

ISSN 2413-337X

REVISTA NICARAGUENSE DE BIODIVERSIDAD

N° 113

Agosto 2024

REGISTRO DE FACTORES ABIÓTICOS Y SU INFLUENCIA EN
EL COMPORTAMIENTO ANIDATORIO DE LA TORTUGA
VERDE (*CHELONIA MYDAS*) EN PLAYA MATA OSCURA,
PROVINCIA DE VERAGUAS, PANAMÁ

Mireya Méndez & Catalina Gómez



PUBLICACIÓN DEL MUSEO ENTOMOLÓGICO
LEÓN - - - NICARAGUA

La Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) es una publicación que pretende apoyar a la divulgación de los trabajos realizados en Nicaragua en este tema. Todos los artículos que en ella se publican son sometidos a un sistema de doble arbitraje por especialistas en el tema.

The Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) is a journal created to help a better divulgation of the research in this field in Nicaragua. Two independent specialists referee all published papers.

Consejo Editorial

Jean Michel Maes
Editor General
Museo Entomológico
Nicaragua

Milton Salazar
Herpetonica, Nicaragua
Editor para Herpetología.
herpingnicaragua@gmail.com

Eric P. van den Berghe
ZAMORANO, Honduras
Editor para Peces.

Liliana Chavarría
ALAS, El Jaguar
Editor para Aves.

José G. Martínez-Fonseca
Nicaragua
Editor para Mamíferos.

Oliver Komar
ZAMORANO, Honduras
Editor para Ecología.

**Estela Yamileth Aguilar
Álvarez**
ZAMORANO, Honduras
Editor para Biotecnología.

Indiana Coronado
Missouri Botanical Garden/
Herbario HULE-UNAN León
Editor para Botánica.

URL DE LA REVISTA: <http://www.bio-nica.info/revistanicarague/index.html>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 4.0 Internacional

Foto de portada: Trabajo de campo, los autores, Mireya Méndez (medio)
(Foto © Reina Ramos).

REGISTRO DE FACTORES ABIÓTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO ANIDATORIO DE LA TORTUGA VERDE (*CHELONIA MYDAS*) EN PLAYA MATA OSCURA, PROVINCIA DE VERAGUAS, PANAMÁ

Mireya Méndez¹ & Catalina Gómez²

RESUMEN

La tortuga verde *Chelonia mydas* (LINNAEUS, 1758) (Testudines: Cheloniidae), se caracteriza por una elevada capacidad de selección en hallar sitios potenciales para anidar. Una variedad de factores físicos negativos pondría en desventaja el éxito de anidación. Por este motivo en el presente trabajo, se determina mediante factores abióticos, el comportamiento de la tortuga marina *C. mydas* y como estos influyen en la selección de un sitio adecuado para su ovoposición, el registro de temperatura de la arena, tamaño de grano, horario por intervalo de hora, meses de temporada frecuentados, zona y sectores de preferencia en lo largo y ancho de la playa Mata Oscura, parte sur de la provincia de Veraguas en la costa pacífica de Panamá, son los elementos a evaluar en el presente estudio. Los resultados obtenidos, muestran una alta tendencia a temperaturas <28°C, donde el comportamiento de la tortuga anidante mostraba seguridad para una realización de la cama y cámara, posteriormente por razones no evidenciadas, muestra un retiro del sitio, mientras que por >28°C, las hembras anidantes, realizan recorridos sin ningún asentamiento en la realización de la cama y cámara. El tamaño de grano de la arena en base al comportamiento de *C. mydas*, muestra una orientación marcada en tamaño de grano fino/medio en comparación del tamaño de grano grueso/muy grueso, permitiendo una aireación más eficaz además de una mejor construcción del nido en la extracción o excavación de la arena, esta composición granulométrica, es uno de los principales elementos responsables en las variaciones de la temperatura. No obstante, se requiere un mayor esfuerzo hacia las diversas áreas de playa de anidación presentes en la República de Panamá, para que sean mejor reglamentadas y aprovechadas para la conservación y protección de tortugas verdes.

Palabra clave: granulometría, temperatura, anidación, conservación.

DOI: 10.5281/zenodo.13351032

¹ Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Ciudad de Panamá, República de Panamá. lucia.maritza23@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0003-1756-9850>

² Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Escuela de Biología, Ciudad de Panamá, República de Panamá. catalinagomez.up@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-9745-9568>

ABSTRACT

The green turtle (*Chelonia mydas*) is characterized by a high selection capacity in finding potential nesting sites. A choice of negative physical factors would disadvantage nesting success. For this reason, in the present work, it is determined by abiotic factors, the behavior of the sea turtle *C. mydas* and how these influence the selection of a suitable site for its opposition, the record of sand temperature, grain size, one hour interval schedule, season months frequented, area and sectors of preference throughout The Mata Oscura beach, southern part of the province of Veraguas on the Pacific coast of Panama, are the elements to be evaluated in the present study. The results obtained demonstrate a high tendency to temperatures $<28^{\circ}\text{C}$, where the behavior of the nesting female turtle showed security for a realization of the bed and camera, subsequently for reasons not evidenced, sample a removal from the site, while for $>28^{\circ}\text{C}$, the nesting females, perform tours without any settlement in the realization of the bed and chamber. The grain of the sand size based on the behavior of *C. mydas*, a marked orientation was given in fine/medium grain size compared to the coarse/ very coarse grain size, allowing a more effective aeration in addition to a better construction of the nest in the extraction or excavation of the sand, this granulometric composition, is one of the main elements responsible for temperature variations. However, a greater effort is required towards the various nesting beach areas present in The Republic of Panama, better regulated and used for the conservation and protection of green turtles.

Keys words: granulometry, temperature, nesting, conservation.

INTRODUCCIÓN

La ovoposición de las tortugas marinas es el proceso que comprende la puesta o desove de huevos en la playa (Chacón *et al.*, 2008), llevada a cabo en el sitio adecuado, es un aspecto crítico en el comportamiento animal que puede tener influencia directa en la eficacia biológica. La mayoría de las especies ovíparas que depositan sus huevos en nidos, enfrentan una diversidad de problemas complejos debido a la disponibilidad de sitios potenciales para anidar. Estos sitios pueden contener factores físicos negativos que afectan la probabilidad de éxito de la anidación, de la embriogénesis y la viabilidad de las crías (Muth, 1980; Deeming & Ferguson, 1991).

La selección del sitio de anidación se define como la colocación de huevos en zonas que no son elegidos al azar en una determinada área (Wilson, 1998). Los sitios de anidación comprenden factores que afectan esta selección, dividiéndose en dos niveles, uno relacionado al nivel micro hábitat que comprende el sustrato, temperatura y humedad, el segundo es a nivel macro

hábitat que comprende sobrevivencia de las hembras, éxito reproductivo y depredación natural o artificial (Schwarzkopf & Brooks, 1987; Janzen & Morjan, 2001; Spencer 2002). Las hembras al colocar huevos en zonas con características apropiadas para el desarrollo de los embriones ayudan a que estos sean favorecidos por selección natural (Resetarits, 1996). En el caso de las tortugas marinas, que no presentan cuidado parental, la selección del sitio para completar su ciclo de vida, en la colocación de los huevos, se vuelve una prioridad fundamental la selección del sitio (Muth 1980; Packard & Packard 1988).

Dado que, las hembras son capaces de reconocer si un sitio es adecuado o no, mediante el reconocimiento de factores abióticos (e.g. temperatura, humedad, etc.); así como factores bióticos (vegetación, presencia de depredadores, etc.), que bien han sido evidenciado no solamente en condiciones experimentales en el sitio posterior a su nidada, sino también con aquellas señales en los sitios cercanos (Muth 1980; Burger & Zappalorti 1986; Shine *et al.*, 1997). Se sabe que los sitios seleccionados por estos reptiles deben presentar buen acceso desde el mar, influyendo de manera directa la composición del sustrato de las playas, ya que el suelo deberá estar en su mayoría formado por arenas finas y húmedas (Mortimer, 1982a).

