugas Baulas no tienen escamas, el marcaje se hizo con placas Monel #49 en el epitelio entre las aletas traseras y la cola [1,6] (Figura 1).

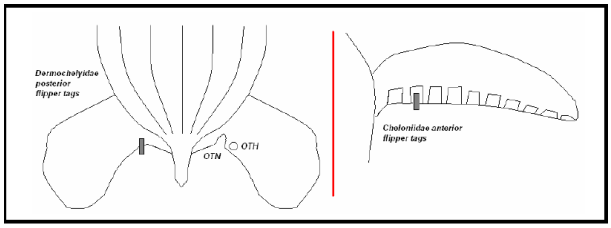

Figura 1: Sitios para el marcaje de tortugas marinas con placas metálicas.

Toma de datos biométricos

Igual que el proceso de marcaje, la toma de datos biométricos se llevó a cabo por personal previamente entrenado y ocurrió de manera distinta dependiendo de la especie encontrada. Usando una cinta métrica de 3 metros, se mide el largo (LCC) y el ancho curvo del caparazón (ACC) de todas las especies de tortugas encontradas [1,6,14].

Verdes y Careys

La toma de datos biométricos se inició después de la confirmación del marcaje individual. El primero dato para tomarse es el LCC, donde se midió la distancia entre el borde de la escama nucal y la parte interior de la repartición de la escama pre-caudal [1,6,14] (Figura 2, BII). El ACC se tomó entre las escamas marginales de un lado al otro en la parte más ancha del caparazón de la tortuga [1,6,14] (Figura 3).

Baulas

La medida del LCC en las Baulas se hizo por el lado derecho de la quilla central del animal [1,6]. El ACC de baulas se toma entre el tercer bulto de las quillas marginales de los dos lados del caparazón del animal [1,6,14] (Figura 2).

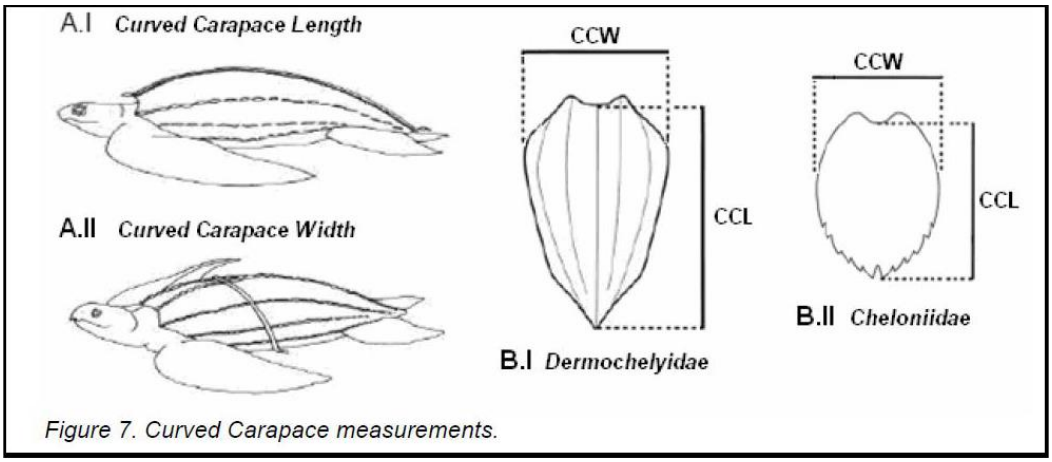

Figura 2: Medidas de LCC (CCL) y ACC (CCW) en tortugas de caparazón duro (Verdes y Careys) y en Baulas

Marcaje de nidos

Para analizar el éxito de eclosión y de emergencia de los nidos depositados en el área de estudio, se seccionará, entre las tortugas encontradas durante patrullas nocturnas, un máximo de 50 nidos cuya ubicación será determinada por el método de triangulación [1,6,14] (Figura 3).

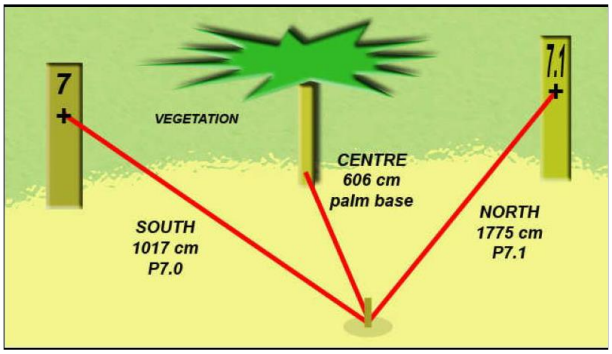

Figura 3: Triangulación de nidos para ubicación futura

En ese procedimiento, un investigador sujeta la cinta de medidas encima de la cámara de huevos durante la ovoposición y un segundo investigador mide la distancia del nido hasta cintas coloridas atadas a la vegetación. Posteriormente se encuentra la ubicación exacta del nido haciendo el proceso reverso [1,6,14].

Reubicación de nidos

Como parte de estrategias para la disminución del saqueo de nidos, se utilizó bolsas plásticas para reubicar 68 nidos de tortugas verdes encontrados por la noche. La hipótesis es que, sin el rastro de las tortugas para indicar la posición del nido, los saqueadores tendrán más dificultad en encontrar los huevos[1].

Para la reubicación, se puso la bolsa adentro de la cámara excavada por la tortuga en el momento de la ovoposición. Una vez que la tortuga termina de depositar huevos, se retiró la bolsa de la cámara y los huevos fueron reubicados[1]. En ningún caso se reubicaron nidos que pasaron más de 6 horas incubados en la arena [1,15].

La nueva cámara tiene la misma profundidad que la original y fue excavada de acuerdo con un fondo más ancho y un cuello que lleva a superficie. Los huevos son transferidos a una zona en la playa semejante a la original. Los huevos fueron manejados por investigadores usando guantes y evitando su rotación.

