



**UNIVERSIDAD ESTATAL
“PENÍNSULA DE SANTA ELENA”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA**

**“Playas de Anidación de *Lepidochelys olivacea* en la Reserva Marina
Galera San Francisco, Esmeraldas – Ecuador”.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

BIÓLOGO MARINO

AUTOR

ANDREA ISABEL SOSA ALCÍVAR

TUTOR

BLGA. YADIRA SOLANO VERA

LA LIBERTAD – ECUADOR

2019

**UNIVERSIDAD ESTATAL
“PENÍNSULA DE SANTA ELENA”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA**

**“Playas de Anidación de *Lepidochelys olivacea* en la Reserva Marina
Galera San Francisco, Esmeraldas – Ecuador”.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

★ BIÓLOGO MARINO

AUTOR

ANDREA ISABEL SOSA ALCÍVAR

TUTOR

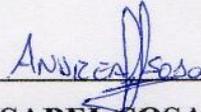
BLGA. YADIRA SOLANO VERA

LA LIBERTAD – ECUADOR

2019

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por hechos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de titulación, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



ANDREA ISABEL SOSA ALCÍVAR

C.I. 0923408108

DEDICATORIA

A mi madre, María Linda Alcívar, quien con su ejemplo de esfuerzo y valentía, me ha inspirado en mi superación personal y profesional.

A mi hermano, Tirso Sosa Jama, que me apoyó incondicionalmente durante toda mi carrera.

Esto es por ustedes y para ustedes.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

A mis padres y amigos, por su amor incondicional, por darme la fuerza y el apoyo necesario para conducirme al camino del éxito.

A los docentes quienes día a día en clases impartieron sus conocimientos a lo largo de mi carrera.

A la Blga. Yadira Solano Vera, quien supo guiarme en el desarrollo de este trabajo de titulación.

Por cada uno de ustedes hoy puedo decir gracias por esta etapa profesional alcanzada.

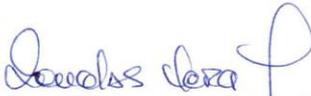
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Blga. Mayra Cuenca Zambrano, Mgt.
Decana (e)
Facultad de Ciencias del Mar



Blga. Tanya González Banchón, Mgt.
Directora (e)
Carrera Biología Marina



Blgo. Douglas Vera Izurieta, M.Sc.
Docente de área



Blga. Yadira Solano Vera, M.Sc.
Docente tutor



Abg. Víctor Coronel Ortiz, Mgt.
Secretario General (e)

“Playas de Anidación de *Lepidochelys olivacea* en la Reserva Marina Galera San Francisco, Esmeraldas-Ecuador”

Sosa-Alcívar, A.I.¹ & Solano, Y.¹

¹Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador

¹E-mail: andreasosa-a@hotmail.es

Resumen

La Reserva Marina Galera San Francisco, en la provincia de Esmeraldas, posee entre sus virtudes playas hasta donde llegan a anidar tortugas *Lepidochelys olivacea*. Esta especie, como todas las tortugas marinas. Está protegida por la legislación nacional en concordancia con los reglamentos internacionales. En esta investigación se refiere a la determinación de las playas de anidación, sus características granulométricas y el perfil. Para tener una idea de la importancia en la productividad de cada sitio y considerando el estado especial del organismo, se escogió al azar una muestra para contar sus huevos, y después del periodo de incubación estimar la sobrevivencia de los neonatos en cada sitio. Los resultados indican la presencia de 11 sitios de anidación, los cuales se señalan en un mapa con coordenadas UTM. En total se registraron 193 nidos con un 89,62% de éxito de eclosión, abarcando la temporada de anidación desde junio hasta diciembre, siendo octubre el de mayor incidencia. Destaca la playa de Galerita con 145 nidos en total y un 89,66% de éxito de eclosión, con granulometría de 9,25% de grava, 36,48% arena muy gruesa, 20,33% arena gruesa y 33,24% arena muy fina. Otras playas como Cumilínche, Pacoche, Piquero, Coquito y Tongora tuvieron más éxito de eclosión (100%) aunque las nidadas fueron muy pocas; la granulometría de estas playas indica un alto porcentaje de arenas muy finas (75 μ). Las pendientes de las playas de anidación no presentaron diferencias significativas durante el tiempo de la investigación, considerándolo como un factor no influyente en el éxito de reproducción de esta especie.

