



Monitoreo de nidos in situ y de corral de incubación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) de Playa Mayto, Jalisco, México

Valentina Castro Zambrano

Ingeniera Ambiental

Asesores

Guillermo León Sepúlveda Quintero, Especialización en Gerencia de Proyectos

Dr (c). Mitzi Casandra Núñez Solano

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Ingeniería Ambiental
Medellín
2023

Cita (Castro-Zambrano, 2023)

Referencia

Castro-Zambrano, Valentina. (2023). *Monitoreo de nidos in situ y de corral de incubación de la tortuga golfina (Lepidochelys olivacea) de Playa Mayto, Jalisco, México*. [Práctica social]. Universidad de Antioquia, Medellín.

Estilo APA 7 (2020)



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Julio César Saldarriaga Molina

Jefe departamento: Diana Catalina Rodríguez Loaiza

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Estos años de estudio quiero dedicarlos a mi familia, que siempre fueron el sostén y motor de mi perseverar y creer en un mundo distinto, a la naturaleza inspiradora, siempre viva y rozagante de belleza y buen vivir, al agua, con ella todo y sin ella nada. A mis colegas y amigas Valeria y Lorena, siempre presentes con su hermosa energía creadora. A mi hermosa alma máter, Universidad de Antioquia que me abrió la perspectiva de infinitas posibilidades y la he sentido como un hogar amoroso lleno de retos y alegrías.

Agradecimientos

Agradezco al campamento tortuguero Mayto que me dio la grandiosa oportunidad de trabajar, aprender y vivir con ellos, a Israel por siempre estar atento y compartir su saber, a mis asesores, Mitzi por su templanza y profesionalismo y Guillermo, enseñándome los mejores métodos. A Mayto y el océano Pacífico por resistir, salvaje y exuberante.

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1. Objetivos	12
1.1. Objetivo general	12
1.2. Objetivos específicos	12
2. Marco teórico	13
3. Metodología	17
3.1. Área de estudio	17
3.2. Trabajo de campo	18
3.3. Análisis de entornos de incubación.	21
4. Resultados	22
4.1 Análisis de entornos de incubación.	23
4.2 NORMA Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012	30
5. Análisis	33
6. Conclusiones	37
7. Recomendaciones	40
Referencias	41
Anexos	46

Lista de tablas

Tabla 1. Supervivencia de nidos

27

Lista de figuras

Figura 1. Zonificación de la playa, imagen satelital del campamento tortuguero Mayto, tomada de Google Maps.	15
Figura 2. Nidos de corral sombreados.	15
Figura 3. Nido de incubación de corral.	16
Figura 4. Imagen satelital de los 12 km de la playa Mayto; imagen tomada de Google Maps.	17
Figura 5. Rastro de tortuga para la anidación. Tomada de fb.com/campamentomayto	18
Figura 6. Estructura de un nido de tortuga, tomada de la NOM-162-SEMARNAT-2012, México	19
Figura 7. Método de triangulación visto desde el nido.	20
Figura 8. Representación de marcaje con tres estacas formando un semicírculo. el nido se encuentra representado por el asterisco.	20
Figura 9. Comparación del censo de eclosión para los dos tipos de nido en una misma fecha.	22
Figura 10. Distribución de nidos in situ para cada kilómetro.	23
Figura 11A Y B. Porcentaje de eventos incidentes en los nidos in situ y de corral.	24
Figura 12. Comunicado de CONAGUA sobre alerta de Huracán Kay. Fuente: gob.mx/Conagua25	
Figura 13. Diagrama apilado de eventos incidentes en los nidos por cada kilómetro.	26
Figura 14. Nido in situ sobreviviente marcado por método de triangulación.	26
Figura 15. Dispersión de días de supervivencia por Kilómetro.	27
Figura 16. Dispersión de distancias a la marea desde nidos in situ.	28
Figura 17A Y B. Corral de incubación antes y después del huracán Kay, representándolo por el asterisco rojo y también la cabaña de referencia con el asterisco amarillo. Tomada de fb.com/campamentomayto	28
Figura 18. Distancia de corral de incubación a la marea más alta.	29
Figura 19. Comparación de las distancias de los nidos in situ y los corrales de incubación a la línea de marea.	30
Figura 20. Corral de incubación de corral Ecolodge El Almejal, Chocó, Colombia.	38

Siglas, acrónimos y abreviaturas

\bar{x}	Promedio
Cm.	Centímetro
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
DS	Desviación estándar
G.	Gramos
ICML	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
In situ	En el lugar, en el sitio
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IUCN	The International Union for Conservation of Nature
Km.	Kilómetro
M.	Metros
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
SEMARNAT	Secretaría de medio ambiente y recursos naturales
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

Los campamentos tortugueros son espacios enfocados en la conservación ambiental que custodian la protección de las especies de tortugas marinas en peligro de extinción, con el fin de impulsar el aumento de sus crías en los océanos y coadyuvar a la recuperación de sus poblaciones. Una de las principales funciones de los campamentos tortugueros es la protección de sus nidos, pues en orden de reducir los efectos climáticos (erosión, marea alta, calcinación por el sol, inundación), naturales (depredación) y antropogénicos (saqueos, desarrollo costero) son colectados y trasladados a los corrales de incubación ubicados en las instalaciones del campamento; dejar los nidos in situ en playa Mayto, representa un riesgo de pérdida, principalmente por la dinámica de la playa, la depredación y los saqueos. Para evaluar la efectividad de las estrategia de colecta del campamento Tortuguero Mayto, se realizaron monitoreos (patrullajes) durante los meses de julio-agosto de 2022. Se marcaron 53 nidos in situ y se trasladaron 175 nidos al corral de incubación, con el objetivo de cuantificar y comparar la supervivencia de los nidos in situ frente a los nidos protegidos en el corral, y así poder determinar cuál es la estrategia de incubación óptima para la conservación de las crías de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en Playa Mayto. Se pudo evidenciar que de los nidos in situ el 85% (45/53) fueron erosionados, 13% (7/53) depredados, 1.5% (1/53) saqueados y solo el 1.5% (1/53) eclosionó, por el contrario, de los nidos de corral de incubación eclosionaron el 54% (95/175), y 4% fueron depredados (7/175), mientras que el 42% (73/175) fueron erosionados por el huracán Kay, el 6 de septiembre del mismo año. Con los datos obtenidos se demuestra que trasladar los nidos a un corral de incubación representa mayor éxito de eclosión de los nidos de tortuga golfina en Playa Mayto, Cabo Corrientes, Jalisco.

Palabras clave: tortugas marinas, cría de tortuga, campamento tortuguero, anidación in situ, éxito eclosión, estrategias de conservación.

Abstract

Turtle camps are centers focused on environmental conservation that protect endangered species of sea turtles in order to promote the increase of their hatchlings in the oceans and contribute to the recovery of their populations. One of the main functions of the turtle camps is the protection of their nests, because in order to reduce the effects of climate (erosion, high tide, sunburn, flooding), natural (predation) and anthropogenic (poaching, coastal development) they are collected and transferred to the incubation corrals located in the camp installations; leaving the nests in situ in Mayto beach, represents a risk of loss, mainly due to the dynamics of the beach, predation and poaching. To evaluate the effectiveness of the Mayto Turtle Camp's collection strategy, monitoring (patrols) was carried out during the months of July-August 2022. Fifty-three nests were marked in situ and 175 nests were transferred to the incubation pen, with the objective of quantifying and comparing the survival of the nests in situ versus the nests protected in the pen, in order to determine the optimal incubation strategy for the conservation of olive ridley turtle hatchlings (*Lepidochelys olivacea*) at Playa Mayto. It was found that 85% (45/53) of the nests in situ were eroded, 13% (7/53) depredated, 1.5% (1/53) plundered and only 1. On the other hand, 54% (95/175) of the nests in the hatching pens hatched, 4% (7/175) were plundered, and 42% (73/175) were eroded by hurricane Kay on September 6 of the same year. The data obtained show that transferring the nests to an incubation pen represents greater hatching success for olive rider turtle nests at Playa Mayto, Cabo Corrientes, Jalisco.

Key words: sea turtles, turtle hatching, turtle camp, in situ nesting, hatching success, conservation strategies.

Introducción

Las tortugas marinas juegan un papel clave en la salud de los ecosistemas marino-costeros al tener el rol de presas, consumidoras, cazadoras, competidoras, y portadoras de otros organismos, además de que su movilidad es alta, por lo que son consideradas un potencial bioindicador de la salud del océano, mantienen el balance de la cadena trófica ingiriendo una amplia gama de especies y transportando nutrientes desde las zonas de alimentación a los ecosistemas cercanos a las playas de anidación (Sivakumar, 2017; Tavares, 2019; Cáceres-Farias et al., 2022). En el Pacífico mexicano, en la playa Mayto, Cabo Corrientes, Jalisco, habitan cuatro especies de tortuga marina en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010: carey (*Eretmochelys imbricata*), laúd (*Dermochelys coriacea*), prieta (*Chelonia mydas*), y golfinia (*Lepidochelys olivacea*), ésta última siendo la más frecuente y abundante en Mayto, pues se ha venido recuperando de la extinción y ahora se encuentra en un estado vulnerable de acuerdo a la IUCN (Sosa-Cornejo, 2022), por consiguiente, ésta especie es el objeto de estudio.

La tortuga golfinia es la segunda tortuga más pequeña del mundo (WWF, 2018), suelen anidar de una a tres veces por temporada, poniendo una media de 100 a 110 huevos por nidada, su edad de madurez sexual es aproximadamente de 10 a 15 años y los individuos que sobreviven hasta la edad adulta pueden vivir hasta 50 años (Sivakumar, 2017; National Wildlife Federation, s.f.). Es conocida por realizar “arribadas”, eventos en los que cientos o miles de tortugas se congregan y anidan simultáneamente, considerándola la tortuga marina más prolífera del mundo. En México, las principales playas que albergan arribadas de tortuga golfinia son Ixtapilla en Michoacán y Escobilla, Barra de la Cruz y Morro Ayuta en Oaxaca, sin embargo, se calcula que sólo entre el 1 y el 8% de los huevos puestos durante las arribadas eclosionan, como consecuencia directa del saqueo de huevos y la destrucción de nidos por el hombre (Cáceres-Farias et al., 2022).

En playas de países en desarrollo como es México, hay una fuerte cultura de usar a las tortugas y sus derivados como fuente de alimento (Maulany et al., 2012; Hart et al., 2016), tal es el caso de Playa Mayto, en donde no solamente hay saqueo de nidos, si no depredación por coyotes y perros ferales, lo que conlleva a que los nidos in situ queden expuestos (Llamas-González, 2022). Los campamentos tortugueros han utilizado distintas estrategias de conservación para la protección de los nidos in situ de tortuga marina, con el fin de disminuir los impactos naturales y antropogénicos, tratando de sembrar una conciencia que promueva unos hábitos ecológicos

cotidianos por medio de la educación ambiental (Orozco-Bravo, 2019), por ejemplo, los nidos que están cerca al mar están propensos a que se inunden y se puedan perder por la erosión, en contraste de cuando están más alejados de la marea alta, en donde los huevos pueden no desarrollarse o las crías pueden resultar deshidratadas, así mismo hay mayor riesgo de saqueo en huevos y depredación en huevos y crías (Wood and Bjorndal, 2000).