Vivero

Para garantizar la mayor protección de los nidos de tortugas marinas reubicados en el área de estudio, se construyó un vivero de acuerdo con metodología detallada en 2007 por Chacón et al. Primero se alistó la arena colando la arena de un área de $100m^2$ para remover raíces y maleza en general, con un colador de malla de $5cm^2$. Posteriormente, se dividió el área en 100 cuadrantes de $1m^2$, que se utilizaron para reubicar e incubar los nidos. En el año siguiente, el vivero se construirá en otra área de la playa para no contaminar los nidos con material orgánico de esta temporada.

Censo de rastros

Para registrar la actividad de tortugas marinas en el área de estudio, investigadores caminaron los 6km de playa al amanecer. La caminata empieza en la bocana del rio Parismina y termina en la Laguna Perla. Se contaron y registraron todos los rastros de tortugas marinas dejados en la playa de la noche anterior. Para cada rastro de tortuga registrado, se recolectó las siguientes informaciones:

- La especie que ha producido el rastro

- El sector de la playa donde el rastro se encuentra

- Si el rastro resulto en nido o solo fue una salida falsa

- Si el nido fue depredado por animales o saqueado por humanos

- Si la tortuga fue depredada por un jaguar o capturada ilegalmente en la playa

La especie de tortuga que ha producido el rastro se identificó basado en el patrón del rastro, porque tortugas Verde y Baula caminan moviendo las aletas delanteras juntas y crean un rastro paralelo y simétrico. Tortugas Carey caminan con una aleta delantera por vez creando un rastro asimétrico. El sector donde se encuentra el rastro es demarcado por el poste al sur de la ubicación. (ej. sí hay un rastro entre los sectores 0 y 0.1, el rastro es registrado como estando en el sector 0.1).

La depredación o saqueo del nido fueron determinados basados en pistas visuales como cascaras de huevos fuera del nido, pisadas de animales o humanas, patrones de excavación, varillas y huecos, avistamiento del animal o saqueador, entre otros. El análisis de tortugas muertas se hizo *in situ* y se distinguirá visualmente entre 3 categorías:

- Jaguar

- Arpón

- No identificada

Una vez que el rastro sea contado, se cruzó perpendicularmente con una línea marcada en la arena para evitar volver a contarlo.

Exhumación de nidos

Durante los censos de rastro, con finalidad de estimar la producción de tortuguitas de cada especie en el área de estudio, se excavó los nidos marcados a los 3 días después de la eclosión, o 70 días después de la reubicación. De cada nido marcado se recolectó las siguientes informaciones:

- Fecha

- Cantidad de rastros

- Especie

- Sector

- Profundidad

- Huevos eclosionados / no eclosionados

- Cascaron roto

- Estado de desarrollo de los embriones adentro de los huevos no eclosionados

- Tortuguitas vivas / muertas adentro del nido

El porcentaje del éxito de eclosión de cada nido es calculado al dividir el número de huevos eclosionados por el número total de huevos depositados en el nido y multiplicar por 100. La diferencia entre el éxito de eclosión y el éxito de emergencia es la cantidad de tortuguitas vivas que salieron de los huevos, pero quedaron atrapadas en la arena. El cálculo del éxito de eclosión se da por dividir el número de huevos eclosionados menos el número de tortuguitas (vivas y muertas) encontradas adentro del nido en la exhumación, por el número total de huevos depositados en el nido y multiplica ese número por 100 [6,14].

$$\text{Éxito de eclosión} = \frac{\text{Eclosionados}}{\text{Total}} \times 100$$

$$\text{Éxito de emergencia} = \frac{(\text{Eclosionados} - \text{Tortuguitas})}{\text{Total}} \times 100$$

El estado de desarrollo de los embriones se categoriza por su tamaño y la cantidad de espacio que ocupan dentro del huevo[16] (Figura 4).

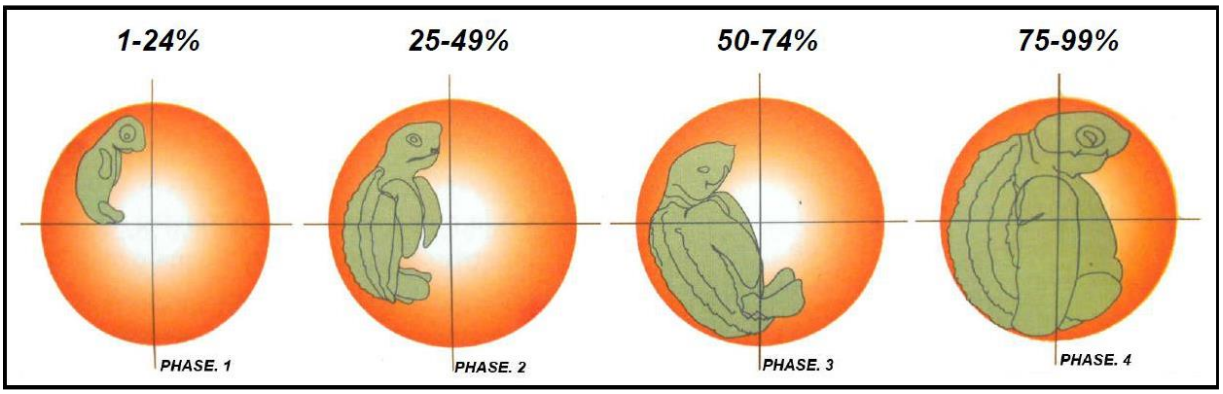

Figura 4: Categorías de desarrollo embrionario. Estadio 1 toma 1/4 o menos del huevo, Estadio 2 toma entre 1/4 y 1/2 huevo, Estadio 3 toma entre 1/2 y 3/4 del huevo, y Estadio 4 toma más de 3/4 del huevo.

Resultados:
A continuación, se muestran los resultados para el monitoreo de anidación de tortugas marinas en Parismina en el periodo comprendido entre marzo y diciembre de 2023. Se Realizaron 102 patrullas nocturnas y 143 censos matutinos, un total de 172 tortugas trabajadas, 681 rastros registrados y 140 nidos reubicados.