Palabras clave: tortugas marinas, sitio de anidación, granulometría, áridos, Reserva Marina.

Abstract

The Galera San Francisco Marine Reserve, in the province of Esmeraldas has, among its virtues, thirteen beaches used for nesting by *Lepidochelys olivacea* turtles. This species, like all marine turtles, is protected by national legislation in accordance with international regulations. This research indicates the location of each nesting beach, as well as its granulometric characteristics and the coastal profile. To get an idea of the importance in productivity from each site and considering the special state of the organism, a sample was chosen at random to count their eggs and, after the incubation period, estimate the survival of the newborns in each site. The results indicate the presence of 11 nesting sites, which are indicated on a map with UTM coordinates. A total of 193 nests were recorded with an 89.62% hatching success, the nesting season covering the months from June to December, being October the one with a highest incidence. The beach of Galerita stands out with 145 nests in total and 89.66% of hatching success, with granulometry of 9.25% gravel, 36.48% very coarse sand, 20.33% coarse sand and 33.24% very fine sand. Other beaches such as Cumilínche, Pacoche, Piquero, Coquito and Tongora had a higher hatching success (100%) although the nests were very few. The granulometry of these beaches indicates a high percentage of very fine sands (75 μ). The slopes of the nesting beaches did not show significant differences during the time of the investigation, considering it as a non-influential factor in the success of reproduction of this species.

Keywords: sea turtles, nesting site, particle size, arid, Marine Reserve.

Introducción

La clase Sauropsida abarca a la mayoría de los reptiles del mundo; dentro de esta clase se distinguen las tortugas marinas repartidas en dos familias: Cheloniidae y Dermochelyidae y comprenden ocho especies alrededor del mundo (UICN, 2010).

Los quelonios son especies longevas fascinantes; poseen un desarrollo sexual tardío, en algunas especies la madurez sexual puede tardar décadas, realizan grandes migraciones (de cientos o miles de kilómetros) para llegar desde su hábitat de alimentación hasta las áreas de anidación (UICN, 2010).

La edad de madurez sexual de la tortuga golfina es entre los 7 y 9 años. El apareamiento ocurre en áreas cercanas a las playas de anidación y generalmente es durante el inicio de la temporada, la cual abarca de junio a diciembre. El ciclo reproductivo se relaciona con las fases lunares, ya que la anidación ocurre alrededor del cuarto menguante, generalmente 2 a 3 días antes o después, cuando se producen las mareas bajas y menos intensas (Izurieta, 2015).

Durante su ciclo de vida utilizan varios hábitat: una vez eclosionados los huevos los neonatos emergen del nido emigran al mar uniéndose a comunidades pelágicas a la deriva saliendo y entrando en una gran variedad de hábitat oceánicos y costeros con un bajo nivel de sobrevivencia (UICN, 2010).

Las tortugas que llegan a etapa juvenil se desarrollan cerca de costas, estuarios y arrecifes coralinos, al concluir la madurez sexual se dirigen hacia hábitat de alimentación de los adultos. Las especies llegan a las playas de anidación para reproducirse y desovar, con intervalos de 2 a 5 años dependiendo de la especie y las áreas de alimentación (Parra y Andres, 2012).