Mayto es una playa que cuenta con características físicas óptimas de anidación para la tortuga golfina: playas arenosas de pendiente suave y niveles de humedad generalmente elevados (en las que confluyen bocas de río y esteros). El tiempo de incubación de los nidos de esta en playa Mayto en temporada de verano es de 45 días y en invierno llegan a tardar hasta 60 días, en cuanto a la temperatura de incubación, experimentos de laboratorio han mostrado que la tolerancia de los nidos es desde 25-27°C a 33-35°C, en donde si se excede de éstas aumenta la probabilidad de mortalidad en los embriones (Ackerman, 1997), la temperatura promedio de la arena en Mayto es de 30,5°C, siendo óptima para su segura eclosión.

El campamento tortuguero Mayto ha hecho una labor de conservación desde el año 2005 hasta la actualidad, 17 años en donde ha aportado significativamente a la recuperación de la tortuga prieta, laúd, y golfina, generalmente usando la estrategia de reubicación de nidos al corral de incubación sombreado y cerrado para evitar la depredación, pues es una playa en donde los nidos generalmente son erosionados, saqueados o depredados. Este campamento se rige por La Norma 162 de la Federación Mexicana, la cual propone que en las playas de anidación los nidos deben de mantenerse in situ, para que sigan su proceso natural de emergencia y desplazamiento por la playa hasta llegar al mar y sólo por excepción (depredación, saqueo, inundación fuera de control) se reubican en corrales sombreados, mundialmente la incubación in situ es considerada la mejor práctica para la conservación de tortugas marinas (Mrosovsky, 2006; Adam et al., 2007; Hart et al., 2016). Por lo que el presente estudio, tiene como objetivo identificar y comparar la incubación in situ y de corral, para determinar cuál es la estrategia óptima para la protección y conservación de los nidos de tortuga golfina en playa Mayto, Cabo Corrientes, Jalisco.

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

- Identificar la estrategia óptima para la conservación de los nidos de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), en la playa Mayto, Cabo Corrientes, Jalisco, México.

1.2. Objetivos específicos

- Comparar el éxito de eclosión de los nidos in situ y de corral los corrales de incubación.
- Analizar los diferentes entornos y eventos de incubación (distancia a la marea, km y zona de anidación, eventos incidentes y supervivencia) de los nidos in situ y de corral de incubación de la tortuga golfina en playa Mayto.
- Identificar la viabilidad de la norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012 en playa Mayto, Cabo Corrientes, Jalisco, México.

2. Marco teórico

En 1966 se instalaron por primera vez en México los campamentos tortugueros, con el tiempo, se establecieron más de 14 campamentos, y desde inicio de los 90's se han quintuplicado (Márquez, 2000), el Campamento Tortuguero Mayto, durante la temporada de anidación de 2022 colectó 611 nidos de tortuga, con 58387 huevos sembrados en corral de incubación y 14391 crías que eclosionaron con éxito (estadísticas de Eco-Mayto, 2022). La anidación se efectúa en playas arenosas, dentro de zonas tropicales, en México, esta especie se distribuye en las costas de Baja California, Sinaloa, Michoacán, Jalisco, Guerrero y Oaxaca, teniendo actualmente sus principales áreas de concentración de anidación en este último estado, playa de La Escobilla (Coria-Monter et al., 2017; Peñaflores-Salazar et al., 2000; Márquez et al., 2005). Por un lado, el 16 de julio de 2002, se determinan como áreas naturales protegidas a las zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, ubicadas en los estados de Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán (DOF, 2002), playas con la categoría de santuarios se encuentran en Sinaloa: Playa Ceuta y Playa Huizache Caimanero, Jalisco: Playa Mismaloya, Playa Teopa, Playa Cuitzmala y Playa El Tecuán y Michoacán: Playa Maruata, Playa Colola y Playa Mexiquillo (Méndez, 2022), además, de las siete tortugas marinas que existen en el mundo, seis se distribuyen en aguas mexicanas (*Chelonia mydas*, *Dermochelys coriacea*, *Caretta caretta*, *Lepidochelys kempii*, *Lepidochelys olivácea*, *Eretmochelys imbricata*), exceptuando la tortuga de especie *Natator depressus*, la cual habita en aguas del continente australiano (SEMARNAT, 2021), convirtiéndose este país en uno de los más importantes en el mundo para la reproducción de crías de esta especie.

Por otro lado, La NORMA Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación, proponiendo que en las playas de anidación los nidos deben de mantenerse in situ, lo cual no es viable en una playa como Mayto que sufre los riesgos anteriormente expuestos, por lo tanto la labor del campamento es la reubicación de los nidos in situ a un corral de incubación, en el cual durante la temporada de verano más fuerte se provee una sombra a cada nido con el fin de disminuir la temperatura e incrementar el éxito de eclosión, puesto

que las crías podrían calcinarse y morir al salir del cascarón o no formarse dentro de él con temperaturas muy elevadas (Figura 2 y 3).

Es por esto, que el campamento tortuguero Mayto vela por las labores de protección y conservación de las tortugas marinas, en donde realiza la reubicación de nidos hacia un corral de incubación, en este estudio se demuestran los efectos cuantitativos y cualitativos sobre los nidos que se quedan in situ y los de corral incubación. La playa de Mayto se muestra altamente sensible a varios eventos como lo son:

Depredación: La fauna de Mayto es diversa, y por lo que se ha observado animales como coyotes y perros son los que comúnmente depredan los huevos de las tortugas que anidan allí.

Saqueo: Los huevos de tortuga han sido desde tiempos milenarios usados para la alimentación humana, en las costas oaxaqueñas era una costumbre de los pueblos zapotecas, durante los arribazones de la tortuga golfina, coleccionar suficiente cantidad de huevos para posteriormente vender en los mercados cercanos (Márquez, 2000), en Mayto era tradición ir por los huevos de tortuga para la mesa familiar, sin embargo, en este momento usarlos como alimento es más delicado puesto que la tortuga marina se encuentra en peligro de extinción. El director del campamento tortuguero Mayto, Israel Llamas, comunica algunos datos, en el año 2012: “El saqueo asciende a 15 o 20 por ciento, es decir, de cada 100 nidos sobre la playa, 15 o 20 son saqueados. Las temporadas más fuertes de la actividad ilícita son mayo, junio y julio”.

Erosión: Mayto es una playa muy dinámica, cuenta con tres zonas las cuales son A, que es desde la marea más alta hasta el paredón que forma, generalmente alberga la marea y arena muy húmeda, la B (zona donde más anidan las tortugas marinas) que es principalmente arena semihúmeda y seca, va desde el paredón que forma la marea en la zona A hasta el próximo y menos denso paredón donde inicia la zona C que está cubierta de vegetación y la cual no es usualmente alcanzada por las olas (Figura 1).



Figura 1. Zonificación de la playa, imagen satelital del campamento tortuguero Mayto, tomada de Google Maps.



Figura 2. Nidos de corral sombreados.



Figura 3. Nido de incubación de corral.

3. Metodología

3.1. Área de estudio

Mayto es una playa semi virgen y semi desértica que se encuentra en el centro oeste del país de México en la costa del océano Pacífico, pertenece al municipio de Cabo Corrientes, en la costa norte del estado de Jalisco, y alberga la localidad Mayto con 167 habitantes (PueblosAmerica, 2020). Playa Mayto se encuentra entre los límites $20^{\circ}15'07.4''$ N y $105^{\circ}34'59.0''$ W – $20^{\circ}18'54.9''$ N y $105^{\circ}39'08.8''$ W (Figura 4); en el primer kilómetro se encuentra el Campamento Tortuguero Mayto. Playa Mayto tiene una longitud de 11.6 km de playa arenosa, sobre la playa ejerce la influencia de dos esteros: El estero “Mayto” el cual está situado en el km uno, y el estero “Aquilés Serdán” en el kilómetro 6, con una longitud de uno y dos kilómetros respectivamente. Mayto es una playa de anidación solitaria para la tortuga golfina (Núñez-Solano, 2021).

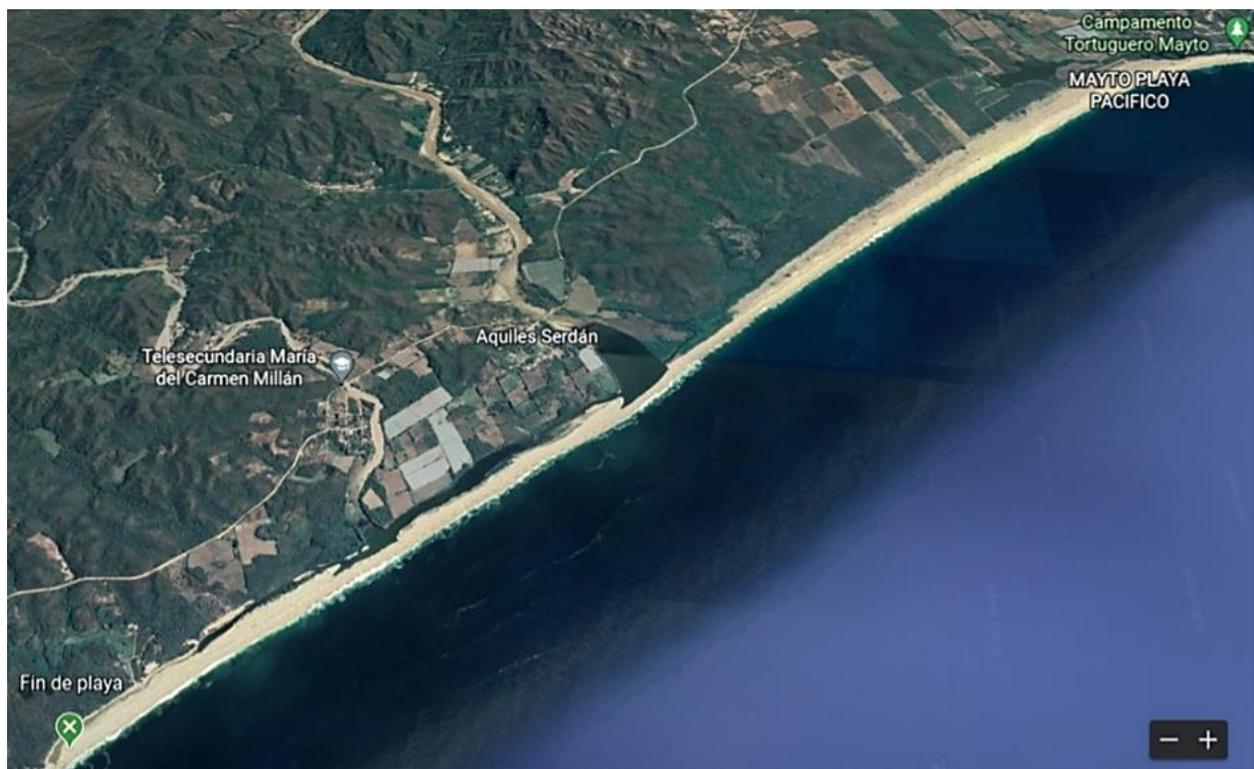


Figura 4. Imagen satelital de los 12 km de la playa Mayto; imagen tomada de Google Maps.