Patrullas nocturnas:
En las 102 patrullas realizadas, hubo 172 encuentros con tortugas marinas en proceso de anidación, de las cuales 83 fueron con tortugas verde, 80 con tortugas baula, y 9 tortugas carey.

Encuentros con tortugas

Tortuga baula:
Durante el período comprendido del 1 de marzo al 28 de junio, día del último encuentro con tortuga baula, en total se trabajaron 48 baulas en 80 encuentros con y se reubicaron 62 nidos al vivero:

Tabla 1: Cantidad de tortugas baula trabajadas durante las patrullas en 2023.

Categoría	**Cantidad de tortugas**
Tortugas vistas tres veces	**3**
Tortugas vistas dos veces	**7**
Tortugas vistas una vez	**36**
Encuentros con tortugas sin placas	**16**

Diez tortugas fueron plaqueadas originalmente por Wide Cast. (playa Pacuare) una de ellas fue encontrada tres veces, otra dos veces y 8 tortugas más solo fueron encontradas una vez. Nueve tortugas fueron plaqueadas por EPI en playa Pacuare, una de ellas encontrada tres veces, tres tortugas encontradas dos veces, 5 encontradas solo una vez. Cuatro tortugas fueron plaqueadas en Estación Las Tortugas y fueron encontradas una vez en Parsimina.

Tortuga verde:
Durante el período comprendido entre el 27 de abril, hasta el 15 de septiembre, se observaron 83 tortugas verde en 37 encuentros:

Tabla 2: Cantidad de tortugas verde trabajadas durante las patrullas en 2023.

Categoría	**Cantidad de tortugas**
Tortugas vistas tres veces	**3**
Tortugas vistas dos veces	**7**
Tortugas vistas una vez	**33**
Encuentros con tortugas sin placas y no plaqueadas	**44**

Tortuga Carey:
Entre el 1 de mayo y 12 de agosto fueron observadas 9 tortugas carey, 5 de ellas sin placas y no plaqueadas, 3 de ellas plaqueadas por primera vez y 1 encontrada con placas antiguas.

Datos morfométricos:

Las tortugas baula tienen un promedio de largo de caparazón curvo (LCC) de 162,35±4,3cm y ancho de caparazón curvo (ACC) de 121±5,7cm. En cuanto tortugas verde el LCC es 104,35±8cm, y ACC es de 93,12±7,3cm. Figura 5. La temporada de anidación de tortuga verde se extiende por mas meses a lo largo del año en playa Parismina, comenzando desde marzo finalizando en noviembre, sin embargo, la frecuencia por noche de tortuga Baula es mayor que tortuga verde.

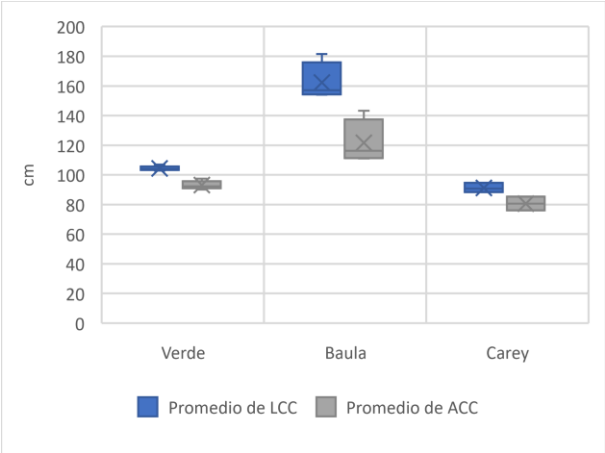

Figura 5: Largo y ancho promedio del caparazón curvo para tortugas verde *(Chelonia mydas)*, baula *(Dermochelys coriacea)* y carey (*Eretmochelys imbricata)*

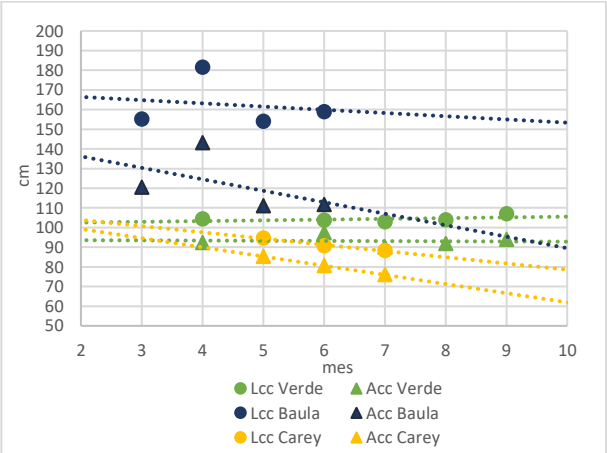

Figura 6: Promedio de largo (●) y ancho (▲) del caparazón de tortugas marinas en el año.

Zonas de anidación:
Se identificó que la zona "Vegetación" es la zona de la playa más usada por las tortugas, un 47% de los casos. Las zonas "Abierta" y "Borde" tienen porcentajes de 29,6% y 11,3% respectivamente. En 11,6% de los casos no se identificó la zona de anidación o no se tomó este dato. A pesar de que hubo más cantidad den nidos depositados en vegetación, para tortuga baula la mayor parte de los nidos estuvo en zona abierta, un 22% del total de los nidos depositados en esta zona de la playa.

Tabla 3: porcentaje de nidos depositados en las tres diferentes zonas de la playa

Zona de la playa	T. verde	T. carey	T. baula	Total
ABIERTO	6,98%	0,58%	22,09%	29,65%
BORDE	1,74%	0,00%	9,88%	11,63%
VEGETACIÓN	36,05%	4,07%	6,98%	47,09%
ND	3,49%	0,58%	7,56%	11,63%

Reubicación de nidos:
Finalmente, de los 172 encuentros con tortugas marinas en la patrulla, se reubicaron 140 Nidos, 79 en vivero y 61 en la playa, triangulados y localizados por GPS. Se reubicaron 65 nidos de tortuga verde, 68 de baula y 7 de carey. El análisis de los resultados para los nidos reubicados se detalla en exhumación de nidos.