La selección del sitio de anidación por las tortugas marinas está influenciada por fuerzas selectivas que conducen a la colocación del nido en tierra, reduciendo la pérdida por inundación de la cámara de incubación y la depredación (Bjorndal & Bolten, 1992). Esta selección puede impactar la calidad de las poblaciones de tortugas marinas, ya que las crías de los nidos bajo condiciones adversas pueden presentar malformaciones (Wood & Bjorndal 2000), además de interferir en el comportamiento de las hembras en el éxito de anidación (Steinitz *et al.*, 1998), el periodo de incubación (Leslie *et al.*, 1996), el desarrollo embrionario y la supervivencia (Ackerman, 1997; Horrocks & Scott 1991; Janzen, 1995), el tamaño de las crías (Packard & Packard, 1988) y la proporción de sexos (Mrosofsky, 1994; Mrosofsky & Yntema, 1980). Los factores ambientales en la selección del sitio de puesta incluyen características físicas y químicas de la playa, como la compactación del sustrato, el tamaño del grano y la cobertura vegetal (Ackerman, 1997; Mortimer, 1990).

En Panamá, *Chelonia mydas* se encuentra en ambos océanos, pero es en el Atlántico donde es más abundante. Los juveniles y adultos suelen verse durante todo el año en las costas de Guna Yala (Asociación ANAI, 2000; Chacón & Arauz, 2001), en cambio los subadultos, son abundantes durante todo el año en las costas de Bocas del Toro (Chacón & Arauz, 2001) y adultos sobre todo entre los meses de julio y septiembre en su ruta migratoria en camino a la playa de Tortuguero, en Costa Rica (Meylan *et al.*, 1993; Meylan *et al.*, 2011).

El impacto antropogénico, como la captura directa, depredación de los huevos, iluminación artificial, extracción de arena (Eckert *et al.*, 2000; Lagueux *et al.*, 2005), los cambios morfológicos del hábitat y la erosión de las playas, este último realizado por la acción de las olas de rotación, traslación y las mareas que desplazan las aguas marinas sobre el litoral, impactan de forma significativa los complejos y delicados ecosistemas costeros y marinos, lo que contribuye significativamente a la disminución del hábitat para anidar y de las poblaciones de estos organismos (Eckert *et al.*, 2000; Lagueux *et al.*, 2005).

Algunos autores, señalan que las condiciones micro ambientales presentes en la playa, como la humedad, la temperatura, tamaño de grano de la arena y la inclinación de la playa, afectan la supervivencia de los embriones y la determinación del sexo (Arzola & Armenta, 1994; Garduño & Cervantes, 1996; Arzola, 2007; Ruiz & Rodríguez, 2011). Entre otras características que influyen en el éxito adaptativo y de incubación (Arzola & Armenta, 1994), es su gran capacidad del olfato. En particular, la humedad y la temperatura, aun siendo variables independientes y sin presuponer sobre una la acción de la otra.

Nuevos estudios han revelado la importancia de los factores abióticos y bióticos para el éxito de anidación de tortugas verdes, así como sus preferencias y las características de los más relevantes sitios en playas (Zavaleta *et al.*, 2013). En definitiva, cada playa de anidación tiene sus peculiaridades, y es necesario saber qué factores y en qué medida afectan el éxito de eclosión y de emergencia en cada una de ellas (Dueñas, 2008).

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la Playa Mata Oscura, la misma tiene una extensión de 4 km, está ubicada al oeste de la Península de Azuero, en el Pacífico panameño en el Corregimiento de Quebro, Distrito de Mariato, Provincia de Veraguas, Panamá (fig. 1). Presenta coordenadas de 07° N, 080° W y está dentro de la Zona Especial de Manejo Marino Costera (ZEMMC), Zona Sur de Veraguas, declarada por la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) mediante resolución #7 del 8 agosto del 2008 y actualmente está bajo jurisdicción del Ministerio de Ambiente.

CAMPO

El muestreo duró un periodo de cuatro meses, durante el mes de diciembre 2018, y los meses de enero, febrero y septiembre de 2019, se visitó la playa Mata Oscura cada 15 días para el registro de los nidos de la tortuga verde, en donde se extraía los datos como la medición de la temperatura, coordenadas satelitales, muestra de arena, sector, mes y zona de cada nido encontrado.

Durante los patrullajes, se tomó en cuenta el uso de tablas de mareas facilitadas por el Canal de Panamá que incluye datos marítimos que indican las horas pico de marea baja y alta, es decir, indican el ascenso y descenso rítmico y alternado de la superficie del océano (o nivel del agua).



Para el patrullaje nocturno se usó ropa de color oscura para minimizar la silueta humana que podría perturbar a las tortugas, linterna con luz roja para no desorientarla ni estresarla, se caminó con cautela y en silencio hasta encontrar la tortuga y así proceder al registro de la obtención de los datos. Se identificó la especie, no solo por sus caracteres morfológicos, sino también con base en las descripciones de Pritchard & Mortimer (2000), utilizando como indicadores el ancho de la huella, el patrón de la huella (simétrica o asimétrica), siendo para el caso de la tortuga verde, asimétrica.

Cuando se detectó el sitio se procedió a anotar en una tabla y con la ayuda de un lápiz, el número de individuo, número de segmento donde fue encontrada (1 - 27), zona (alta, media o baja), actividad que realizó (intento o vagabundeo), hora (24h), fecha, coordenadas satelitales con la utilización de un GPS Garmin® GPSMAP 60CX GPSMap - 60 CX.

El rastro se midió, con una cinta métrica en tres puntos distintos (reconociendo el rastro de salida y entrada de las tortugas), sacando así un promedio estándar del tamaño corporal de la tortuga, en algunas ocasiones no fue necesario ya que se encontraba la tortuga y se hacían las mediciones *in situ*. La temperatura se registró con un termómetro estándar de mercurio.

Las muestras de arena se extrajeron a una profundidad de 30 - 35 cm con la ayuda de una pala metálica y se colocaron en bolsas ziploc etiquetadas con el número de tortuga, tipo de zona y número de segmento, con la finalidad de determinar el tamaño de grano) y observaciones presentes. Las muestras de arena que se recogió se llevaron al Centro de Ciencias de Mar, ubicada en la Universidad de Panamá para su posterior análisis.

Las tortugas verdes encontradas, se les midió el ancho curvo del caparazón y el largo curvo del caparazón, además que le hicieron revisiones físicas en busca de heridas o cortes alrededor del cuerpo, así como la presencia de organismos epibiontes. Por último, para un seguimiento y monitoreo del espécimen se colocó marcas de identificación en el borde interno de la aleta delantera. En horas de la mañana, se realizaron recorridos diurnos para la sumatoria de algún otro dato que no fue tomado la noche anterior.

LABORATORIO

Con las muestras extraídas de arena, se realizó un análisis de suelo para la determinación del tipo de arena presente en la playa, cada muestra se colocó en un envase de plástico, lo fuertemente resistente al calor por dos días en un horno eléctrico graduado (Quincy Laboratory Inc. Modelo 30 GC) a una temperatura constante de 70-80°C.

Se realizó una disminución de la muestra de arena a 100 gramos con la utilización de una balanza postal Dymo digital, conociendo el peso inicial del envase que se utilizó en este caso fue en un plato Petri, luego se vertió los 100 gramos de muestra.

El análisis de la textura se llevó a cabo mediante la técnica de granulometría mecánica de tamices, la cual consistió en un proceso de segregación de las partículas individuales agrupadas en fracciones por medio de tamizado, para que los granos fuesen separados, se requirió de la destrucción de los ligandos que los mantuvo unidos formando agregados mediante el movimiento continuo del sustrato.

Antes de que la muestra fuera filtrada por la batería estándar de tamices (USA Standard Testing Sieves), clasificada en 0.063 mm, 0.125 mm, 0.250 mm, 0.500 mm, 1.00 mm y 2.00 mm, se pesó cada tamiz, conociendo su peso inicial. Luego fueron colocados ascendentemente de forma vertical según su abertura de malla que van de 10 μm a 230 μm .

Se agregó los 100 gramos de arena, siendo agitados vigorosamente por 15 minutos, luego cada tamiz fue colocado nuevamente a la balanza analítica con el cuidado necesario para no dejar caer granos de arena que puedan afectar el valor, obteniéndose así el peso de la muestra retenida. Si la suma individual del contenido neto de todos los tamices es menor al 90% del peso seco inicial neto, se deberá repetir el proceso ya que contendrá mucho error de procedimiento.

Se realizaron cálculos para la determinación los gramos de sedimento retenido más los gramos del tamiz, los gramos de sedimento menos el tamiz, el % del peso del sedimento, el % de sedimento acumulada y el % de sedimento que pasa por el tamiz. Detallados a una tabla estructural (anexo), en donde, se determinó el tamaño del grano con la ayuda de la escala granulométrica de Udden-Wentworth (1922).

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los análisis se focalizaron en factores abióticos como la temperatura y granulométrica. Además, se tomó datos en cuanto a la georreferencia por sector, horario frecuentado y las zonas alta, media y baja, más visitadas. De cada sitio encontrado, se relacionó el comportamiento, junto a las variables de intento o vagabundeo realizado por la tortuga.