3.2. Trabajo de campo

Se realizaron dos patrullajes nocturnos por medio de un cuatrimoto Yamaha 350 de 11:00 p.m. a 2:00 a.m. y de 5:00 a.m. a 8:00 a.m. por la zona B, en los 12 km de playa. Se recorrió y se detuvo el vehículo cuando se observó un rastro de tortuga (Figura 5), si la tortuga estaba anidando, se aseguró de no iluminarla con luz blanca ni acercarse demasiado y se esperó a que realizara su proceso de oviposición, por el contrario, si solo se observaba el rastro, se identificó el lugar exacto del nido, por la forma de media luna en la arena que queda después de que anidan y con una varilla delgada, cuidadosamente, se busca la arena suelta (la varilla se entierra con facilidad), se remueve la arena y se colectan los huevos. Posteriormente, se sacaron los huevos del nido y se contabilizaron, en una bitácora se anotó el número de huevos fértiles, infértiles y rotos, así mismo se incluyó la fecha, hora, kilómetro, zona de colecta, y nombre del responsable del patrullaje. Finalmente, los huevos se introdujeron en una bolsa de tela para ser transportados al campamento.



Figura 5. Rastro de tortuga para la anidación. Tomada de [fb.com/campamentomayto](https://www.facebook.com/campamentomayto)

Al llegar al campamento, los huevos se trasladaron al corral de incubación, en donde se realizó un nido, simulando el que crea la tortuga en vida silvestre. Para ello, primero se realizó una

excavación de aprox 45cm de profundidad con la ayuda de un cavador, posteriormente, se formó con nuestras manos un cántaro en el fondo, con el diámetro mayor al del agujero en la superficie de la arena (Figura 6) y allí se depositaron cuidadosamente los huevos de la bolsa. A cada nido de corral se le colocó una estaca, con el número del nido, la fecha en la que se sembró, una fecha estimada para su eclosión, y el número de huevos.

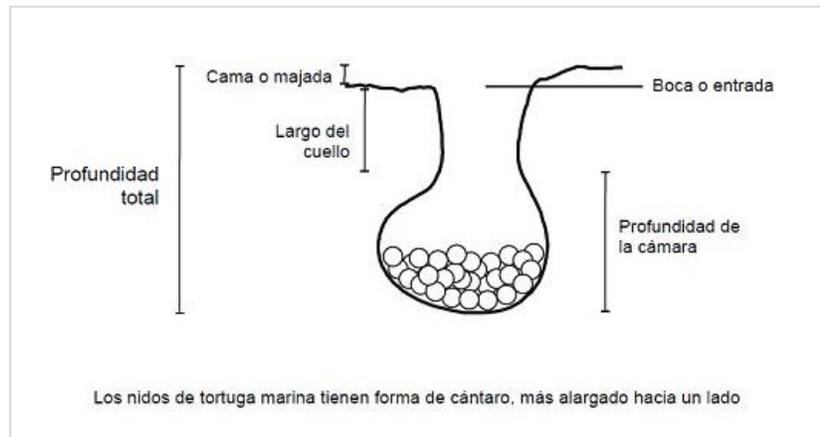


Figura 6. Estructura de un nido de tortuga, tomada de la NOM-162-SEMARNAT-2012, México

En el caso de los nidos in situ, se marcaron utilizando dos métodos: el método de triangulación, en donde se requirieron tres estacas de madera (ramas de árbol) pintadas (de la parte media hasta la posterior) de color negro, que se colocaron formando un triángulo isósceles en donde la punta es el nido, la estaca del centro se ubicó a una distancia de 10 m del nido in situ, y las otras dos se ubicaron a la derecha y a la izquierda de éste con una distancia de 2 m entre cada una (Figura 7). También se marcaron los nidos ubicando tres estacas encima de él, formando un semicírculo (Figura 8). Luego se anotó en la bitácora el kilómetro, la zona, alguna característica descriptiva del lugar (por ejemplo, si hay vegetación cerca o esteros) con el fin de identificar más fácilmente la locación, también se anota el patrullero y el método de marca. Posteriormente, con una cinta métrica se midió la distancia del nido a la línea de marea alta.

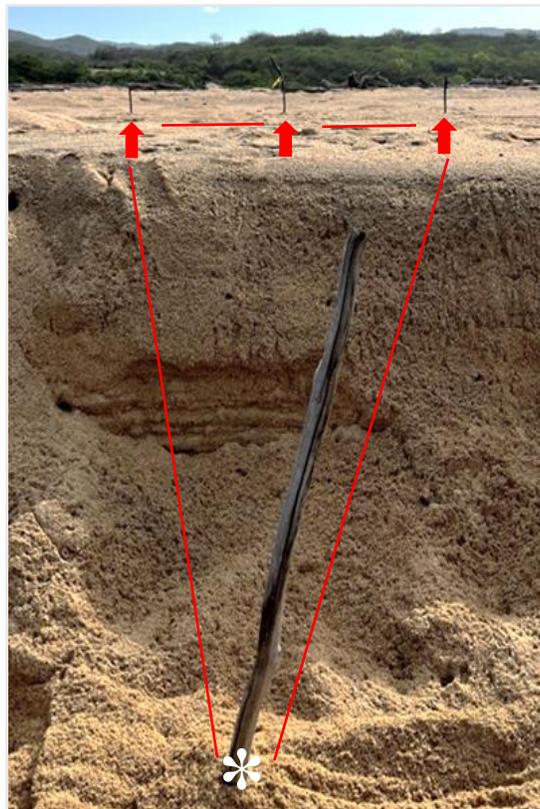


Figura 7. Método de triangulación visto desde el nido.

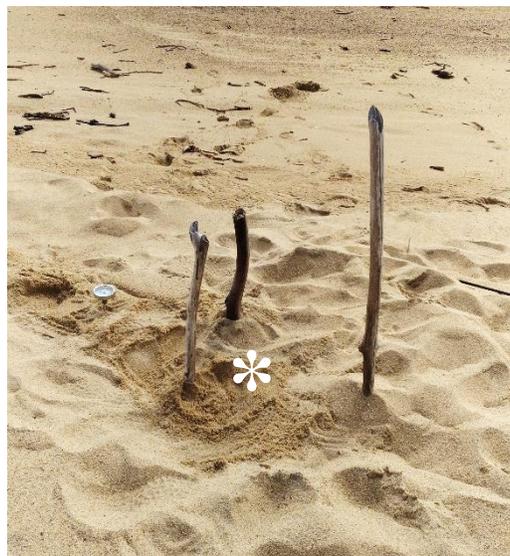


Figura 8. Representación de marcaje con tres estacas formando un semicírculo. el nido se encuentra representado por el asterisco.

Los nidos del corral de incubación se monitorearon desde los 43-45 días después de haber sido sembrados, y los nidos in situ una vez por semana para determinar si seguían in situ, depredados o saqueados. Después de completarse la etapa de incubación, se censaron los huevos que tuvieron o no desarrollo, crías vivas y crías muertas.

3.3. Análisis de entornos de incubación.

Los datos como la distancia a la marea, km en donde se encontraron los nidos in situ, y los eventos incidentes en estos, tomados en campo, fueron cuantificados y graficados mediante Excel: La cantidad de nidos in situ por kilómetro fue ilustrado con una gráfica de barras, así como el porcentaje de eventos fue ilustrado por un diagrama de pastel. Para contrastar los valores de nidos encontrados junto los eventos en cada uno se hizo un diagrama de columnas apiladas en orden de visualizar óptimamente los eventos por kilómetro.

Para determinar la relación entre los días de supervivencia y los kilómetros se utilizó un gráfico de dispersión. A 14 de los nidos in situ se le midió la distancia a la marea alta el día de su marcaje y mediante un diagrama de dispersión se ilustró y analizó junto el número de nido y la distancia promedio. La distancia de la marea hasta la malla del corral frente al mar fue medida durante 69 días, se ilustró con un diagrama de dispersión.

Se realizó un análisis de cajas y bigotes para comparar la influencia de la marea en los dos tipos de nido, con los datos en la tabla (Anexo 1), mostrando la distribución de los datos y calculando con el programa estadístico Minitab versión 21, información como la media, desviación estándar, la varianza, la asimetría, mínimo y máximo. Se ilustró los eventos incidentes en el nido in situ sobreviviente mediante un diagrama de pastel.

Para determinar si había diferencias entre la distancia de marea de los nidos in situ y los nidos de corral, así como los días de incubación antes y después del huracán Kay, se realizó una prueba de normalidad y homocedasticidad con Shapiro-Wilk y el test de Levene, respectivamente. Para determinar si había diferencias en ambas pruebas se utilizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, consideramos que $P \leq 0.05$ es significativo. Se utilizó el programa Minitab versión 21.

4. Resultados

Durante los meses de julio-agosto de 2022, se realizaron 22 patrullajes nocturnos, se trasladaron 175 nidos al corral de incubación, y se marcaron 53 nidos in situ, de estos últimos solo eclosionó el 1.5% (1/53) en comparación con el 54% (95/175) de los nidos de corral de incubación. El nido in situ eclosionó a los 45 días, y los nidos de corral eclosionaron a los 42 ± 0.44 días, sin embargo, tras el paso del huracán Kay, los nidos de corral eclosionaron a los 45 ± 0.5 días, observándose diferencias ($W= 948.50$, $p= 0.00$) entre los días de incubación de los nidos de corral.

Se comparó el censo de un nido eclosionado in situ con uno de corral (anidados ambos el 9 de julio), donde se demostró que fueron más las crías vivas para el corral, y las muertas y los huevos sin éxito de eclosión, en el nido in situ (Figura 9). Los resultados del nido in situ fueron: 95 huevos depositados, de los cuales resultaron 23 crías vivas, 11 muertas, 47 huevos sin desarrollo y 14 huevos con desarrollo pero no eclosionaron (45 de días de incubación, 55.5 m de distancia a la línea de marea, marcado en el km 10 zona B), mientras que el nido del corral fue de 80 huevos depositados, 70 crías vivas, 3 muertas, y 7 huevos sin desarrollo (44 días de incubación, 28.7 m de distancia a la línea de marea, recolectado en el km 11, zona B).