Tabla 4: Nidos reubicados en playa Parismina 2023

	T. verde	**T. carey**	**T. baula**	**Total**
PLAYA	54	1	6	61
VIVERO	11	6	62	79
NATURAL	18	2	12	32
	83	**9**	**80**	**172**

Censo de rastros:

Entre el 12 de febrero y el 1 de agosto se realizaron 143 censos, donde contamos 681 rastros de tortugas marinas en playa Parismina, 253 eran nidos y 428 salidas falsas (Tabla 5). En total, 174 nidos eran tortuga baula, 68 nidos fueron de tortuga verde, y 9 de Carey, en total la taza de reubicación de nidos tortuga baula es de 40%, carey 77%, y verde 95%. Por último, se identificaron 15 tortugas robadas en el año, entre estas tres tortugas carey

Tabla 5: Actividad de tortugas marinas registrada en censos temporada 2023.

Especie	**Nidos**	**Salidas falsas**
Baula	174	162
Carey	9	19
Verde	68	244
No identificado	2	3
Total	**253**	**428**

La actividad de anidación de tortuga baula llegó a su punto más alto entre abril y mayo, con 63 y 62 nidos respectivamente, reconociendo un comportamiento de datos con tendencia normal a través del tiempo, . Por otro lado, el primer nido registrado de tortuga verde fue en abril y el pico más alto de actividad fue en Julio, mes en el que se contabilizaron 58 nidos (Figura 7). Los lugares más usados son el sector 3, 4 y 5 que acumularon 114 nidos en la temporada. (Figura 8).

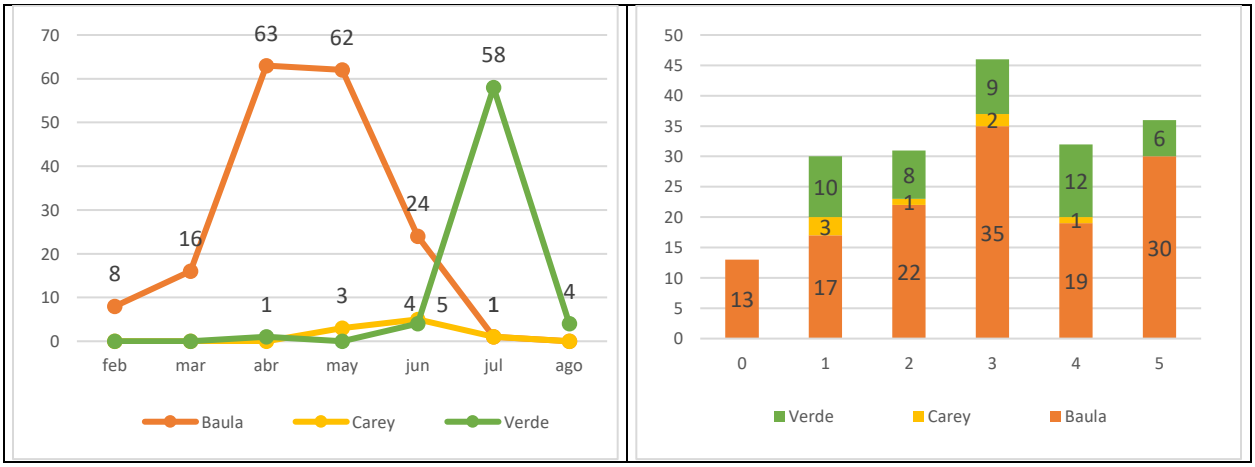

Figura 7: Actividad de anidación de tortugas marinas en Parsmina durante 2023	**Figura 8:** Actividad de anidación por sectores en Parismina

Exhumación de nidos:
En total se reubicaron 140 nidos, 65 de tortuga verde, 68 de tortuga baula y 7 de carey, 28 nidos tuvieron 0% de éxito de eclosión. El éxito de nacimientos de nidos reubicados esta entre el 14,34 y 64,15%, donde los mas bajos son los de tortuga baula (Tabla 6)

Tabla 6: Promedio de eclosión y emergencia en nidos de Vivero ASTOP 2023

Especie	Éxito de eclosión %	Éxito de emergencia %
Verde	64,15	63,73
Baula	14,82	14,34
Carey	35,99	35,88

Tortuga baula:
Fueron reubicados 68 nidos de tortuga baula 62 en vivero y 6 en playa siguiendo el método de triangulación para encontrar el nido después del nacimiento[1,6,14], donde: el éxito de nacimiento de los nidos de tortuga baula está entre 14 y 34 %, en donde 22 nidos no tuvieron tortugas emergiendo al mar. Las tortugas baula suelen anidar en el área abierta de la playa lejos de la vegetación y la sombra, produciendo que las altas temperaturas alcanzadas durante los meses de marzo y abril cocinaran los huevos.

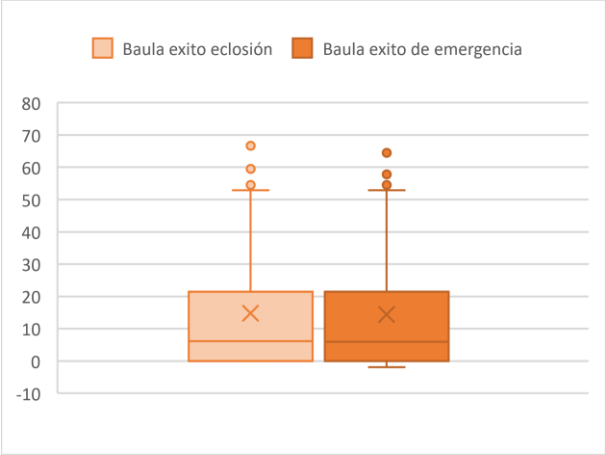

Figura 9: Porcentaje de eclosión (claro) y emergencia (oscuro) de tortuga baula para los nidos reubicados exhumados.