La información se recopiló en el programa de Microsoft Office 2019, específicamente en el Microsoft Excel 2019. Asimismo, se le aplicó las pruebas paramétricas o no paramétricas de acuerdo a sus variables, basado en el programa estadístico GraphPad Prism versión 7.00.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron un total de 43 individuos a lo largo de los 4 km de playa, en su temporada de anidación, en los años 2018 y 2019. El año que mayor visita tuvo fue en el 2019, con 14 intentos y 14 vagabundeos haciendo un total de 28 individuos, seguido del año 2018 con cinco intentos y 10 vagabundeos, lo que resultó en un total de 15 individuos de *Chelonia mydas* (tabla 1).

Tabla 1. Número de individuos por año

Años	2018	2019
Comportamiento		
Vagabundeo	10	14
Intento	5	14

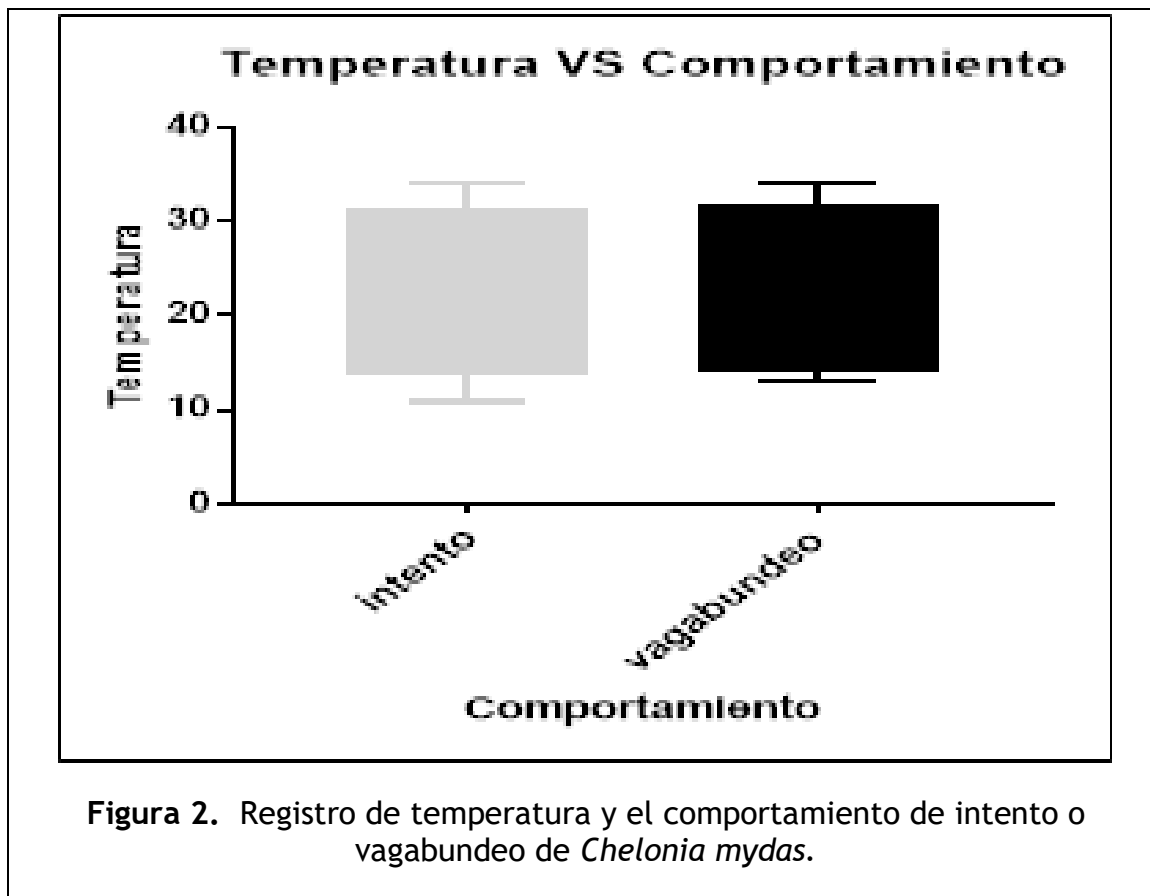
Registro de temperatura en cada sitio encontrado y su influencia en el comportamiento de anidación (intento o vagabundeo) en *Chelonia mydas*

La temperatura de la arena, en promedio fue de 24.27°C, y resultó la temperatura promedio en el comportamiento de vagabundeo fue de 25.08°C ±, mientras que durante el intento fue de 24.42°C ± con rangos de variación de 11°C (mínimo) a 34°C (máximo). En ese mismo sentido, los comportamientos presentes en las tortugas verdes, en el caso del comportamiento de intentos, se tiene 19 individuos entre temperaturas muy variadas de 11°C a 34°C, donde la más frecuente fue de 15°C, mientras que, para el comportamiento de vagabundeo con 24 individuos, entre temperaturas de 13°C a 34°C, los 29°C fue la más registrada. En la realización de una evaluación de una prueba no paramétrica en este caso Wilcoxon - Mann Whitney, donde la diferencia de temperatura entre los dos comportamientos (intento y vagabundeo) no fue significativa $p=0.7475$ (figura 2).

El estudio realizado desde el 2018, mostró una tendencia en temperatura (< 28°C) con mayor comportamiento de intentos, en donde por razones no evidenciada, la misma se regresaron al mar, mientras que con temperaturas (> 28°C), las tortugas verdes, no mostraban indicios de querer asentarse para su construcción de cama ni mucho menos para su posterior ovoposición por lo que se encontraron vagabundeando en los alrededores del sitio, determinando por sí mismas que dicha área o sitio, no resultaba adecuadas para ellas por lo que volvían al mar.

La superficie de la arena, su temperatura cada día, presentan amplias variaciones que van desde 26°C hasta más de 45°C, mientras que debajo de la superficie, a una profundidad de 30 a 60 cm, estas variaciones se reducen de 6°C a 8°C, generalmente entre los extremos de 27°C y 36°C. Aunque las oscilaciones son tan amplias en el entorno, en el interior de la cámara de incubación los cambios térmicos son mínimos, pues unas cuantas horas después del desove la temperatura dentro de la masa de huevos se estabiliza y generalmente se mantiene entre 1°C a 2°C por encima de la temperatura media ambiental (Márquez, 1996).

Cabe destacar, que los tiempos de muestreo coincidieron con las estaciones lluviosas y seca, en donde su temperatura promedio en la estación seca fue de 28.68°C y en la estación lluviosa fue 14.47°C, con un rango de variación de temperatura en la estación seca de 29°C (temperatura mínima) a 34°C (temperatura máxima) y en la estación lluviosa de 11°C (temperatura mínima) a 28°C (temperatura máxima) y una desviación estándar en la estación seca de 5.44 ± y en la estación lluviosa de 3.48 ±.



En base a estos resultados, se dividió por estación climática, las frecuencias de las temperaturas de acuerdo al comportamiento de las tortugas verdes. Se tiene que, para la estación seca, comportamiento de vagabundeo e intento tuvieron frecuencia de 14 individuos independientemente, mientras que, para la estación lluviosa, se encontró que el comportamiento de intento tuvo menor frecuencia con 5 individuos y en mayor frecuencia con 10 individuos en vagabundeo. Se analizó además mediante una prueba no paramétrica de Chi cuadrado, los datos mostraron que no se encontró una diferencia significativa entre las frecuencias de tortugas verdes durante la estación seca y lluviosa con un $p=0.2942$ (figura 3).