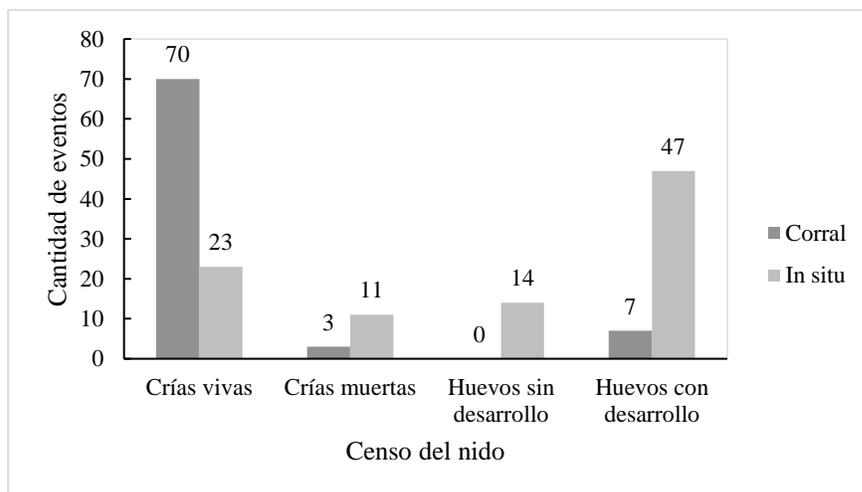


Figura 9. Comparación del éxito de eclosión de un nido in situ y nido de corral.

4.1 Análisis de entornos de incubación.

Podemos destacar que gran parte de los nidos in situ fueron encontrados en el kilómetro 11, alcanzando el 24,5% del total (13/53) seguido del km 12 donde se marcaron 9, y en los kilómetros 6 y 7 se marcaron 6 en cada uno, en contraste, en los km 8,9 y 10 se marcaron 4 nido, en comparación con el km 2 en donde no se encontró ningún nido (Figura 10). El 96.2% (51/53) de las hembras anidó en la zona B, mientras que el 3.8% (2/53) en la zona A.

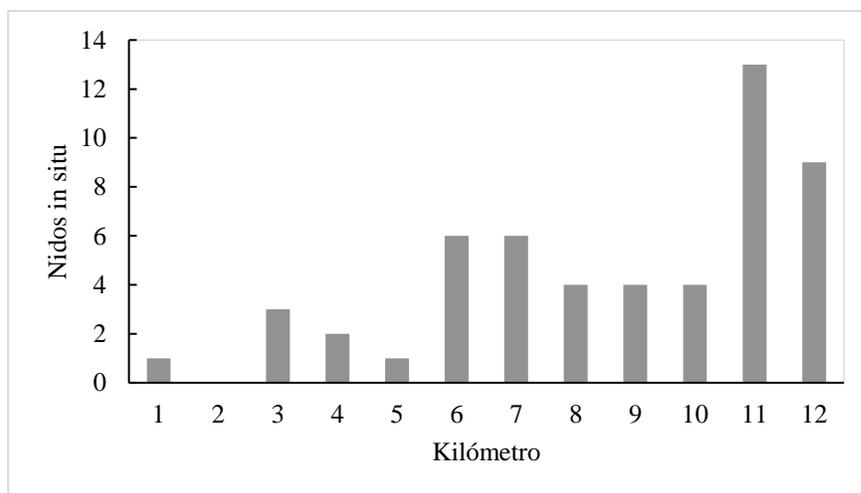


Figura 10. Distribución de nidos in situ para cada kilómetro.

En cuanto a los eventos que incidieron en los nidos in situ, el 70% de ellos fueron erosionados, 13% depredados y con marcas perdidas cada uno, el 2% (1/53) saqueados y solo el 2% (1/53) eclosionó (Figura 11A), en comparación con los nidos de corral, en donde eclosionó el 54% (95/175), el 42% fue erosionado (73/175) por el huracán Kay, y solo el 4% fueron depredados (Figura 11B).

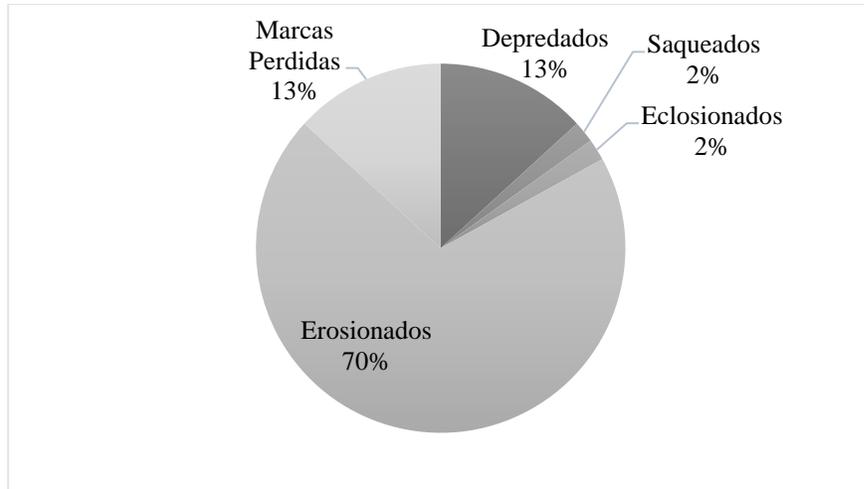


Figura 11A. Porcentaje de eventos incidentes en los nidos in situ en un período de 52 días.

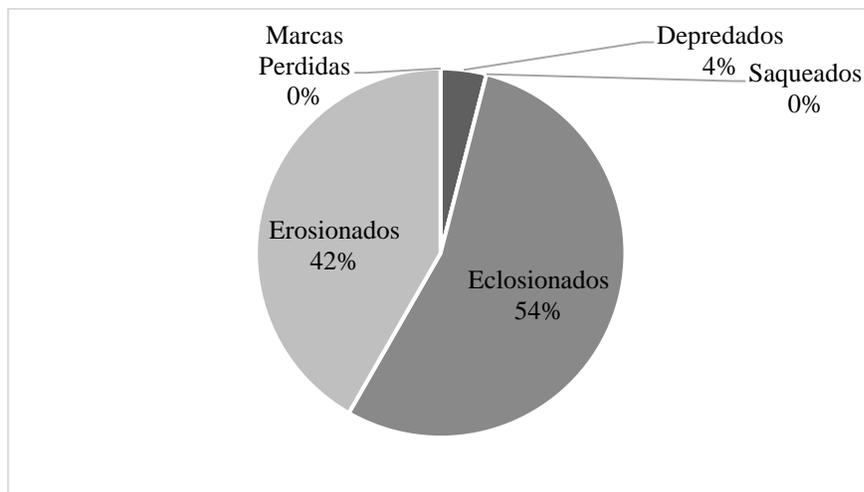


Figura 11B. Porcentaje de eventos incidentes en los nidos corral en un período de 52 días.

Al ser una playa altamente dinámica, Mayto presentó distintos eventos climáticos, los cuales incidieron en el éxito de incubación de los nidos in situ y de corral. El evento más significativo para los nidos in situ fue la erosión, esto tuvo que ver con el fenómeno meteorológico del huracán Kay (Figura 12), el cual estuvo muy cerca de las costas de la playa de Mayto y provocó un oleaje de 4 a 6 m (CONAGUA, 2022) que llegó arrasando la zona B, dando como resultado la pérdida de 37/53 nidos in situ (de los que 23/37 nidos se desconoce el evento con certeza, puesto

que no era posible monitorearlos por la escasa playa que quedó, además, los esteros del kilómetro 1 y 11 abrieron boca hacia el mar, por lo que no fue posible patrullar esos kilómetros, pero se infiere que los 23 nidos fueron erosionados por el huracán. Kay inundó y arrastró los nidos tanto in situ, como del corral de incubación en el período muestreado (150/296).

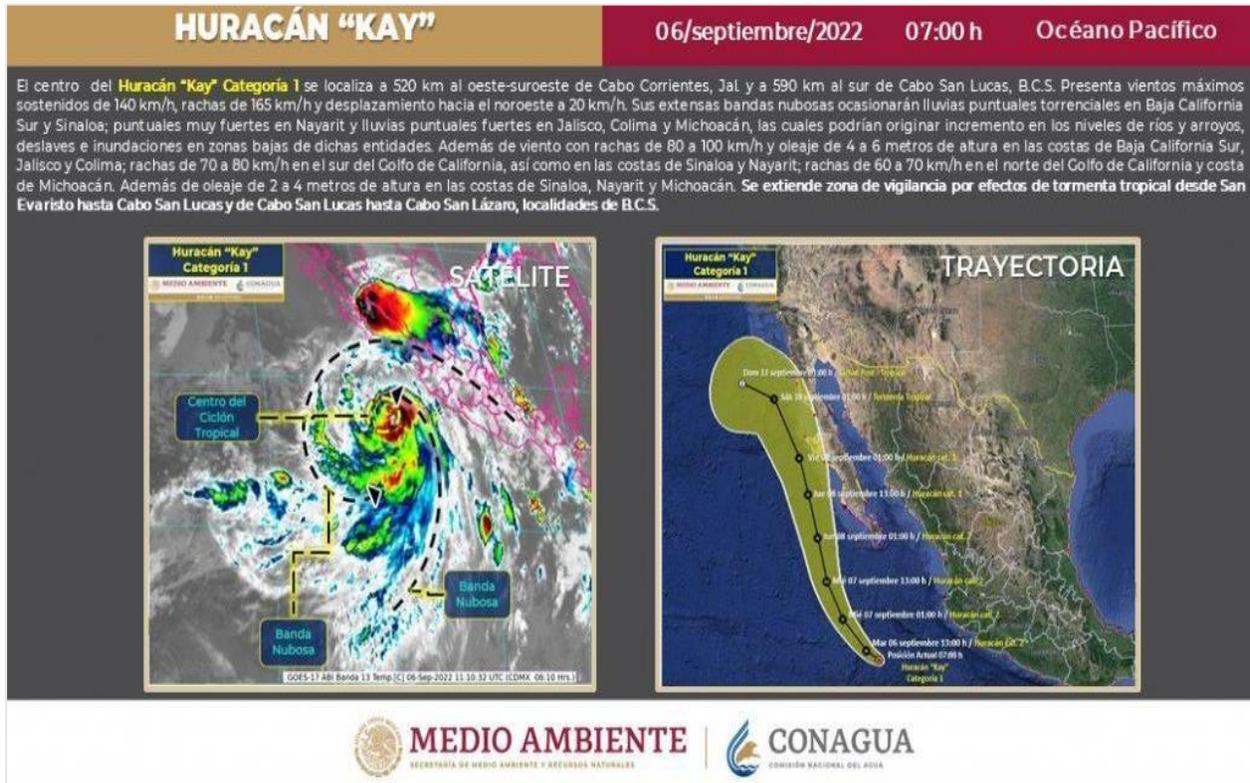


Figura 12. Comunicado de CONAGUA sobre alerta de Huracán Kay. Fuente: gob.mx/Conagua

Pasados 20 días del huracán se patrulló para continuar con el registro de los nidos in situ, donde se evidenció una notable modificación en la playa, y no se observó ningún registro de los 23 nidos in situ restantes que estaban marcados, por lo que se concluye que fueron erosionados debido a las altas marejadas que causó Kay. Se tiene conocimiento de los eventos incidentes de 30/53 nidos por kilómetro de playa, los cuales se ilustran a continuación (ver Figura 13).