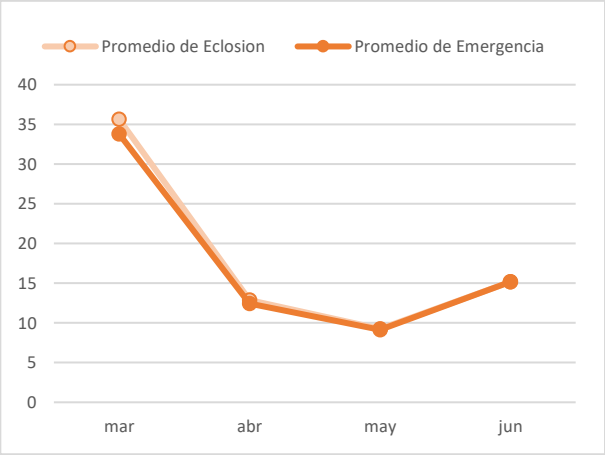

Figura 10: Porcentaje de éxito de eclosión y emergencia de nidos reubicados de tortugas baula.

Tortuga Verde:
Fueron reubicados un total de 65 nidos de tortuga verde, de los cuales: 54 nidos fueron reubicados en playa y 11 en vivero. El éxito de nacimiento de los nidos reubicados de tortuga verde está entre 63 y 64%.

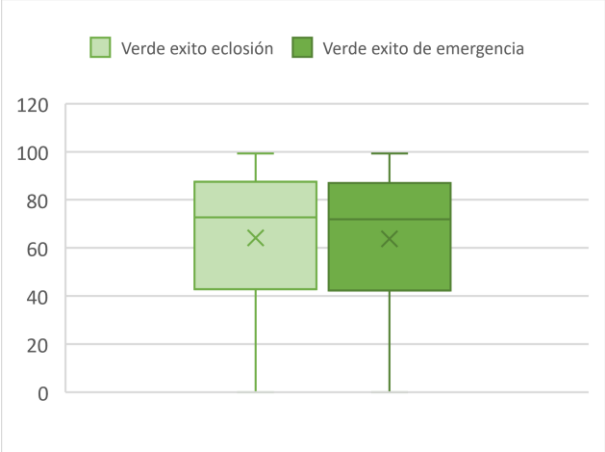

Figura 11: Porcentaje de eclosión (claro) y emergencia (oscuro) de tortuga verde para los nidos reubicados exhumados.

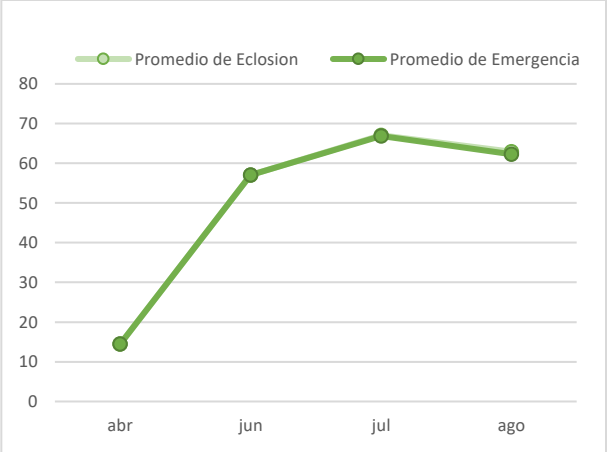

Figura 12: Porcentaje de éxito de eclosión y emergencia de nidos reubicados de tortugas tortuga verde.

Tortuga Carey:

Se reubicaron 7 nidos de carey, dos de ellos tuvieron 0% éxito de nacimiento, dos de ellos tuvieron éxito de nacimiento mayores a 85%. El promedio de nacimientos para carey está en 35%.

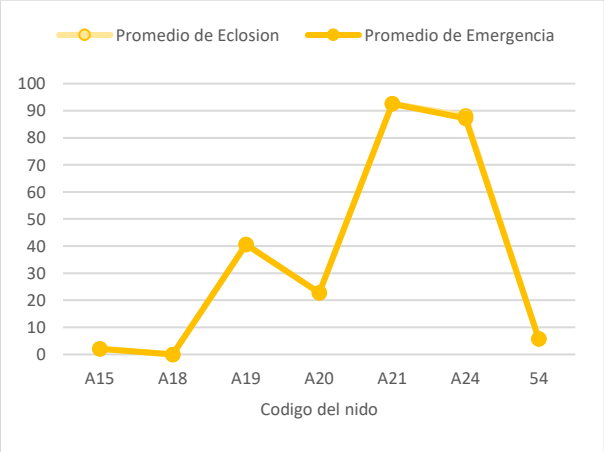

Figura 13: Porcentaje de eclosión (claro) y emergencia (oscuro) los 7 nidos de carey

Conclusiones:

- Se logro reubicar en promedio, el 70% de los nidos totales registrados, el 20 % que no se reubicó probablemente fue saqueado, pues se registraron mas de 100 nidos como abiertos por saqueo o reubicación.
- Por retomó el censo, como actividad para contabilizar total de anidación de tortugas marinas en la playa, donde se identificó que mas de 40% de los nidos tenían evidencia de saqueo o apertura, por esto es importante aprender a identificar los nidos saqueados de los nidos reubicados.
- En Baula se reubicó casi el 40% del total de los nidos depositados, sin embargo, el éxito de nacimiento fue muy bajo, 14%, para esto es recomendable intentar regular la temperatura en el vivero y estandarizar el protocolo de reubicación con los investigadores.
- La zona favorita de anidación de tortuga baula es la zona abierta, el éxito de nacimiento para esta especie no supera el 15%.

- El éxito de nacimientos de tortugas baula fue especialmente bajo, esta disminución drástica en el éxito de nacimientos se debe a las altas temperaturas en la arena por efectos de cambio climático, y la sensibilidad de los huevos de tortugas baula a estos cambios.
- Se reclutaron alrededor de 6500 tortuguitas en total al mar durante la temporada 2023 provenientes de 250 nidos.