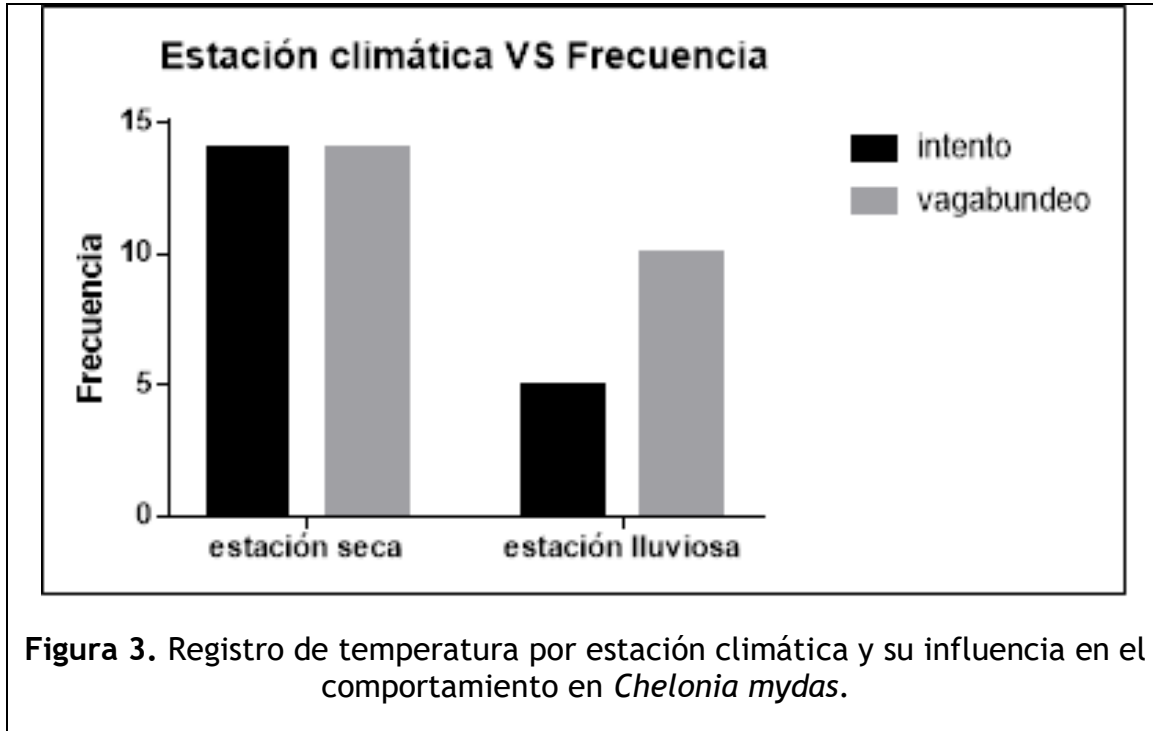


Figura 3. Registro de temperatura por estación climática y su influencia en el comportamiento en *Chelonia mydas*.

Esto concuerda con lo registrado en otros sitios de anidación, tales como las costas de Florida y de Costa Rica en el hemisferio norte, donde la mayoría de nidos se presentaron en los meses más cálidos para las tortugas verde, caguama y laúd (Bjorndal *et al.*, 1999; Weishampel *et al.*, 2003, 2004; Antworth *et al.*, 2006). Lo anterior, probablemente está en función de favorecer el éxito en la puesta del nido y el desarrollo de los embriones durante la incubación (Davenport, 1997).

Determinación del tamaño del grano de arena en cada sitio encontrado y su influencia en el comportamiento de anidación (intento o vagabundeo) en *Chelonia mydas*

Para la obtención del tipo de grano, de acuerdo a los datos de la escala granulométrica de Udden-Wentworth (1922), la serie de análisis dio como resultados un 58%, de grano fino siendo este grano el que predominó, seguido de un 35% de grano medio, 5% grueso y 2% muy grueso (figura 4). En relación a sus comportamientos, el tamaño de grano fino, marcó comportamientos ascendentes, tanto en intentos como en vagabundeos, donde sus frecuencias marcaron 11 y 14 individuos respectivamente. En el grano medio, las tortugas verdes con comportamientos de vagabundeos resultaron superiores al de los de intentos con nueve individuos y seis individuos respectivamente. Los granos de tamaño grueso, fueron igualitario en ambos comportamientos, en intento y vagabundeo. Por último, el tamaño de grano muy grueso, tuvo mayor registro en los intentos en comparación con el de vagabundeo sin registro aparente (figura 5).

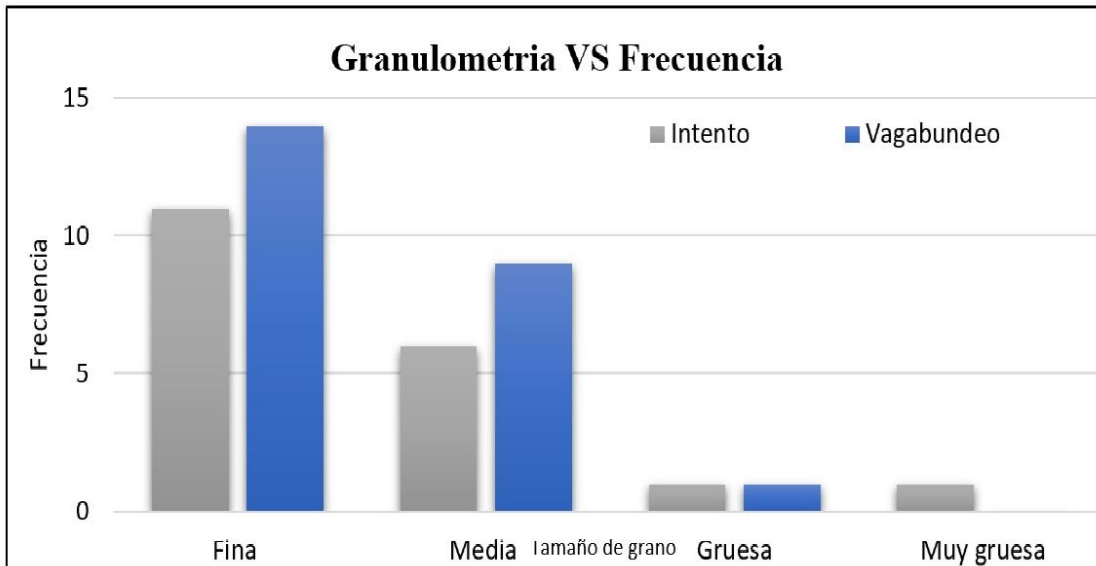


Figura 4. Obtención porcentual de distintos tipos de granos según la escala Udden-Wentworth (1922).

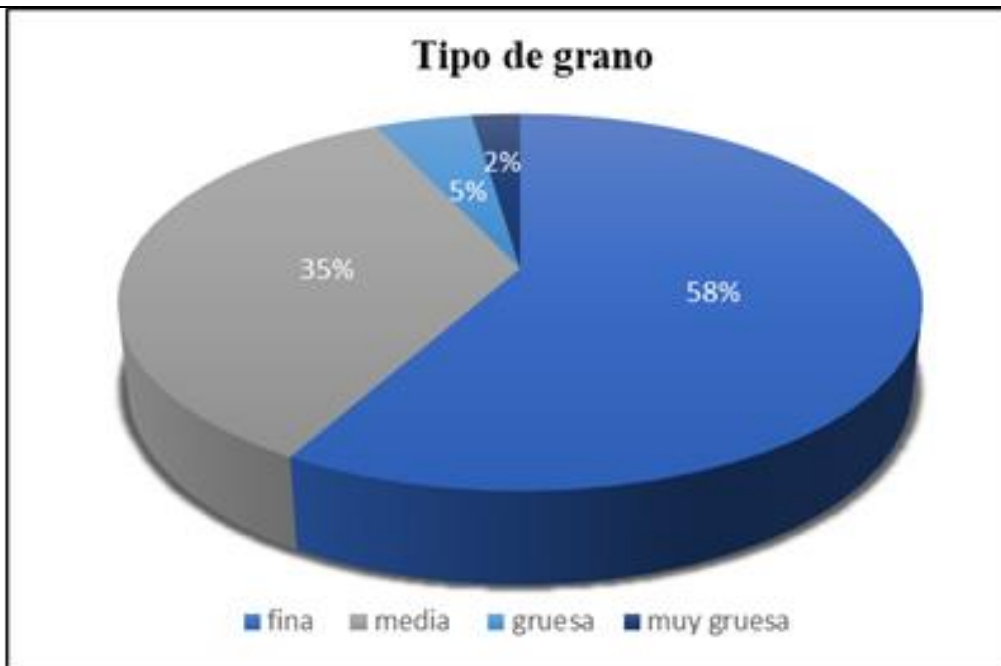


Figura 5. Determinación del grano de arena y su influencia en el comportamiento de *Chelonia mydas*.

Por su parte, resultados granulométricos, mostraron que no existe una diferencia significativa, a pesar de encontrarse con mayor tendencia, con un 93% de selección en tipo de área con textura fina/media en donde sus comportamientos fueron de 42% de vagabundeo y 58% de intentos por parte de las tortugas verdes. Se tiene que, al presentar tamaño de granos fino y medio, la realización en la construcción de cama y cámara, permite que las tortugas verdes puedan excavar más fácilmente los nidos (Mortimer, 1990), reportando un mayor éxito de anidación. Mientras con tamaño de arena gruesa/muy gruesa presentaron una baja tendencia con 7% en donde 33% pertenecieron a vagabundeo y 67% en intentos, debido al grosor de la arena y la poca coherencia de la misma (Nodarse *et al.*, 2000).