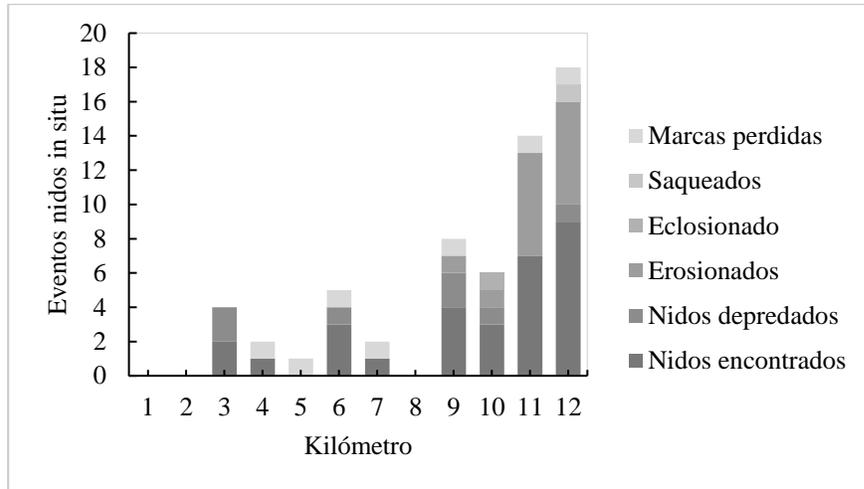


Figura 13. Diagrama apilado de eventos incidentes en los nidos por cada kilómetro.

Sólo eclosionó un nido en el kilómetro 10 (dos semanas antes del huracán) el cual, el día que se encontró tenía una distancia a la línea de marea de 55.5 m (marcado 9 de julio), éste sobrevivió 45 días (Figura 14). En cuanto al saqueo de nidos in situ, sólo se tuvo un caso, inesperadamente en el kilómetro 12, el más remoto. Las marcas pérdidas fueron tan frecuentes como los nidos depredados (7/30 cada uno).



Figura 14. Nido in situ sobreviviente marcado por método de triangulación. el asterisco simboliza la ubicación del nido

De los 30 nidos que se monitorearon cada semana se obtuvo el promedio de días que sobrevivieron y los kilómetros en donde estaban (Tabla 1 y Figura 15) resaltando que los nidos más duraderos se encontraron en los kilómetros 10 y 11, y los del 5 y el 7 se perdieron sus marcas el mismo día, debido al tránsito de cuatrimotos por la playa. El máximo promedio de días que sobreviven in situ es de 27.6, para lo cual no alcanzan la fecha de eclosión en verano que es de 45 días.

Tabla 1. Supervivencia de nidos in situ vs Kilómetro.

Km	\bar{X} de días
3	8
4	8
5	0
6	4
7	0
9	7.5
10	25.67
11	27.57
12	18.44

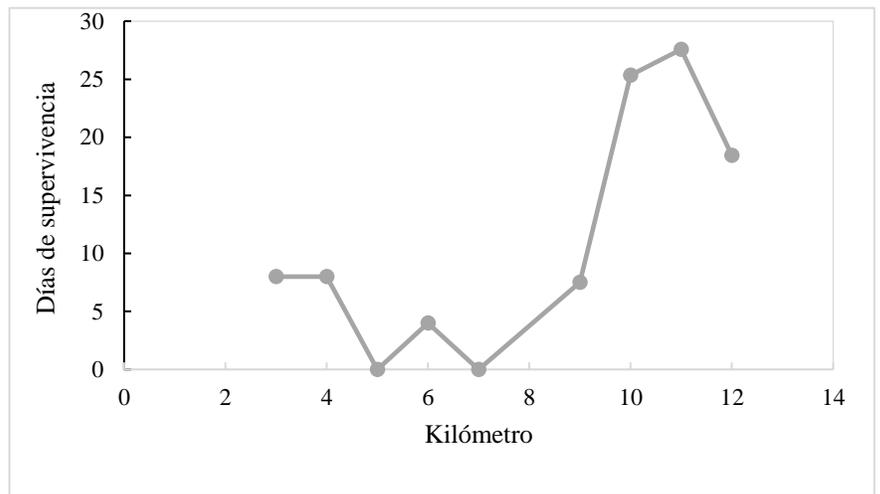


Figura 15. Días de supervivencia por Kilómetro.

Las distancias de la línea de marea que se tomaron en 14 nidos in situ fueron las observadas en la Figura 16, teniendo un promedio de 21.22 m de distancia, y dos nidos con una distancia de 0 m, los cuales fueron inundados por las olas.

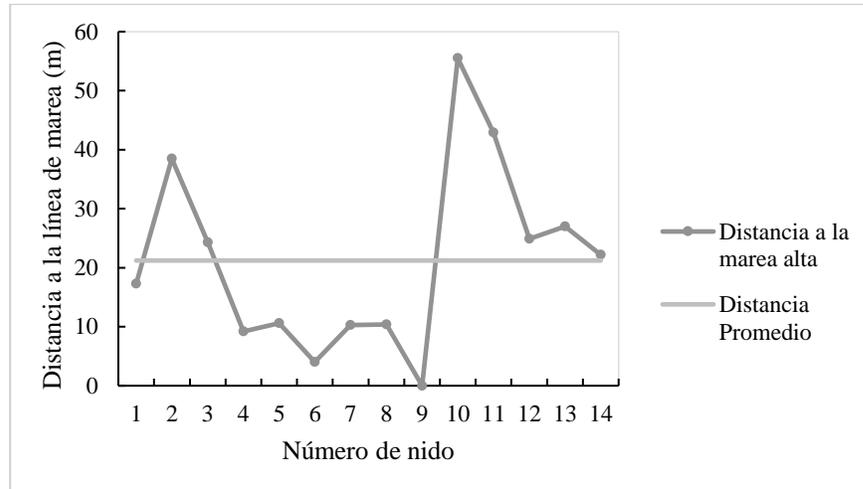


Figura 16. Distancias a la línea de marea desde nidos in situ.

El oleaje causado por el huracán Kay, entró al corral, destruyó y arrastró gran cantidad de los nidos que albergaba (Figuras 17A y 17B). Para la distancia de la línea de marea alta hasta la malla del corral se obtuvieron las siguientes fluctuaciones (Figura 18), con la mayor distancia de 38.9 m el 6 de julio, y alcanzando la menor con -9.4 m el 6 de septiembre, día del paso del huracán Kay en la playa Mayto. Se presentó un promedio de 14.7 m de distancia, menos del promedio de la distancia de los nidos in situ que fue de 21.22 m.



Figura 17A. Corral de incubación antes del huracán Kay, representándolo por el asterisco rojo y también la cabaña de referencia con el asterisco amarillo. Tomada de fb.com/campamentomayto



Figura 17B. Corral de incubación después del huracán Kay, representándolo por asterisco rojo y también la cabaña de referencia con asterisco amarillo. Tomada de fb.com/campamentomayto

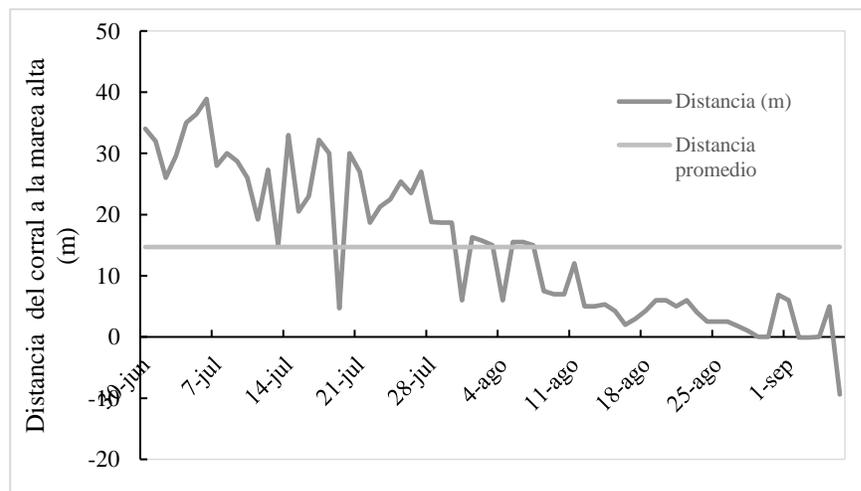


Figura 18. Distancia de corral de incubación a la marea más alta.

Las distancias a la línea de marea de los nidos in situ y los nidos de corral se muestran en siguiente gráfica (Figura 19), se observó que para los nidos in situ existe más variabilidad en las

distancia, así, permanecen más alejados de la marea. Se presentaron distancias a la marea en el corral tan bajas como -9.4 m y tan altas como 38.9 m; para los in situ, presentaron medidas tan bajas como 0 m y tan altas como 55.5 m; esta última medida corresponde al único nido sobreviviente. El promedio de distancia fue de 14.70 m para los nidos de corral y 21.22 m para los in situ, sólo difieren en 6.53 m, sin embargo, en un fenómeno como lo fue el huracán Kay estos metros son cruciales para la supervivencia de los nidos, puesto que sólo dos días antes, la marea llegaba al pie de la malla del corral (0 m), para luego entrar 9.4 m dentro de él. Así mismo, se observa que la DS es mayor para los nidos in situ con 15.83, y para el corral fue de 11.91, lo cual corrobora que los nidos in situ presentan mayor variabilidad, sin embargo, no se observaron diferencias entre las distancias a la línea de marea entre el corral de incubación y los nidos in situ ($\alpha=0.05$, $W=0.183$), por Mann-Whitney.

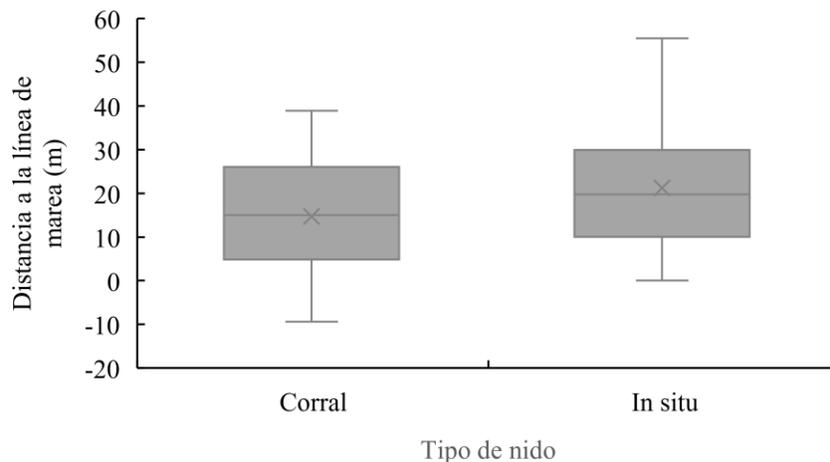


Figura 19. Comparación de las distancias de los nidos in situ y los corrales de incubación a la línea de marea.

4.2 NORMA Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012

“Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.”