Bibliografía

Acuña., Rafael Arturo Acuña. 1998. Las tortugas continentales de Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica

Angulo, A., 2021. New records and range extensions to the Costa Rican freshwater fish fauna, with an updated checklist. Zootaxa, 5083(1), pp.1-72..

Arroyo-Arce, S., Guilder, J. and Salom-Pérez, R., 2014. Habitat features influencing jaguar Panthera onca (Carnivora: Felidae) occupancy in Tortuguero National Park, Costa Rica. Revista de Biología Tropical, 62(4), pp.1449-1458.

Arroyo-Arce, S. and Salom-Pérez, R., 2015. Impact of jaguar Panthera onca (Carnivora: Felidae) predation on marine turtle populations in Tortuguero, Caribbean coast of Costa Rica. Revista de Biología Tropical, 63(3), pp.815-825.

Arroyo-Arce, S., Thomson, I., Harrison, E., Wilmott, S. and Baker, G., 2017. First record of jaguar (Panthera onca) predation on a loggerhead sea turtle (Caretta caretta) in Tortuguero National Park, Costa Rica. Herpetology Notes, 10, pp.17-18.

Arroyo-Arce, S., Thomson, I., Cutler, K. and Wilmott, S., 2018. Feeding habits of the jaguar Panthera onca (Carnivora: Felidae) in Tortuguero National Park, Costa Rica. Revista de Biología Tropical, 66(1), pp.70-77.

Arroyo-Arce S, Thomson I (2019) Protocolo de conducta: ¿Qué hacer durante los avistamientos de jaguar en el Parque Nacional Tortuguero, Costa Rica? Coastal Jaguar Conservation. Heredia, Costa Rica. 31 pp.

Balasz GH. 1982. Factors affecting the retention of metal tags on sea turtles. Marine Turtle Newsletter 20:11-14

Bjorndal AK., Bolten A. & Chaloupka M. Y. 2000. Green turtle somatic growth model: evidence for density dependence. Ecological Applications 10(1): 269-282.

Bjorndal KA, Bolten AB, Chaloupka MY (2000) Green Turtle Somatic Growth Model: Evidence for Density Dependence. Ecological Applications 10(1): 269-282.

Bjorndal KA, Jackson JBC (2003) Roles of sea turtles in marine ecosystems: reconstructing the past. In: Lutz PL, Musick JA (eds) The Biology of Sea Turtles, Vol 2. CRC Press, Boca Raton, p. 259-270.

Bjorndal KA, Wetherall JA, Bolten AB, Mortimer JA (1999) Twenty-six years of green turtle nesting at Tortuguero, Costa Rica: an encouraging trend. Cons Biol 13(1):126–134. DOI:10.1046/j.1523-1739.1999.97329.x

Bjorndal KA. 1997. Foraging Ecology and Nutrition of Sea Turtles, p. 199-222. In: The Biology of Sea Turtles P. L. Lutz and J. A. Musick (eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida.

Bolten AB (2003) Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. In: The Biology of Sea Turtles, Vol. II. Lutz PL, Music JA, Wyneken J (eds) 243–254 pp.

Bolten AB, Bjorndal KA, Martins HR, Dellinger T, Biscoito MJ, Encalada SE, Bowen BW (1998) Transatlantic developmental migrations of loggerhead sea turtles demonstrated by

mtDNA sequence analysis. Ecol Appl 8(1):1–7. DOI:10.1890/1051-0761(1998)008[0001:TDMOLS]2.0.CO;2

Bolten AB. 1997.Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. Pgs. 243-258. In: The Biology of Sea Turtles P. L. Lutz and J. A. Musick (eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida.

Bruno RS, Restrepo JA, Valverde RA (2020) Effects of El Niño Southern Oscillation and local ocean temperature on the reproductive output of green turtles (*Chelonia mydas*) nesting at Tortuguero, Costa Rica. Mar Biol. DOI:10.1007/s00227-020-03749-z

Cagle, F.R., 1939. A system of marking turtles for future identification. Copeia, 1939(3), pp.170-173.

Callard IP, Fileti LA, Perez LE, Sorbera LA, Giannoukos G, Klosterman LL, Tsang P, McCracken JA (1992) Role of Corpus Luteum and Progesterone in the Evolution of Vertebratre Viviparity. Amer Zool. 32:264-275.

Callard IP, Klotz KL (1973) Sensitivity of Parameters of Estrogen Action in the Iguanid Lizard *Dipsosaurus dorsalis*. Gen Comp Endocrinol. 21(2):314-321.

Campbell C, Lagueux C (2005) Survival Probability Estimates for Large Juvenile and Adult Green Turtles (*Chelonia mydas*) Exposed to and Artisanal Marine Turtle Fishery in the Western Caribbean. Herpetologica 61(2): 91-103.

Carr AF (1967) So excellent a fish. University Press of Florida, Gainesville, Florida, USA, 1967.

Carr AF (1986) Rips, FADS, and little loggerheads. Bioscience 36:92–100. DOI:10.2307/1310109

Carr AF, Meylan AB (1980) Evidence of passive migration of green turtle hatchlings in Sargassum. Copeia 1980(2):366–368. DOI:10.2307/1444022

Carr AF, Ogren L. 1960. The Ecology and Migration of Sea Turtles. Bulletin of the American Museum of Natural History 121 (1): 7-49.

Carr AF., 1954. The Passing of the Fleet. American Institute of Biological Sciences Bulletin 4: 17-19.