Es importante destacar, que las frecuencias en los distintos tamaños de granos, no son significativos, a pesar de que los comportamientos de vagabundeos e intentos en los distintos tamaños de grano, se observa que en tamaños de grano fino/medio, valores de frecuencias son muy ascendentes, lo que indica que el tamaño del grano influye entre los comportamientos y no en su frecuencia de la tortuga verde.

Se ha definido que las propiedades estructurales de la arena, como la comprensibilidad y las características de las partículas se tienen en cuenta para la especie *Chelonia mydas* para la selección del sitio de anidación (Mortimer, 1990 & 1995; Foote & Sprinkel, 1994). La influencia del tipo de arena, especialmente el tamaño del grano, es una cuestión muy discutida por diversos autores (Mortimer, 1995). Hendrickson (1958), sugiere que en Malasia la textura de la arena puede ser importante para la selección y diferenciación de la playa por las tortugas verdes y las caguamas, pues la playa escogida por las primeras estaba compuesta por arena fina mientras que las caguamas seleccionaban playas de arena gruesa.

Georreferencia de las frecuencias de vagabundeo e intento en los diversos sectores de la playa

Los comportamientos de intentos y vagabundeos alrededor de playa Mata Oscura, con una prueba de Kruskal-Wallis, evidenciaron no tener diferencias significativas entre los intentos y los sectores con $p= 0.5201$, y de igual manera en el comportamiento de vagabundeo y los sectores con $p= 0.5847$. La incorporación de emisión excesiva de luz en las playas de anidación o cerca de estas, pueden reducir o eliminar la capacidad de la playa para sostener la anidación de las tortugas marinas y la incubación exitosa de los huevos. Es evidente que los distintos sectores que presenta la playa, no tengan diferencias significativas entre sí, a pesar de encontrarse mayores visitas de tortugas verdes, y al ser más frecuentada en algunos sectores que otros.

En función a su geomorfología existe una agregación significativa de comportamiento, en donde los mayores registros, se realizaban en sectores libres de obstáculos como rocas grandes o arrecifes (figura 6).



Figura 6. Registro de comportamiento en intento y vagabundeo de acuerdo a los sectores de la playa Mata Oscura.

Registro de las zonas (alta (A), media (M) y (B) baja) de mayor abundancia de *Chelonia mydas*

Al analizar los sitios de preferencia de distribución espacial vertical de playa Mata Oscura desde el inicio de la playa hasta la vegetación, los datos arrojaron que la mayor frecuencia de visitas ocurrió en la zona alta (vegetación) (A) con un 86% con un total de 37 encuentros, mientras que para la zona media (línea de marea) (M) fue de un 14%, con 6 encuentros y sin registro en la zona baja (inicio de playa) (B) con 0 encuentros. Se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, dando como resultados diferencia significativa en las frecuencias de las tortugas verdes y las zonas sectorizadas en el sitio con un $p=0.0001$ (figura 7).

En ese mismo sentido, los comportamientos, mostraron variabilidad entre las zonas, la zona En la zona A denominada zona alta, se observaron 18 intentos y 19 vagabundeo, mientras tanto que la zona M denominada zona media, se obtuvieron 1 intento y 5 vagabundeo y la zona B denominada zona baja, no se encontró ningún registro. Al analizar mediante una prueba de Kruskal-Wallis, se obtuvo diferencias significativas entre las frecuencias de tortugas verdes y su comportamiento en intentos con un $p=0.0001$, al igual que una diferencia significativa en las frecuencias y el comportamiento en vagabundeo con $p=0.0006$ (figura 8).

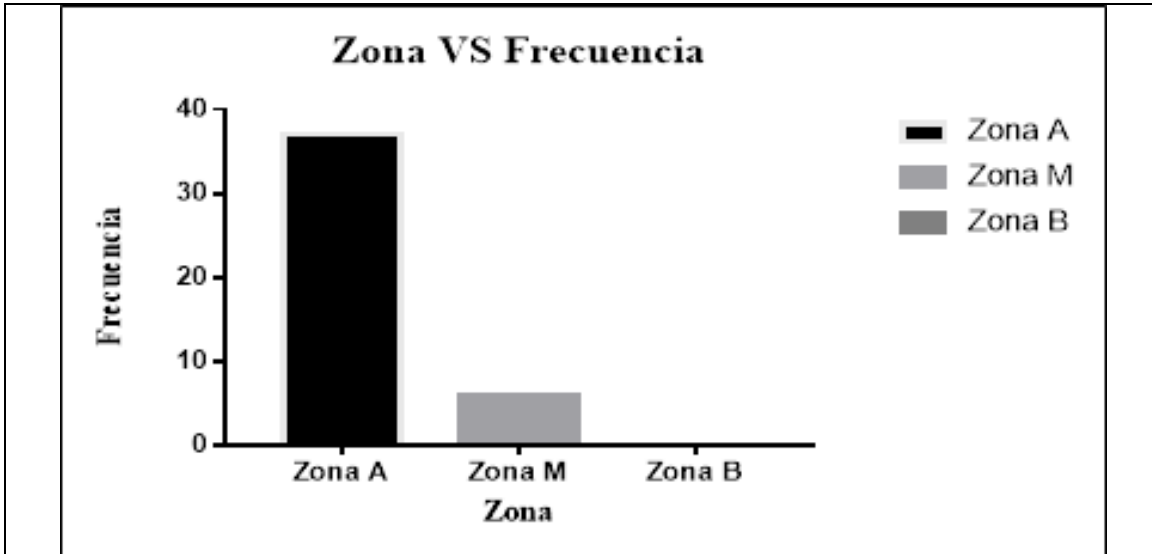


Figura 7. Registro de las zonas A, M y B de mayor abundancia de *Chelonia mydas*.

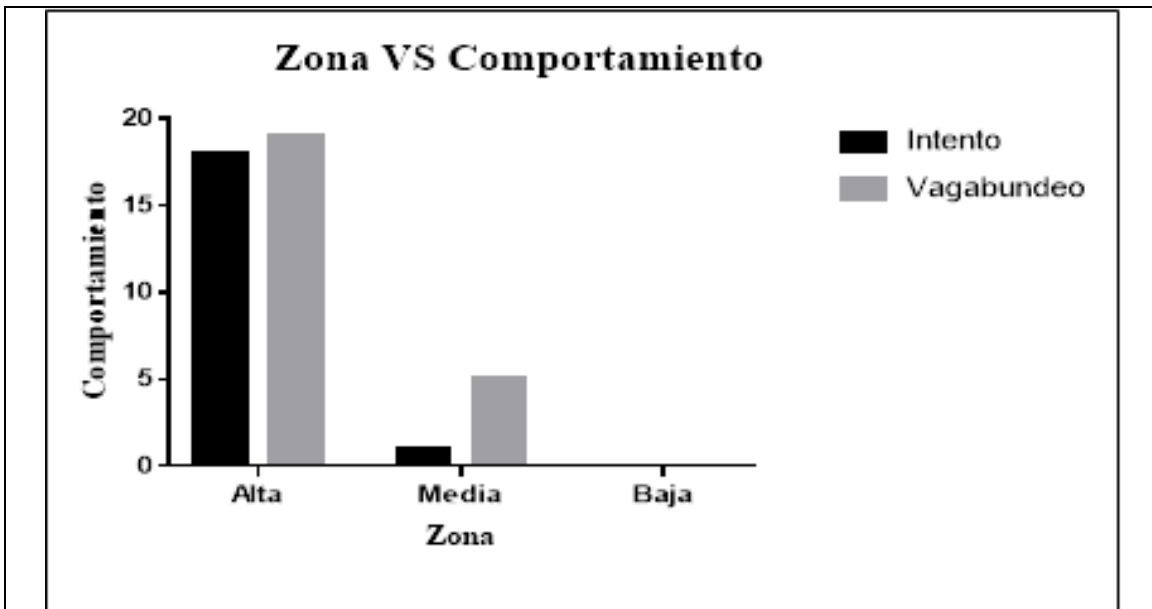
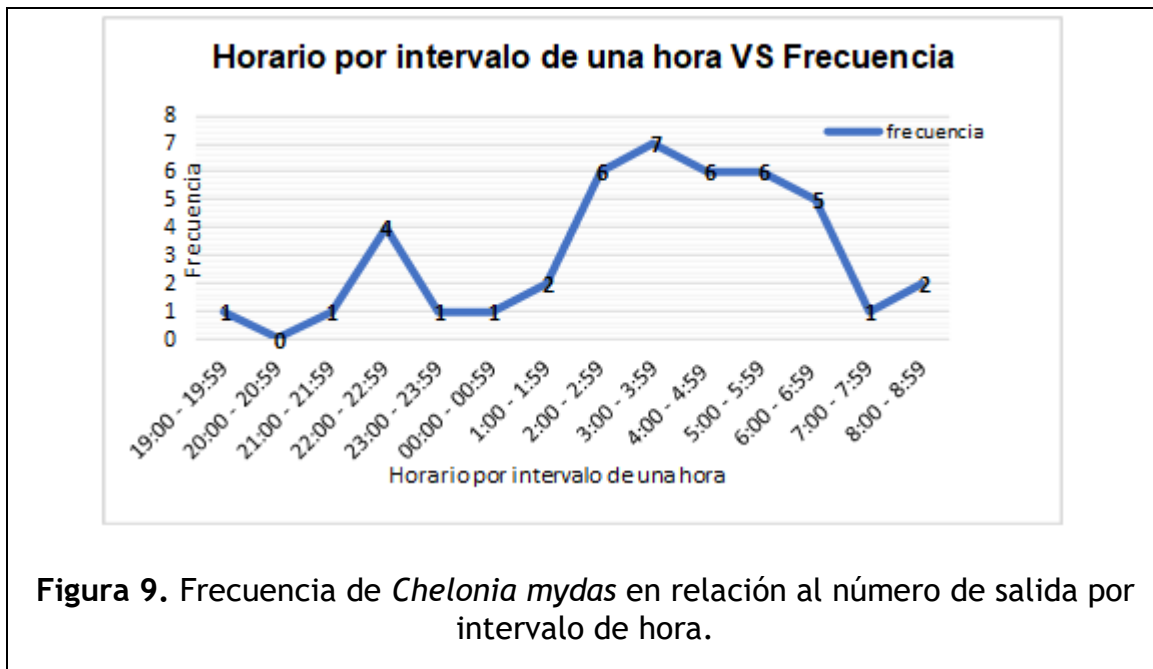