La NOM-162 tiene varios acuerdos acerca de la incubación natural o in situ, en el numeral 6.5 se dice que la incubación DEBE darse in situ, y sólo por excepción (depredación, saqueo,

inundación fuera de control) se realiza la reubicación de nidos en vivero o corral. En este apartado, con la evidencia de este estudio y de lo que ha sucedido durante los 17 años de protección y conservación de la tortuga marina en la playa de Mayto, no se recomienda realizar la reubicación de nidos en esta playa solo en casos de excepción (ejemplo; en días de huracán), debido a que la dinámica de la playa, la depredación, saqueos e impactos antropogénicos, son durante todo el año, por lo que los nidos in situ de tortuga marina quedan altamente expuestos, lo cual repercute en el número de nidos protegidos, así como del éxito de eclosión.

También menciona que en caso de riesgo inminente (eventos meteorológicos extraordinarios y contaminación) se aplicará lo previsto en las medidas de contingencia del Plan de Manejo. Para el caso de Mayto, donde se tiene ya el conocimiento sobre la anual temporada de huracanes debe ser estricto este plan, y buscar estrategias para que la erosión no afecte el corral de incubación. En el apartado 6.6 menciona el patrullaje como medida para no perder nidadas, sin embargo, así sólo se marcase con estacas, pudimos observar estas marcas son altamente inestables, al ser una playa tan amplia, dinámica, albergar ecosistemas como esteros, lluvias, marejadas, animales, fuertes vientos, entre otros que pueden derrumbarlas.

A Mayto llega turismo de “Racers” (vehículos 4x4 más pesados y ruidosos que un cuatrimoto), y muchas camionetas fueron avistadas en la playa, los cuales exceden el peso que advierte la norma de 300 kg, esto es algo que debe regularse pronto, puesto que éstos destruyen muchos nidos y marcas in situ, además, ahuyentan la fauna y erosionan la playa de su estado semi virgen.

La norma también dicta, que si se presentan problemas por depredadores deben tomarse medidas para evitar la pérdida de los huevos y las crías, sugiriendo que para disminuir la depredación durante la emergencia hasta la entrada al mar, se debe tener un monitoreo constante, lo cual en Playa Mayto es una medida altamente difícil de realizar en nidos in situ, debido a que tiene una longitud de 11.6 km, por lo que recorrerla durante el día (además de los recorridos nocturnos), implica mayor tiempo y esfuerzo (colaboradores), así como mayor financiamiento para esta actividad. Playa Mayto al ser operada por una asociación civil (Eco-Mayto A.C) emplea todos sus esfuerzos y recursos para realizar dos patrullajes nocturnos (11-2 am y de 5-8am) y con ello realizar la colecta para proteger y reubicar los nidos de los 11.6 km de playa.

En este orden de ideas, también se hace complejo el hecho de saber en qué momento exacto después de la incubación eclosionarán los nidos in situ, por lo cual lo que dice la norma sobre que

debe permitirse que las crías sigan su proceso natural de emergencia y desplazamiento por la playa hasta llegar al mar, es un objetivo complicado y riesgoso de cumplir, en su trayecto hacia al mar en horas del día, es muy probable que las crías sean depredadas por las aves, cangrejos o por cualquier otro animal silvestre, así como de perros domésticos y ferales. Además, se debe considerar que hay temporadas en las que esta playa puede llegar a medir 55.5 m (140 m registrados en 2016; (Arias-Galván, 2016.)) de ancho, por lo que en temporada de verano (donde la temperatura de la arena es más elevada), las crías podrían tener problemas de calcinación durante su trayecto al mar.

Respecto a la construcción de los corrales de incubación, el campamento tortuguero Mayto sigue la norma, sin embargo, ésta dicta, que el corral debe situarse por lo menos a la cota de 1 m sobre el nivel de la pleamar máxima registrada, lo cual es poco confiable en playa Mayto, debido a la dinámica observada en este estudio. Por lo que, frente a la visión de conservación y protección de las tortugas marinas, en Mayto se deben construir los corrales de incubación lo más alejado a la línea de marea, siempre y cuando sea un lugar con las condiciones óptimas para el desarrollo y crecimiento de los huevos de la tortuga marina.

5. Análisis

Es fundamental la labor de protección y conservación de tortugas marinas por el Campamento Tortuguero Mayto, así como la reubicación de nidos a los corrales de incubación, debido a que el número de nidos in situ eclosionados en la temporada estudiada fue demasiado bajo en contraste con los eclosionados de los nidos de corral (1 in situ /95 corral), siendo la erosión costera la mayor amenaza de los nidos in situ. Observando la cantidad de huevos con desarrollo pero sin eclosionar en el nido in situ, (47/95), se puede notar que la gran incidencia de radiación solar durante la temporada de verano fue un factor determinante. Según estudios para la supervivencia de nidos de la tortuga golfina, es más beneficiosa un área totalmente sombreada comparada con una sin sombra (Hasbún et al., 2000; Sandoval-Ramírez, 2017). Con la evidencia obtenida, se puede observar que los nidos in situ en playa Mayto no tienen mucha oportunidad de eclosión respecto a los nidos trasladados al corral de incubación, ya que, dependiendo de las condiciones ambientales, el campamento Tortuguero Mayto puede implementar estrategias (cerca, riego, malla sombra y techos de palma para nidos), para aumentar la supervivencia de las crías de tortuga marina

Por otro lado, el mayor número de nidos encontrados fue en el kilómetro 11, esto pudiera deberse a que es una zona con escasa población humana y que al desembocar el río del pueblo Aquiles Serdán, pudiera llegar a ser una barrera natural para los depredadores montunos, incrementando la supervivencia de los nidos y la preferencia de la tortuga golfina en anidar en playas altamente húmedas y cercanas a desembocaduras de ríos y esteros, puesto que estos cuerpos de agua proporcionan una fuente de nutrientes continua (López-Castro, 2004; Foley et al., 2006; Hawkes et al., 2009; Cabrera Ramírez et al., 2018). El río Aquiles está ubicado en el km 9 de playa Mayto, y forma un estero que se extiende hasta el área del kilómetro 11; la salinidad también un factor clave, la arena con menor salinidad es preferida para la anidación (Wood & Bjorndal, 2000). Se puede conjeturar el hecho que las tortugas nacidas en el kilómetro 11, regresen en su etapa adulta por filopatría, explicando la mayor concentración de nidos en esta zona específica, y la posibilidad de repetibilidad de la selección del sitio en visitas sucesivas (Ávila-Aguilar, 2015). 9 nidos in situ fueron encontrados en el kilómetro 12; en contraste con la Figura 10, se puede observar que a los nidos de los kilómetros 1 y 8 se le perdió el rastro debido al huracán.

En el kilómetro 2 no se encontraron nidos in situ, puede deberse a la muy reciente construcción de una pista para aviones, en donde la zona B del kilómetro 2 se encuentra llena de troncos de árboles y restos de madera, lo cual no es atractivo para las hembras golfina ya que son lugares secos y erosionados que corresponden a una perturbación antrópica tanto directa como indirecta, el aporte sedimentario es detractor de la supervivencia de los nidos, por lo cual no es un kilómetro óptimo para la anidación de las tortugas; hay que tener en cuenta la simbiosis entre factores naturales y antropogénicos con la modificación de las playas (Gual, 2009), también que existe una relación entre el incremento del tamaño de grano y el decremento en el éxito en la eclosión; pues los granos gruesos no retienen el agua necesaria para la anidación (Ackerman, 1997). Sumado a esto, la conexión que tiene la pista con el pueblo de Mayto, sirvió como un puente para atraer depredadores ferales.

En ese orden de ideas, con respecto a la presión antrópica que puede incurrir en el territorio, el kilómetro 2 y el 9 presentaron más nidos depredados que los demás kilómetros (2/7 depredados cada uno). En el km 9, pueblo Aquiles Serdán, la cercanía a la playa facilita el saqueo de los huevos para consumo humano. También a su alrededor se encuentran perros y coyotes los cuales son unos de los mayores depredadores de nidos de tortuga en las costas mexicanas (López-Castro, 2004), por ejemplo, la pérdida de los nidos debido a los coyotes alcanza el 81,4% en el suroeste de la costa de Baja California (Méndez-Rodríguez & Álvarez-Castañeda, 2016). Las marcas solitarias (sin triangulación) de los nidos in situ se perdieron en su totalidad (7 nidos), estas se distribuyeron en varios kilómetros: del 4-7, 9, y del 11-12, por lo que posteriormente se implementó el método de triangulación, y con ello se concluyó, que el mejor método para marcar los nidos in situ fue la triangulación (fue el único que prevaleció hasta el fin de la incubación). La depredación se dio en los kilómetros 3, 6, 9, 10 y 11, siendo mayor en el 3 y 9. Entre la depredación animal y el saqueo antrópico de los huevos, la depredación fue mayor; estos son verdaderos problemas por resolver, si se quisiera mantener nidos in situ, se tendría que optar porque el marcaje también funcione como barrera a depredadores, tales como mallas de metal

La morfología de la playa (ancho, pendiente, cambios en la línea de costa) es un importante factor en la selección de sitios de anidación de la tortuga golfina (Cabrera Ramírez et al., 2018; Bolongaro et al., 2010; Barik et al., 2014), la zona B en la playa de Mayto es la más ancha y constante en cuanto a su morfología al ser un gran banco de arena que en promedio se encuentra a 15.7 m distante a la línea de marea y en promedio presenta una temperatura de 29,7°C (el rango

seguro de temperatura para el desarrollo de los embriones es de 25 a 35°C (Ackerman, 1997), es semi húmeda ya que infiltra el agua de la marea alta y tiene una pendiente suave, características que la convierten óptima para la anidación de tortugas de la especie golfina.

Con el paso del huracán Kay se puede anotar que hay que procurar mantener los nidos de incubación lo más alejados posible de la marea en la temporada de huracanes, puesto que el 42% de los eventos en el corral fueron de erosión, y el 70% de los in situ (35/53) que se encontraban en la zona B también los destruyó Kay; la erosión fue tal que formó una pared alta de arena en varias zonas de la playa, la cual no permitió que las tortugas se movieran hacia los lugares de oviposición, disminuyendo el número de nidos a inicios de septiembre. De alguna manera este suceso también cumple un rol eco sistemático: los huevos no eclosionados y las cáscaras en la arena actuaron como fertilizadores y estabilizadores de la vegetación costera, a la vez que sirvieron de alimento a animales que habitan en la zona marino-costera (Hannan, 2007; Cáceres-Farias, 2022). AGREGAR

En cuanto a la NOM-162-SEMARNAT-2012, se sugiere un apartado en la que se investigue, consulte y se colabore con los responsables de los sitios de anidación en el país de México, para conocer la realidad de estos lugares y con ello, se determine la viabilidad de las técnicas de protección y conservación de las tortugas marinas, de acuerdo a las características particulares de las playas, y en ese orden especificar los procedimientos que conviene llevar en cada playa de anidación, reformando las misiones para custodiar efectivamente la conservación de sus poblaciones en un país de mega-biodiversidad e importancia ecológica como es México. La presencia de depredadores debería ser una certeza, y a partir de esto intensificar los cuidados y labores del campamento tortuguero.