Eastman CB, Farrel JA, Whitmore L, Ramia DRR, Thomas RS, Prine J, Eastman SF, Osborne TZ, Matindale MQ, Duffy DJ (2020) Plastic ingestion in post-hatchling sea turtles: assessing a major threat in Florida near shore waters. Front Mar Sci 7:1–11. DOI:10.3389/fmars.2020.00693

Frick J (1976) Orientation and behavior of hatchling green turtles (*Chelonia mydas*) in the sea. Anim Behav 24:849–857. DOI:10.1016/S0003-3472(76)80015-2

García A, Ceballos G, Adaya R. 1997. Intensive beach management as an improved sea Turtle conservation strategy in Mexico. Biological Conservation 111:253-261.

Hamann M, Limpus CJ, Owens DW (2003) Reproductive Cycles of Males and Females. In: Lutz PL, Musick JA (eds) The Biology of Sea Turtles, Vol 2. CRC Press, Boca Raton, p. 135-162.

Hamann M, Limpus CJ, Whittier JM (2002) Patterns of lipid storage and mobilisation in the green sea turtle (*Chelonia mydas*). J Comp Physiol B 172: 485-493.

Hamman M, Godfrey MH, Seminoff JA, Arthur K, Barata PCR, Bjorndal KA, Bolten AB, et al. (2010) Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. Endang Species Res 11:245–269. DOI:10.3354/esr00279

Harmsen BJ, Foster RJ, Silver S, Ostro L, Doncaster CP (2009) Spatial and temporal interactions of two sympatric cats in a neotropical forest: the jaguar (*Panthera onca*) and the puma (*Puma concolor*). J. Mammal. 90: 612–620.

Harmsen BJ, Foster RJ, Silver SC, Ostro LET, Doncaster CP (2010) Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. Mammalian Biology.

Hays GC, Fossette S, Kostas AK, Schofield G, Gravenor MB. 2010. Breeding periodicity for male sea turtles, operational sex ratio, and implications in the face of climate change. Conservation Biology 24(6):1636-43.

Heck J, MacKenzie DS, Rostal D, Medler K, Owens DW (1997) Estrogen Induction of Plasma Vitellogenin in the Kemp's Ridley Sea Turtle (*Lepidochelys Kempi*). Gen Comp Endocrinol. 107 (2): 280-88.

Ho SM (1987) Endocrinology of Vitellogenesis. In: Norris D, Jones R (eds) Hormones in fishes, amphibians, and reptiles. Plenum Press, New York, p 145-169

Ho SM, Kleis S, McPherson R, Heisermann GJ, Callard IP (1982) Regulation of Vitellogenesis in Reptiles. Herpetologica 38(1):40-50.

Ho SM, L'Italien J, Callard IP (1980) Studies on Reptilian Yolk: *Chrysemys* Vitellogenin and Phosvitin. Comp Biochem Physiol.65 (B): 130-144.

Jackson JBC, Kirby MX, Berger WH, Bjorndal KA, Botsford LW, Bourque BJ, Bradbury RH, et al. (2001) Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. Science 293:629–638. DOI:10.1126/science.1059199

Jessop, TS, Hammann M, Read MA, Limpus CJ. 2000. Evidence for a Hormonal Tactic Maximizing Green Turtle Reproduction in Response to a Pervasive Ecological Stressor. General and Comparative Endocrinology 118(3): 407-417.

Lagueux CJ (1998) Marine Turtle Fishery of Caribbean Nicaragua: Human Use Patterns and Harvest Trends. PhD Dissertation, University of Florida, FL.

Lagueux CJ, Campbell CL, Strindberg S (2014) Artisanal green turtle, *Chelonia mydas*, fishery of Caribbean Nicaragua: I. catch rates and trends 1991-2001. Plos One 9(4): e94667. doi:10.1371/journal.pone.0094667.

Lagueux CJ, Campbell CL, Strindberg S (2017) Artisanal green turtle, *Chelonia mydas*, fishery of Caribbean Nicaragua: I. catch rates and trends 1991-2001. Mar Biol. (2017): 160-64.

Laurance WF. 2013. Does research help to safeguard protected areas? Trends in Ecology and Evolution 28(5):261-266.

Licht P, Rainey W, Cliffton K (1980) Serum Gonadotropin and Steroids Associated with Breeding Activities in the Green Sea Turtle, *Chelonia mydas.* Gen Comp Endocrinol. 40: 116-122.

Limpus CJ, Limus DJ (2003) Biology of the Loggerhead Turtle in Western South Pacific Ocean Foraging Areas. In: Bolten AB, Witherington BE (eds) Loggerhead Sea Turtles. Smithsonian Institution, Washington, p 93-113.

Lohmann KJ, Lohmann CMF. 1992. Orientation to oceanic waves by green turtle hatchlings. J Exp Biol. 171:1-13.

López-Castro MC, Bjorndal KA, Kamenov GD, Bolten AB (2014) Identifying oceanic foraging grounds of sea turtles in the Atlantic using lead isotopes. Mar Biol 161:2269–2278. DOI:10.1007/s00227-014-2504-9

López-Castro MC, Bjorndal KA, Kamenov GD, Zenil-Fergunson R, Bolten AB (2013) Sea turtle population structure and connections between oceanic and neritic foraging areas in the Atlantic revealed through trace elements. Mar Ecol Prog Ser 490:233–246. DOI:10.3354/meps10433

Mansfield KL, Mendilaharsu ML, Putman NF, Marcovaldi MAG, Sacco AE, Lopez G, Pires T, Swimmer Y (2017) First satellite tracks of South Atlantic sea turtle 'lost years': seasonal variation in trans-equatorial movement. Proc R Soc B 284:20171730. DOI:10.1098/rspb.2017.1730

Mansfield KL, Wyneken J, Porter WP, Luo J (2014) First satellite tracks of neonate sea turtles redefine the 'lost years' oceanic niche. Proc R Soc B 281:20133039. DOI:10.1098/rspb.2013.3039

Moll, E. O., AND J. M. Legler. 1971. The life history of a Neotropical slider turtle, Pseudemys scripta (Schoepff) in Panama. Bull. Los Angeles County Mus. Nat. Hist. Sci. 11:1-102

Morrison, J.C., Sechrest, W., Dinerstein, E., Wilcove, D.S. and Lamoreux, J.F., 2007. Persistence of large mammal faunas as indicators of global human impacts. Journal of mammalogy, 88(6), pp.1363-1380.