Figura 8. Comportamiento de vagabundeo e intento en *Chelonia mydas* según la zona de playa Mata Oscura.

Este resultado coincide con los estudios realizados por varios autores para esta especie que consideran que la selección del sitio de anidación es consecuencia de la biología y evolución de la tortuga verde, debido a sus patrones de conducta, dichas áreas sufren menos riesgos a efectos de ascenso y descenso de las marejadas producidas por cambios bruscos de fenómenos meteorológicos, donde la línea de vegetación representa el límite de una elevación anormal del mar (Bustard, 1979; Muñoz, 2001; Pereira, 2002).

Comportamientos en *Chelonia mydas* mediante el número de salidas por intervalo de una hora

En la determinación del número de salidas por intervalo de una hora entre las frecuencias de tortugas verdes, se tuvo una tendencia en el aumento de visitas en horario de 2:00 - 3:00, un decaimiento gradual en horario de 4:00 - 6:00 y de muy poco registro en horario de 7:00 a 8:00 (figura 9). Por consiguiente, el comportamiento entre los intentos y vagabundeos de *C. mydas*, se realizó un análisis de varianza, los resultados evidenciaron un $p=0.0044$, lo que existe que indica diferencia significativa en el horario por intervalo de una hora entre los comportamientos presentados por *Chelonia mydas*, en donde horarios de 2:00 - 4:00, presentaron mayor registro de vagabundeo en los alrededores del sitio en comparación al de los intentos.



La magnitud al número de salidas registradas por intervalo de una hora entre las 2:00 - 3:00 presentado en este estudio, ha sido reportado por varios autores como Azanza (2002) y Muñoz (2001) en donde su concentración oscilaba en horas de la medianoche. Miller (1996) y Hirth (1997), se han encontrado con este comportamiento, en tortugas verdes, en donde la función del horario a la selección del periodo de la noche, puede deberse a que las tortugas en su proceso de oviposición, tengas suficiente tiempo para la culminación de la misma, sin que factores como la iluminación o encuentros con depredadores la ponga en desventajas (Azanza, 2002).



Figura 10. Comportamiento de *C. mydas* en relación al horario por intervalo de hora.

Meses con frecuencia de actividad en *Chelonia mydas*

Entre los cuatro meses de muestreos, el que presentó mayor frecuencia fue el mes de enero con 22 visitas, seguido del mes de diciembre con 15 visitas, febrero con seis visitas y el mes de septiembre con 0 visitas. La prueba de Kruskal-Wallis, mostró diferencia significativa en las frecuencias en relación a los meses de temporada con $p= 0.0038$ (figura 11). En cuanto a sus comportamientos en relación a los meses de temporada, la prueba Kruskal-Wallis indicó que existen diferencias significativas en el comportamiento en intentos por meses de temporada con $p= 0.036$ y en comportamiento de vagabundeos por meses de temporada con $p= 0.0215$.

Se tuvo que, para el mes de diciembre, se registraron 5 intentos y 10 vagabundeos haciendo un total de 15 individuos, mientras que para el mes de enero fue de 12 intentos y 10 vagabundeos, con 22 individuos, para el mes de febrero fue de 2 intentos y 4 vagabundeos, con 6 individuos y sin presencia de individuos en el mes de septiembre (figura 12).

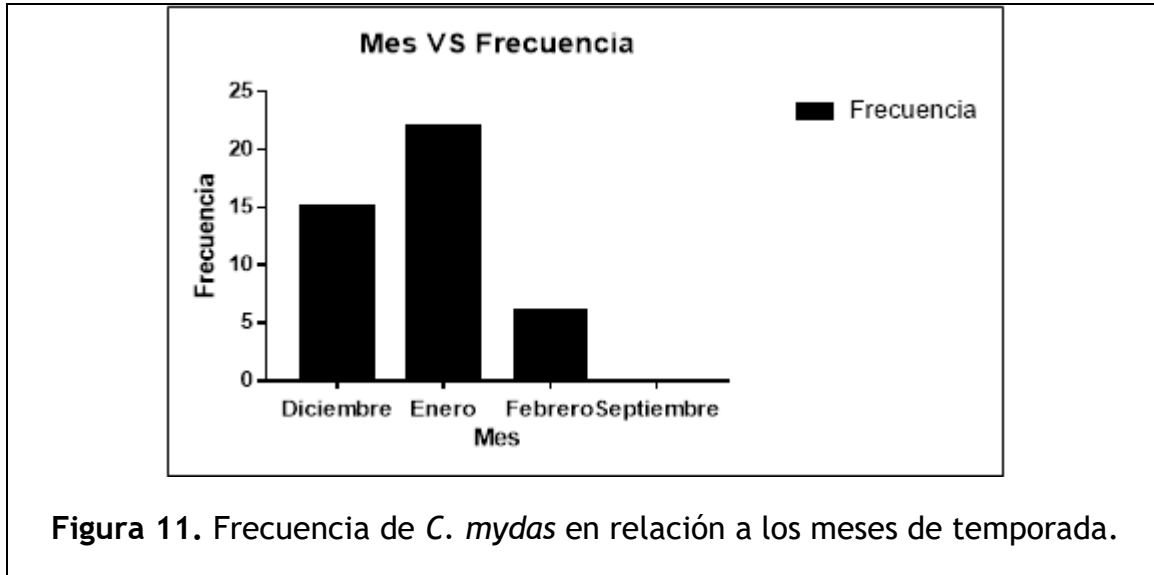


Figura 11. Frecuencia de *C. mydas* en relación a los meses de temporada.