El huracán Kay al ser un evento extraordinario y con las pérdidas de nidos que hubo, no puede determinar ni limitar el valor de la labor del Campamento Tortuguero Mayto, puesto que si bien el 29.6% de los nidos de corral fueron erosionados en la temporada de mayo al 6 de diciembre de 2022 (181/611 resguardados) y 5.07% depredados (31/611), los resultados de eclosión de nidos superan estas cifras, ya que eclosionó el 65.3% de los nidos sembrados (399/611), con un éxito de eclosión del 25% que equivale a 14391 crías vivas de tortuga golfina. En contraste con los resultados obtenidos de la temporada de anidación de la tortuga golfina de mayo 2021 a diciembre de 2022, sin los efectos del huracán, podemos valorar que se colectaron 961 nidos de tortuga golfina, de los cuales ninguno fue erosionado y solo el 10.7% (103/961) fueron depredados, con un éxito de eclosión del 68.4%, liberando 61727 de las crías después de la incubación,

demonstrando así, que el trabajo del campamento es altamente relevante en cuanto a la conservación y recuperación de la población de tortuga golfina, y que no es posible realizarlo sólo por excepción de los eventos, como dicta la norma, pues si se dejasen in situ, con base a toda la evidencia, sería mucho mayor la pérdida de crías por saqueo, depredación y erosión.

México como país crucial en la conservación de esta especie podría invertir mayores recursos para este fin en cuestiones de logística para los campamentos, se podrían alcanzar grandes logros si se prestase mayor dedicación y atención por parte de las autoridades gubernamentales. La construcción de los corrales en Mayto no debería accionarse sólo cuando suceden los eventos mencionados por la norma, por lo que pudimos evidenciar, se debe anteponer los trabajos de conservación a ellos, puesto que si se cumple como lo advierte, habría éxito de eclosión casi nulo para la especie golfina en esta playa.

6. Conclusiones

Se debe seguir, perfeccionar y divulgar el proceso urgente de los campamentos tortugueros al crear corrales de incubación ex situ en México, para que el estado de vulnerabilidad ante la extinción que presenta la tortuga golfina pueda desaparecer, puesto que los huevos in situ, en su mayoría no sobreviven la semana en playas altamente dinámicas.

La distancia a la marea es crucial para la supervivencia de los nidos in situ, se puede decir que una línea de pleamar que permita la incubación en este caso sería de 21,22 m de distancia (sin una marea muy fuerte); con esto se evidencia la preferencia de las hembras a anidar en la zona B, pues ésta, en promedio, estuvo alejada 17 m de la zona A que es donde se presenta la marea.

Lo que se pensaba acerca de que la depredación y el saqueo de la población de Mayto hacia los huevos eran el mayor impacto, no se pudo evidenciar durante los meses de monitoreo, puesto que la erosión por fenómenos climáticos fue el detractor más fuerte de la incubación in situ. Los lugareños mencionaron que hace 20 años no entraba el océano hacia la playa a esa misma magnitud; el ascenso del nivel del mar probablemente aumente en los años venideros como consecuencia directa del inminente calentamiento global, produciendo una pérdida sustancial de los entornos naturales donde las tortugas marinas anidan, por ejemplo, la humedad adicional del oleaje puede perturbar los nidos, exponiendo los huevos a los depredadores o a la luz solar directa, lo cual mencionamos que puede ser letal para una cría de tortuga marina.

Como factor determinante, durante la temporada de huracanes la elaboración del corral de incubación debe hacerse lejos de la playa o dentro espacios que estén fuera del alcance de las olas, ejemplo: hoteles, sin embargo, debido al número de nidos que se protegen en playa Mayto no existe un espacio de tales dimensiones, además del recurso que se necesitaría para adaptar y mantener estos espacios. En cambio en lugares con menos anidación esto podría ser viable, como lo es el campamento tortuguero El Almejal en Bahía Solano, pacífico colombiano, donde mantienen los corrales dentro del hotel, lejos de la marea, en donde podrían ser mejor resguardados y vigilados (Figura 20).



Figura 20. Corral de incubación de corral Ecolodge El Almejal, Chocó, Colombia.

Las sombras en el corral son cruciales para la mayor supervivencia de las crías, y en campamento Mayto se utilizaron palmeras amarradas a canastas de plástico como proveedoras de sombra, lo cual es una estrategia de reducción a la exposición de radiación solar y, protección a las crías en el momento que emergen durante el día; sin esta medida de protección, estas crías podrían morir en pocas horas (Sosa-Cornejo et al., 2022).

Aunque las mayores pérdidas hayan sucedido debido a la erosión que provocó el huracán Kay, podemos concluir que la labor de un campamento tortuguero es supremamente importante para que la especie prevalezca y que acorde a lo anteriormente establecido, se puede evidenciar que la incubación in situ no es la mejor práctica en playas afectadas por la erosión, depredación y saqueo, para la conservación de tortugas marinas.

Cada playa tiene una dinámica espaciotemporal única respecto a algunas de sus propiedades físicas, químicas y ambientales que cambian en respuesta a las presiones antropogénicas (modificación del hábitat) y ambientales (Cabrera-Ramírez et al. 2018; Mir-Gual, 2009). A pesar de que la conservación y vigilancia en las playas de anidamiento es una actividad que se lleva a cabo en muchísimas playas del mundo, la información sobre el éxito de las actividades de protección es limitada (Sosa-Cornejo et al., 2022) por esto, es importante llevar a cabo esta acción

meticulosa y cuantificablemente, para que todos los esfuerzos valgan y se puedan evidenciar en el incremento de las crías de esta especie de forma global y su salida del estado de vulnerabilidad. La disponibilidad limitada de los recursos (como combustible para el cuatrimoto) fue un factor por el cual podemos estar perdiendo detalles valiosos en esta investigación.

En el estudio de Sosa-Cornejo (2022), nos menciona que existen registros de años anteriores, en donde se pudo evidenciar que en dos playas del Pacífico al noroeste mexicano llamadas Caimanero y el santuario Ceuta, se produjeron pérdidas de hasta el 90% de los nidos in situ debido a la depredación y la caza furtiva, con lo cual el traslado de los nidos a corrales de conservación ha reducido estas pérdidas. (da Silva et al., 2007), esto nos advierte que se debe incrementar el esfuerzo en todas las fases de incubación de las tortugas.

Por todas las dinámicas anteriormente mencionadas y los eventos que se repiten en frecuencia en Mayto, consideramos que es menester perpetuar la labor del campamento tortuguero sin dejar nidos in situ, intensificar la labor de patrullaje y recolección de nidos, y la divulgación científica para los turistas y el pueblo en general, pues de no ser por eventos extraordinarios, todos los nidos recolectados alcanzan la eclosión. En un país como México donde el turismo es uno de los sectores que más aportan al producto interno bruto (INEGI, 2022), es crucial implementar el ecoturismo responsable y que aporte significativamente a la recuperación y bienestar de los hábitats para las tortugas marinas. Con el ingreso económico que genera, podría presionar a los gobiernos y aumentar los esfuerzos para mitigar las amenazas a las tortugas golfina, al pensarse sanciones legales para los que atenten con su integridad, y justificar la creación de reservas y parques nacionales protegidos. Para garantizar la salud de los ecosistemas marinos, y dada la variedad de funciones que desempeñan las tortugas marinas, debemos mantener, proteger y velar por el restablecimiento de su población.

7. Recomendaciones

La principal recomendación para futuros estudios sería que se dé un periodo de observación más extenso, principalmente el pico de la temporada que abarcan los meses de agosto y septiembre y más nidos observados tanto in situ como de corral. Esto permitiría obtener más datos para tener una percepción más completa de los resultados de toda una temporada de anidación. Al observar más nidos, puede haber más confianza en los datos recogidos y, por tanto, las conclusiones y hallazgos pueden ser más precisas.

Sería pertinente hacer un estudio profundo acerca de las características físicas de la arena en la playa de Mayto, para sustentar porqué en algunas zonas de la playa se encuentran más o menos anidaciones.

Una cuestión ética que se planteó, y que causó el mayor sesgo en este estudio fue la elección de tener más nidos en el corral de incubación que in situ. Se sabía que, en anteriores temporadas de anidación en esta playa, los nidos en el corral tenían muchas más posibilidades de sobrevivir que los nidos in situ. Durante las patrullas, no hubo oposición a la hora de decidir qué nidos se llevarían al corral. Esto hizo que hubiera más nidos en el corral que in situ y fue una fuente de sesgo en la recolección de datos.

Referencias

- Ackerman, R. A. (1997). The nest environment and the embryonic development of sea turtles. En *The biology of sea turtles* (pp. 83-106). CRC Press.
- Adam, V., Tur, C., Rees, A. F., & Tomás, J. (2007). Emergence pattern of loggerhead turtle (*Caretta caretta*) hatchlings from Kyparissia Bay, Greece. *Marine Biology*, 151, 1743-1749.
- Arias-Galván, D.G. (2016). Variación espacio temporal de la morfología de la playa y su efecto en la anidación de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la playa Mayto, Cabo Corrientes, Jalisco, México. Tecnológico Nacional de México. Bahía Banderas. Reporte no publicado.
- Ávila-Aguilar, A. (2015). Nest-site selection of *Lepidochelys olivacea* (Testudines: Cheloniidae) in the South Pacific region of Costa Rica. *Revista De Biología Tropical*, 63(S1), 375–381.
- Barik, S. K., Mohanty, P. K., Kar, P. K., Behera ,B. & Patra, S. (2014). Environmental cues for mass nesting of sea turtles. *Ocean and Coastal Management* 95: 233-240. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2014.04.018
- Bolongaro, A., Márquez-García, A. Z., Torres-Rodríguez, V., & García-Vicario, A. (2010). Vulnerabilidad de sitios de anidación de tortugas marinas por efectos de erosión costera en el estado de Campeche, p. 73-96. En A.V. Botello, S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz (ed.). *Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático*. SEMARNAT-INE, UNAM-ICML, Universidad Autónoma de Campeche. 514 p.
- Cabrera-Ramírez, M. A., Carranza-Edwards, A., & Quintero de Leonardo, E. (2018). Influencia del aporte sedimentario del río Cozacoaltepec en la anidación de tortugas en la playa La Escobilla en Oaxaca, en el Pacífico mexicano. *Hidrobiológica* 28 (1): 71-81 DOI: 10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2018v28n1/Cabrera
- Cáceres-Farías, L., Reséndiz, E., Espinoza, J., Fernández-Sanz, H., & Alfaro-Núñez, A. (2022). Threats and Vulnerabilities for the Globally Distributed Olive Ridley (*Lepidochelys olivacea*) Sea Turtle: A Historical and Current Status Evaluation. *Animals*, 12(14), 1837. <https://doi.org/10.3390/ani12141837>
- Chumo Guevara, A. M. (2021). Análisis de la mortalidad de mamíferos, tortugas y aves marinas en las playas de la reserva marina El Pelado en el año 2016. La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias del Mar. 37p.