Mortimer JA (1981) The Feeding Ecology of the West Caribbean Green Turtle (Chelonia mydas) in Nicaragua. Biotropica 13(1): 49-58

Mosconi G, Carnevali O, Carletta R, Nabissi M, Polzonetti-Magni AM (1998) Gilthead Seabream (*Sparus Aurata*) Vitellogenin: Purification, Partial Characterization, and Validation of an Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA). Gen Comp Endocrinol 110: 252-261.

National Marine Fisheries Service Southeast Fisheries Science Center. 2008, Revised 2010. Careful Release Protocols for Sea Turtle Release with Minimal Injury. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-580, 130 pp.

Plotkin P. 1997. Adult migrations and habitat use. Pgs. 225-233. In: The Biology of Sea Turtles P. L. Lutz and J. A. Musick (eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida.

Polzonetti-Magni AM, Mosconi G, Soverchia L, Kikuyama S, Carnevali O. (2004) Multihormonal Control of Vitellogeneis in Lower Vertebrates. Int Rev Cytol. 239: 1-46.

Price ER, Jones TT, Wallace BP, Gugliemo CG (2013) Serum Triglycerides and β-hydroxybutyrate Predict Feeding Status in Green Turtles (*Chelonia mydas*): Evaluating a Single Blood Sample Method for Assessing Feeding/Fasting in Reptiles. J Exp Mar Biol Ecol. 439:176-180.

Putman NF, Bane JM, Lohmann KJ (2010) Sea turtle nesting distributions and oceanographic constraints on hatchling migrations. Proc R Soc B 277:3631–3637. DOI:10.1098/rspb.2010.1088

Putman NF, Seney EE, Verley P, Shaver DJ, Lopez-Castro MC, Cook M, Guzman V, Brost B, et al. (2020) Predicted distributions and abundances of the sea turtle 'lost years' in the western North Atlantic Ocean. Ecography DOI:10.1111/ecog.04929

Rees AF, Alfaro-Shigueto J, Barata PCR, Bjorndal KA, Bolten AB, Bourjea J, Broderick AC, et al. (2016) Are we working towards global research priorities for management and conservation of sea turtles? Endang Species Res 31:337–382. DOI:10.3354/esr00801

Reich KJ, Bjorndal KA, Bolten AB (2007) The 'lost years' of green turtles: using stable isotopes to study cryptic lifestages. Biol Lett 3:712–714. DOI:10.1098/rsbl.2007.0394

Savage, J.M., 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas. University of Chicago press.

Stanford, C.B., Iverson, J.B., Rhodin, A.G., van Dijk, P.P., Mittermeier, R.A., Kuchling, G., Berry, K.H., Bertolero, A., Bjorndal, K.A., Blanck, T.E. and Buhlmann, K.A., 2020. Turtles and tortoises are in trouble. Current Biology, 30(12), pp.R721-R735.

Smith MM, Salmon M. 2009. A comparison between habitat choices made by hatchling and juvenile green turtle (*Chelonia mydas*) and loggerheads (*Caretta caretta*). Marine Turtle Newsletter 126:9-13.

Troëng S & Rankin E. 2005. Long-Term Conservation Efforts Contribute to Positive Green Turtle Nesting Trend at Tortuguero, Costa Rica. Biological Conservation 121:111-116.

Troëng S, Evans DR, Harrison E, Lagueux C (2005) Migration of Green Turtles *Chelonia mydas* from Tortuguero, Costa Rica. Mar Biol. 148: 435-447.

Troëng S, Rankin E (2005) Long-term conservation efforts contribute to positive green turtle nesting trend at Tortuguero, Costa Rica. Biol Conserv 121:111–116. DOI:10.1016/j.biocon.2004.04.014

Vander Zanden HB, Bjorndal KA, Bolten AB (2013) Temporal consistency and individual specialization in resource use by green turtles in successive life stages. Oecologia 173: 767-777

Varela RG, Quilez GZ, Harrison E. 2015. Report on the 2014 Green Turtle Program at Tortuguero, Costa Rica. Sea Turtle Conservancy.

Villa, J. 1973. A snake in the diet of a kinosternid turtle. J. Herpetol. 7:380-381.

Wainwright, M. and Arias, O., 2007. The mammals of Costa Rica: a natural history and field guide.

Wang M, Hu C (2016) Mapping and quantifying Sargassum distribution and coverage in the Central West Atlantic using MODIS observations. Remote Sens Environ 183:350–367. DOI:10.1016/j.rse.2016.04.019

Wibbels T, Owens DW, Limpus CJ, Reed PC, Amoss MS (1990) Seasonal Changes Gonadal Steroids Associated with Migration, Mating, and Nesting in the Loggerhead Sea Turtle (*Caretta caretta*). Gen Comp Endocrinol 79: 154-64.

Whitfield Gibbons, J., 1990. Life history and ecology of the slider turtle (p. 1). Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Witherington B, Hirama S, Hardy R (2012) Young sea turtles of the pelagic Sargassum-dominated drift community: habitat use, population density, and threats. Mar Ecol Prog Ser 463:1–22. DOI:10.3354/meps09970

Witherington BE. & Bjorndal K. A. 1991. Influences of artificial lighting on the seaward orientation of hatchlings loggerhead turtles. Biological Conservation 55:139-149.

Wyneken J (2001) The Anatomy of Sea Turtles. U.S. Department of Commerce NOAA technical Memorandum NMFS-SEFSC, 1-172.

Wyneken J, Burke TJ, Salmon M, Pedersen DK. 1988. Egg Failure in natural and relocated sea turtles nests. Journal of Herpetology. 22(1):88-96.

Wyneken J, Salmon M. 1992. Frenzy and postfrenzy swimming activity in loggerhead, green, and leatherback hatchling sea turtles. Copeia 2:478-484