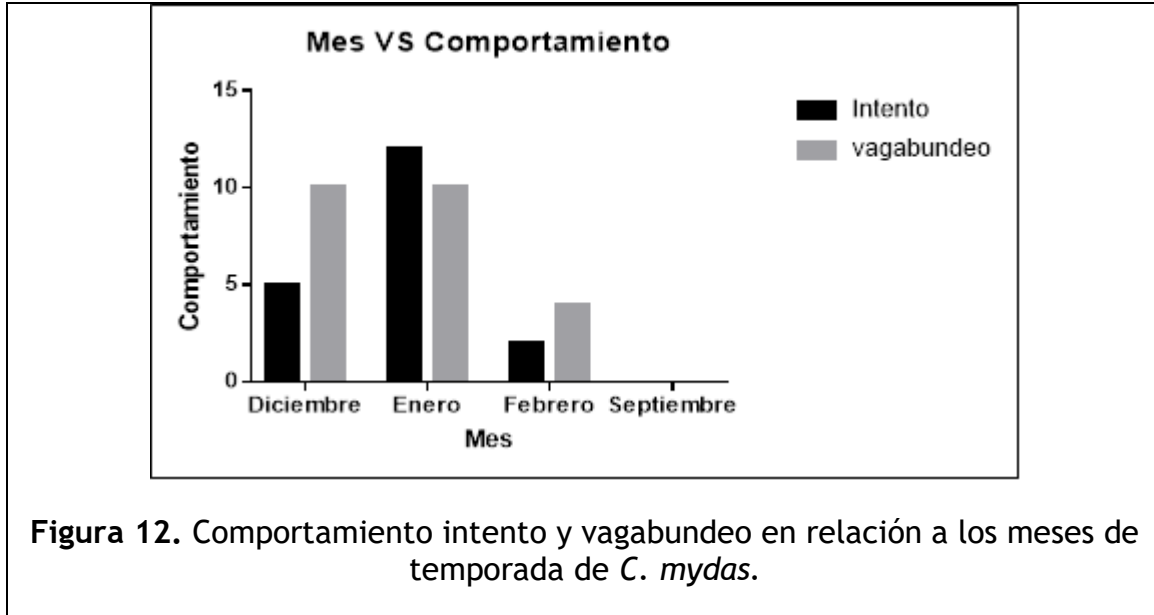


Figura 12. Comportamiento intento y vagabundeo en relación a los meses de temporada de *C. mydas*.

Las tortugas verdes son consideradas especiales en cuanto a la selección del sitio de anidación y que del sitio escogido depende el desarrollo embrionario. Mortimer (1990), encontró una fuerte relación entre las condiciones de la playa y su éxito anidatorio.

De igual forma, haciendo alusión a un estudio realizado en el año 2005 por Zavaleta y Morales en Playa del Norte de Veracruz, México, identificó la importancia de los factores para el éxito de anidación de la tortuga verde, así como sus preferencias y las características de los sitios más relevantes en playas de anidación, donde determinó que la distribución y ubicación de los nidos, se encuentran inclinados a los perfiles de las playas ya sea en el tipo de pendiente, tamaño del grano, humedad y drenaje, basándose en factores tanto abióticos como bióticos (Zavaleta & Morales, 2013).

CONCLUSIONES

Los factores abióticos como la temperatura, granulometría evaluado y estudiado en el presente estudio, influye en la anidación de las tortugas marinas verdes, formando un complejo e importante proceso para su subsistencia, por tal razón, reconocer los sitios de preferencia para estas tortugas verdes e incluso para las otras especies de tortugas, mejora la comprensión y facilita la continuidad de una mejor conservación y protección, por lo cual datos generados en esta investigación será de gran ayuda hacia estas especies con un alto grado índice de amenaza. Conocer y determinar los factores abióticos relacionado al comportamiento de las tortugas verdes (*Chelonia mydas*), demuestra una influencia significativa en su etología o comportamiento, alrededor de toda la playa Mata Oscura en la provincia Sur de Veraguas, pacífico panameño.

La temperatura en la arena, muestra que a $>28^{\circ}\text{C}$, *Chelonia mydas* tiende a presentar mayor frecuencia mostró en su comportamiento de vagabundeo en comparación al de intento, en playa Mata Oscura.

El tamaño del grano de arena o textura, muestra influencia en el comportamiento y por ende mayor frecuencia del sitio de anidación por parte de las tortugas verdes, con preferencia a tamaño de arena de grano fino y medio y comportamiento de vagabundeo y en menor grado de intento.

Agradecimientos

A la Universidad de Panamá, especialmente a los profesores Jacobo Araúz, Ana María Jiménez y Ricardo Pérez, por las lecciones académicas obtenidas. A mis asesores Jorge García, Catalina Gómez y Maricel Tejeira, por ser quienes estuvieron presentes en la elaboración y perfeccionamiento del presente estudio. Al Centro de Ciencias del Mar y Limnología (CCML) y la profesora María Pérez del Departamento de Biología Marina y Limnología (DBML), por apoyarme con el equipo de laboratorios y apoyo durante la investigación. A la Fundación Agua y Tierra, especialmente a Jacinto Rodríguez, por darme la

oportunidad de pertenecer a ese gran equipo dedicados a la conservación de la biodiversidad.

Literatura Citada

Ackerman, R.A. (1997) The nest environment and the embryonic development of sea turtles, pp. 83-106. En: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.) *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press. Boca Raton, Florida.

Antworth, R.L., Pike, D.A. & Stiner, J.C. (2006) Nesting ecology, current status, and conservation of sea turtles on an uninhabited beach in Florida, USA. *Biol. Cons.* (130):10-15.

Arzola, J.F. (2007) Humedad y temperatura en nidos naturales y artificiales de tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschsholtz 1829). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(3): 377-383.

Arzola, J.F. & Armenta, J. (1994) Análisis comparativo de dos factores ambientales en nidos naturales y nidos trasladados y su efecto en crías de tortuga golfina, *Lepidochelys olivacea* en la playa El Verde, Mazatlán, Sinaloa, durante la temporada 1992-1993. Tesis de Grado. Instituto Tecnológico de Los Mochis, Sinaloa, 72 p.

Asociación ANAI (2000) Memorias IV taller regional para la conservación de las tortugas marinas en Centroamérica. Belice. 151 pp.

Azanza, J. (2002) Tesis de maestría de Biología Marina en Ecología Marina. Centro de Investigaciones Marinas, Habana, diciembre 2002.

Bjorndal, K.A., Wetherall, J.A., Bolten, A.B. & Montimer, J.A. (1999) Twenty-six years of green turtle nesting at Tortuguero, Costa Rica: an encouraging trend. *Conser. Bio.* 13: 126-134.

Bolten, A.B. & Bjorndal, K.A. (1992) Blood profiles for a wild population of green turtles (*Chelonia mydas*) in the southern Bahamas: size-specific and sex-specific relationships. *Journal of Wildlife Diseases*: July 1992, Vol. 28, No. 3, pp. 407-413. doi: <http://dx.doi.org/10.7589/0090-3558-28.3.407>.

Burger, J. & Zappalorti, R.T. (1986) Nest site selection by pine snakes, *Pituophis melanoleucus*, in the New Jersey Pine Barrens. *Copeia* (1): 116-121 pp

Bustard, H. (1979) Population Dynamics of Sea Turtles. En: *Turtles: Perspectives and Research* (M. Harless and Morlock, eds), New York, John Wiley and Sons, pp: 523-40.

Chacón, D. & Arauz, R. (2001) Diagnóstico Regional y Planificación Estratégica Conservación de las Tortugas Marinas en Centroamérica. San José, Costa Rica. P. 134.

Davenport, J. (1997) Temperature and the life-history strategies of sea turtle *J. Therm. Biol.* 22(6): 479-488.

Deeming, D. & Ferguson, M.W.J. (1991) Physiological effects of incubation temperature on embryonic development in reptiles and birds. In Egg incubation: its effects on embryonic development in birds and reptiles, D. C. Deeming & M.W.J. Ferguson (eds.). Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 147-172.

Dueñas, C.C. (2008) Manual para la incubación artificial de huevos de tortugas marinas y manejo de neonatos. Dirección General de Patrimonio Natural Gerencia de Vida Silvestre. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El San Salvador.

Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A. & Donnelly, M. (eds). (2000) Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtles Specialist Group Publication. No. 4:235pp.

Foote J. & Sprinkel, J. (1994) Beach compactness as a factor affecting turtle nesting on the west coast of Florida. In: Proceedings of the 14th Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA-TM-NMFS-SEFSC-351, Miami, Florida, pp 1-217.

Garduño, M. & Cervantes, E. (1996) Influencia de la temperatura y la humedad en la sobrevivencia en nidos in situ y en corral de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*). INP/SEMAR. Ciencia Pesquera 12:90-97.

Google Earth Pro. Image © (2020) CNES / Airbus. Playa Mata Oscura. Provincia de Veraguas. Panamá.

GraphPad Prism Version 7.00 (2021) GraphPad Software, LLC.

Hendrickson, J.R. (1958) The green turtle, *C. mydas* (L) in Malaya and Sarawak. Proc. Zool. Soc. London (130): 455-535.