- Coria-Monter, E., & Durán-Campos, E. (2017). The relationship between the massive nesting of the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) and the local physical environment at La Escobilla, Oaxaca, Mexico, during 2005. *Hidrobiológica* 27 (2): 201-209. DOI: 10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2017v27n2/Coria
- da Silva, A. C. C. D., de Castilhos, J. C., Lopez, G. G., & Barata, P. C. R. (2007). Nesting biology and conservation of the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Brazil, 1991/1992 to 2002/2003. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(4), 1047–1056. <https://doi.org/10.1017/s0025315407056378>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2002). Acuerdo por el que se determinan como áreas naturales protegidas, con la categoría de santuarios, a las zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de las diversas especies de tortuga marina, ubicadas en los estados de Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán, identificadas en el decreto publicado el 29 de Octubre de 1986. págs. 35–36. SEMARNAT. En Secretaría de Gobernación *SEGOB*. <http://bit.ly/3RoQE03>
- Foley, A. M., Schroeder, B. A., Hardy, R., MacPherson, S. L. & Nicholas, M. (2014). Long-term behavior at foraging sites of adult female loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from three Florida rookeries. *Marine Biology* 161 (6): 1251-1262. DOI: 10.1007/s00227-014-2415-9
- García, A., Ceballos, G., & Adaya, R. (2003). Intensive beach management as an improved sea turtle conservation strategy in Mexico. *Biological Conservation*, 111(2). [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00300-2](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00300-2)
- Gual, M. M. (2009). Modificaciones del perfil de playas en las Islas Baleares (Playas de Can Picafort y Es Comú de Muro). *Investigaciones Geográficas* (España), (50), 191-207. <https://doi.org/10.14198/ingeo2009.50.10>
- Hannan, L.B., Roth, J.D., Ehrhart, L.M., & Weishampel, J.F. (2007). Dune vegetation fertilization by nesting sea turtles. *Ecology*, 88, 1053–1058.
- Hart, C. E., Zavala-Norzagaray, A. A., Benítez-Luna, O., Plata-Rosas, L. J., Abreu-Grobois, F. A., & Ley-Quíñonez, C. P. (2016). Effects of incubation technique on proxies for olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) neonate fitness. *Amphibia Reptilia*, 37(4). <https://doi.org/10.1163/15685381-00003072>

- Hasbún, C. R., Vázquez M., León E., & Thomas C. (2000). The use of shade over olive ridley, *Lepidochelys olivacea*, hatcheries. Memoria de resúmenes. En 18th International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Mazatlán, Sin. México.
- Hawkes, L. A., Broderick, A. C., Godfrey, M. H. & Godley, B. J. (2009). Climate change and marine turtles. *Endangered Species Research* 7: 137-154. DOI: 10.3354/esr00198
- INEGI. (2022) Cuenta Satélite del Turismo de México. En *INEGI*. <http://bit.ly/3YvNmun>
- Llamas, I. 2010. Programa de conservación de tortugas marinas: Campamento Tortuguero Playa Mayto. Reporte Temporada 2005-2020. EcoMayto A.C., Mayto, Cabo Corrientes, Jalisco. Reporte no publicado.
- López-Castro, M. C., Carmona, R., & Nichols, W. J. (2004). Nesting characteristics of the olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Cabo Pulmo, southern Baja California. *Marine Biology*, 145(4). <https://doi.org/10.1007/s00227-004-1359-x>
- Márquez, R., & del Carmen Farías, M. (2000). *Las tortugas marinas y nuestro tiempo* (No. 597.92 M3.). México DF: Fondo de cultura económica.
- Maulany, R. I., Booth, D. T., & Baxter, G. S. (2012). The effect of incubation temperature on hatchling quality in the olive ridley turtle, *Lepidochelys olivacea*, from Alas Purwo National Park, East Java, Indonesia: implications for hatchery management. *Marine Biology*, 159, 2651-2661.
- Méndez, E. (2022). Crearán 17 santuarios para tortugas en México ¿En qué playas estarán?. En *Excelsior*. <https://bit.ly/3HIuDVx>
- Méndez-Rodríguez, L., & Álvarez-Castañeda, S. T. (2016). Predation on turtle nests in the southwestern coast of the Baja California Peninsula. *Revista Mexicana De Biodiversidad*, 87(2), 483–488. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.02.005>
- Mrosovsky, N. (2006). Distorting gene pools by conservation: assessing the case of doomed turtle eggs. *Environmental Management*, 38(4), 523-531.
- National Wildlife Federation. (s. f.). Olive Ridley Sea Turtle. En *National Wildlife Federation*. <http://bit.ly/3Y55dIj>
- NOAA. (2021). What causes a sea turtle to be born male or female?. En *NOAA*. <http://bit.ly/3XicYd0>

- NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. En *SEGOB*. <http://bit.ly/3YeZnEy>
- NORMA Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. En *SEGOB*. <http://bit.ly/3Jq0VHd>
- Núñez-Solano, M.C. (2021). Parámetros hematológicos y bioquímicos sanguíneos de las hembras anidantes de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) de Playa Mayto, Cabo Corrientes, Jalisco. Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Reporte no publicado.
- Ocana, M., Harfush-Melendez, M., & Heppell, S. S. (2012). Mass nesting of olive ridley sea turtles *Lepidochelys olivacea* at La Escobilla, Mexico: linking nest density and rates of destruction. *Endangered Species Research*, 16(1), 45-54.
- Orozco-Bravo, M., Contreras Cueva, A. B., Orozco-Alvarado, J., & Orozco-Zepeda, Q. (2019). Turismo de naturaleza y desarrollo sustentable y en el Campamento Tortuguero “Mayto”; como actividades complementarias a la protección de la tortuga marina. *InterSedes*, 20(41), 51-75.
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático [IPCC]. (2022). Chapter 4: Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. En IPCC. <https://bit.ly/3HaKRXi>
- Parque Nacional Lagunas de Chacahua. (2008). Programa de Monitoreo de la Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en el Parque Nacional Lagunas de Chacahua. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. En *CONANP*. <https://bit.ly/3JTLgjN>
- Pueblos América. (2020). Maito (Jalisco). En Pueblos América. <https://mexico.pueblosamerica.com/i/maito/>
- Sandoval-Ramírez, J.L. (2017). Influencia de factores ambientales sobre el éxito de incubación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en condiciones de vivero en el estado de Guerrero, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. 80 pp.
- SEMARNAT. (2018). Programa de acción para la conservación de la especie tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*). En *GOBIERNO DE MÉXICO - CONANP*. <https://bit.ly/3wH8X72>
- SEMARNAT. (2021). Seis especies de tortuga marina que se distribuyen en aguas mexicanas. En *GOBIERNO DE MÉXICO – SEMARNAT*. <http://bit.ly/3DpuCEG>

- Sivakumar, K., Kumar, R.S., Ramesh, C., Adhavan, D., Hatkar, P., Bagaria, P., Kukadia, D., & Jyothi, P. (2016). Conservation Strategy and Action Plan for the Marine Turtles and their Habitats in Puducherry. Wildlife Institute of India, Dehradun. Pg. 66.
- Sosa-Cornejo, I., Peinado-Guevara, L.I., Contreras-Aguilar, H.R., Enciso-Saracho, F., Sandoval-Bautista, M., Enciso-Padilla, I., & Campista-León, S. (2022). Evaluation of nest management phases for *Lepidochelys olivacea* at two beaches in Northwest Mexico. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194 (2), 130. <https://doi-org.udea.lookproxy.com/10.1007/s10661-022-09792-1>
- Tavares, D.C., Moura, J.F., Acevedo-Trejos, E., & Merico, A. (2019). Traits shared by marine megafauna and their relationships with ecosystem functions and services. *Frontiers in Marine Sciences*. 6:262. doi: 10.3389/fmars.2019.00262
- Van Dissel, H. G., & Márquez, R. (1981). A Method for Evaluating the Number of Massed Nesting Olive Ridley Sea Turtles, *Lepidochelys Olivacea*, During an Arribazón, With Comments On Arribazón Behaviour. *Netherlands Journal of Zoology*, 32(3), 419-425. <https://doi.org/10.1163/002829681X00428>
- Wood, D. W., & Bjorndal, K. A. (2000). Relation of temperature, moisture, salinity, and slope to nest site selection in Loggerhead Sea Turtles. *Copeia*, (1), 119. [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2000\)2000\[0119:rotmsa\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2000)2000[0119:rotmsa]2.0.co;2)
- World Wildlife Fund (WWF). (2018) Olive ridley Turtle. En WWF. <http://bit.ly/3XPrr18>

Anexos

Anexo 1. *Distancias a la marea desde los dos tipos de nido.*

Número de mediciones	Distancia desde el corral a marea alta (m)	Distancia desde nidos in situ a marea alta (m)
1	34	17,3
2	32	38,5
3	26	24,3
4	29,6	9,2
5	35	10,6
6	36,4	4
7	38,9	10,3
8	28	10,4
9	30	0
10	28,7	55,5
11	26	42,9
12	19,2	24,9
13	27,3	27
14	15	22,2
15	33	No se tiene información
16	20,5	
17	23	
18	32,2	
19	30	
20	4,7	
21	30	
22	27	
23	18,7	
24	21,3	
25	22,5	
26	25,4	
27	23,5	
28	27	
29	18,8	
30	18,7	
31	18,7	
32	6	
33	16,3	
34	15,7	

MONITOREO DE NIDOS IN SITU Y DE CORRAL DE LA ESPECIE *LEPIDOCHELYS OLIVACEA*...

35	15
36	6
37	15,5
38	15,5
39	15
40	7,5
41	7
42	7
43	12
44	5
45	5
46	5,3
47	4,2
48	2
49	3
50	4,3
51	6
52	6
53	5
54	6
55	4
56	2,5
57	2,5
58	2,5
59	1,8
60	1
61	0
62	0
63	6,9
64	6
65	-0,1
66	-0,1
67	0
68	5
69	-9,4

Anexo 2. Tabla utilizada en campo para tomar los datos del corral de incubación.

Transect #	Date	Time	Investigator	Temp SE corner	Temp SW	Temp NW	Temp NE	Temp Center	Distance W fence to high tide	Observations
------------	------	------	--------------	----------------	---------	---------	---------	-------------	-------------------------------	--------------

Anexo 3. Tabla de medidas morfométricas de las crías.

Date	Time	Investigator	Hatchery or In Situ (H / I)	Nest #	Hatchling #	Dead or alive	LRC	ARC	LCC	ARC	Weight (g)	Obervations (malformations, threats)

Anexo 4. Locación de Mayto, tomada de Google Earth.



Anexo 5. Tortuga de especie golfina anidando en la zona B de la playa, frente al campamento tortuguero.



Anexo 6. Erosión de un nido de corral después del huracán Kay.



Anexo 7. Estudiantes en campo colectando información, tomando la temperatura a 45 cm de profundidad con bayoneta y midiendo las zonas de la playa, esta es la zona B.