Hirth, H. (1997) Synopsis of the biological data on the green turtle, *C. mydas* (Linnaeus 1758). United States Fish and Wildlife Service Biological Report 97-1. 120 pp.

Horrocks, J.A. & Scott, N.M. (1991) Nest site location and nest success in the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, in Barbados West Indies. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 69: 1-8.

Janzen, F.J. & Morjan, C.L. (2001) Repetibilidad de micro-comportamiento de anidación específico del medio ambiente en una tortuga con determinación ambiental del sexo. *Anim. Behav.* 62, 73-82. (doi: 10.1006 / anbe.2000.1732).

Janzen, F.J. (1995) Experimental evidence for the evolutionary significance of temperature-dependent sex determination. *Evolution.* 49: 864-873 pp.

Lagueux, C., Harrison, E., Evans, D. & Troeng, S. (2005) Migración de tortugas verdes *Chelonia mydas* de Tortuguero, Costa Rica. *Biología Marina.* 148, 435 - 477.

Leslie, A.J., Penick, D.N., Spotila, J.R. & Paladino, F.V. (1996) Leatherback turtle, *Dermochelys coriacea*, nesting and nest success at Tortuguero, Costa Rica, in 1990-1991. *Chelonian Conservation and Biology.* 2: 159-168 pp.

Márquez, R. (1996) Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Fondo de Cultura Económica, México. 197 pp.

Meylan, A.B., Meylan, P.A. & Ruiz, A. (1993) Las Tortugas Marinas en la Provincia de Bocas del Toro. *Agenda Ecológica y Social para Bocas del Toro.* Panamá. Pp: 49-53.

Meylan, A.B., Meylan, P.A. & Gray, J.A. (2011) The Ecology and Migrations of Sea Turtles. Test of the developmental habitat hypothesis. Nueva York, Nueva York, EEUU. 70 pp.

Miller, J. (1996) Reproduction in sea turtles. En: Lutz, P. L. y J. A. Musick (eds). *The biology of sea turtles.* CRC Press, New York: 51-81.

Mortimer, J.A. (1982) Feeding ecology of sea turtles. Pages 102-109 in K.A. Bjorndal, ed. *Biology and conservation of sea turtles.* Smithsonian Institution Press; Washington, D.C.

Mortimer, J.A. (1990) The influence of beach sand characteristics on the nesting behavior and clutch survival of green turtles (*C. Mydas*). *Copeia.* 802.

Mortimer, J.A. (1995) Factors influencing beach selection by nesting sea turtles. En: Bjorndal, K. A. (ed.). *Biology and conservation of sea turtles.* Smithsonian Inst. Press: 45 - 52.

Mrosovsky, N. & Yntema, C.L. (1980) Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtle: implication for conservation practices. *Biol. Conserv.* (18): 271-280.

Mrosovsky, N. (1994) Sex ratio of sea turtle. *J Exp: Zool.* (270): 16-27.

Muñoz, D. (2001) Anidación de *C. mydas* (Linnaeus, 1758) Reptilia: Cheloniidae) en Caleta de los Piojos, Península de Guanahacabiles; Cuba. Tesis de Diploma. Facultad de Biología.

Muth, A. (1980) Physiological ecology of desert iguana (*Dipsosaurus dorsalis*) eggs: temperature and water relations. *Ecology* 61:1335-1343.

Nodarse, G., Moncada, F., Meneses, A. & Rodríguez, C. (2000) Long-Term monitoring of nesting of the green sea turtle (*C. mydas*) in the southwest platform of Cuba. En: Abreu-Grobois, F. A., R. Briseño-Dueñas, R. Márquez y L. Sarti (Eds) Proceeding of the Eighteenth Annual Sea Turtles Symposium. U.S. Dep. Commer. NOAA. NMFS-SEFSC-436, p. 68-69.

Packard, G.C. & Packard, M.J. (1988) The physiological ecology of reptilian eggs and embryos. Pp. 523-605. En: Gans, C., Huey, R.B. y Alan, R.L. (eds.) *Biology of the Reptilia*. Vol.16, Ecology B. Defense and Life History. Prentice-Hall, Inc., New York, 300 p.

Pancanal (2018) Balboa Océano Pacífico año 2018. Horas y Niveles de Mareas altas y bajas. <http://www.pancanal.com/eng/op/tide-tables/2018-Balboa-Rev.pdf>

Pancanal (2019) Balboa Océano Pacífico año 2019. Horas y Niveles de Mareas Altas y Bajas. <http://www.pancanal.com/eng/op/tide-tables/2019-Balboa.pdf>

Pereira, Y. (2002) Proceso de anidamiento de *Chelonia mydas* en Cayo Real, Archipiélago de los Canarreos, Cuba. Universidad de La Habana, Centro de Investigaciones Marinas, Trabajo de Diploma, 48 pp

Pritchard P. & Mortimer J. (2000) Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de las Especies En: Eckert, K.L. *et al.* (editores) Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas marinas Publicación N° 4. 23-41 p

Resetarits, W.J. (1996) Oviposition site choice and life history evolution. *American Zoologist* 36:205-215.

Ruiz, A. & Rodríguez, J. (2011) Caracterización de las playas de anidación de tortugas marinas en el Parque Nacional Coiba, provincia de Veraguas, Panamá. Informe de Campo. CI-STRI, Panamá, 39 p.

Schwarzkopf, L. & Brooks, R.J. (1987) Nest site selection and offspring sex ratio in painted turtles, *Chrysemys picta*. *Copeia* 1987:53-62.

Shine, R., Elphick, M.J. & Harlow, P.S. (1997) The influence of natural incubation environments on the phenotypic traits of hatchling lizards. *Ecology*. 78: 2559-2568 pp.

Spencer, R.J. (2002) Experimentally testing nest site selection: fitness trade-offs and predation risk in turtles. *Ecology* 83:2136-2144.

Steinitz, M., Salomon J. & J. Wyneken (1998) Beach renourishment and loggerhead turtle reproduction: a seven-year study at Jupiter Island, Florida. *Journal of Coastal Research*. 14 (3): 1001-1013 pp.

Weishampel, J.F., Bagley, D., Ehrhart, L.M. & Rodenbeck, B.L. (2003) Spatiotemporal patterns of annual sea turtles nesting behaviors along an East Central Florida beach. *Biological Conservation* 110:295-303.

Weishampel, J.F., Bagley, D.A. & Ehrhart, L.M. (2004) Earlier nesting by loggerhead sea turtles following sea surface warming. *Global Change Biol.*, 10:1424-1427.

Wentworth, C.K. (1992) A Scale of grade and class term for clastic sediments. *Journal of Geology*. Vol. 30. P337-392.

Wilson, D. (1998) Nest-site selection: microhabitat variation and its effects on the survival of turtle embryos. - *Ecology*. (79): 1884-1892.

Wood, D.W. & Bjorndal, K.A. (2000) Relation of temperature, moisture, salinity and slope to nest site selection in loggerhead sea turtles. *Copeia*. 119-128.

Zavaleta, L. & Morales, J. (2013) Nest site selection by the green turtle *Chelonia mydas* in a beach of the north of Veracruz, México. Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. vol. 84, núm. 3, 2013, pp. 927-937

La Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) es una publicación de la Asociación Nicaragüense de Entomología, aperiódica, con numeración consecutiva. Publica trabajos de investigación originales e inéditos, síntesis o ensayos, notas científicas y revisiones de libros que traten sobre cualquier aspecto de la Biodiversidad de Nicaragua, aunque también se aceptan trabajos de otras partes del mundo. No tiene límites de extensión de páginas y puede incluir cuantas ilustraciones sean necesarias para el entendimiento más fácil del trabajo.

The Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) is a journal of the Nicaraguan Entomology Society (Entomology Museum), published in consecutive numeration, but not periodical. RNB publishes original research, monographs, and taxonomic revisions, of any length. RNB publishes original scientific research, review articles, brief communications, and book reviews on all matters of Biodiversity in Nicaragua, but research from other countries are also considered. Color illustrations are welcome as a better way to understand the publication.

Todo manuscrito para RNB debe enviarse en versión electrónica a:
(Manuscripts must be submitted in electronic version to RNB editor):

Dr. Jean Michel Maes (Editor General, RNB)
Museo Entomológico / Morpho Residency
De hielera CELSA media cuadra arriba
21000 León, NICARAGUA
Teléfono (505) 7791-2686
jmmaes@yahoo.com

También se puede remitir a los miembros del comité editorial de la revista.

Costos de publicación y sobretiros.

La publicación de un artículo es completamente gratis.

Los autores recibirán una versión PDF de su publicación para distribución.