En el perfil costero de la provincia de Esmeraldas en la actualidad llegan a anidar tortugas marinas como: la tortuga golfina, tortuga verde, y laúd, las cuales las convierte en un lugar privilegiado para estudios y conservación de estas especies en esta provincia. Una de las playas con mucha concurrencia de anidaciones tenemos a la playa de las Palmas en la ciudad de Esmeraldas, seguido de la playa de Portete en el área protegida Estuario río Muisne, playa de Atacames, Tonsupa y Same. La Reserva Marina Galera San Francisco conserva en especial estas especies migratorias a través de patrullajes, protección y monitoreo de las playas de anidación de las tortugas marinas desde el año 2014 y realizan talleres de concientización ambiental en las Unidades Educativas y comunidades locales (MAE, 2017).

Las actividades antrópicas tales como turismo, pesca, construcciones de muros, colocación de barreras u obstáculos, extracción de arena, deposición de materiales, extracción de huevos, depredación por animales ferales, etc. a los que se suman factores naturales como erosión, aumento del nivel del mar con modificaciones del relieve; representan un peligro que vulnera de forma importante todo sitio de anidación.

Las costas de Ecuador son el lugar idóneo para que las tortugas marinas lleguen a anidar. Por tal razón organismos estatales y organizaciones no gubernamentales realizan esfuerzos para la recuperación del hábitat y protección de las especies tales como: *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina), *Chelonia mydas* (tortuga verde),

Eretmochelys imbricata (tortuga carey), *Dermochelys coriacea* (tortuga laúd), se ha reportado un nido de laúd para la zona de playa las palmas en Esmeraldas, mientras que, para las anidaciones de *Caretta caretta* en Ecuador no existen datos (MAE, 2014).

La mortalidad de tortugas marinas al ser retenida accidentalmente en redes de pesca, combinadas al lento crecimiento y complejo ciclo de vida, han provocado una drástica reducción de la población de estos reptiles al punto de encontrarse en peligro de extinción. Por tal motivo, han sido incluidos en el apéndice de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) y en la lista roja de la UICN (Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza) (MAE, 2014)

El conocimiento de la dinámica litoral y de los patrones de anidación de las tortugas marinas son elementos importantes que deben ser estudiados, en la actualidad no existen investigaciones de este tipo para las costas de la provincia de Esmeraldas, solo se reportan las anidaciones ocurridas en cada playa por parte del Ministerio del Ambiente de Esmeraldas a través de sus áreas protegidas. Por lo cual el propósito de esta investigación es caracterizar los sitios de anidación de *Lepidochelys olivacea* en las diferentes playas de la Reserva Marina Galera San Francisco, generando información básica como herramienta fundamental para la conservación de esta especie.

Materiales y métodos

Área de estudio:

El lugar de investigación se ubicó en la Reserva Marina Galera San Francisco (RMGSF) en las parroquias de Galera, Quingue y Cabo San Francisco, Provincia de Esmeraldas. Esta área protegida tiene una extensión de 54.604 hectáreas e incluye aguas someras sobre la plataforma continental hasta los 800 metros de profundidad. Presenta tres tipos de ecosistemas marinos, costeros y estuarinos. Tiene 37 km de perfil de playa las cuales son mayormente arenosas (MAE, 2014). (Fig. 1).



Fig. 1. Reserva Marina Galera San Francisco.

Caracterización de las playas de anidación de *Lepidochelys olivacea*.

Se realizó un levantamiento de información *in situ* en todas las playas que conforman la reserva marina con el propósito de identificar playas de anidación (monitoreos diurnos y nocturnos).

Ya en territorio, y aplicando la metodología del manual de monitoreo utilizado por Ministerio del Ambiente, se procedió a geo-referenciar la ubicación de cada sitio de anidación con ayuda de un GPS marca Garmin, el registro de información de las coordenadas se registraron en formato UTM, para posteriormente expresarlos en un mapa mediante el uso del software GVSIG.

El trabajo para medir la inclinación de la playa se lo determino realizando transeptos perpendiculares a la línea de costa (dos en los sitios pequeños y tres en los más grandes). (Parra y Andrés, 2012). Mediante la colocación de estacas de 1,5 m en la línea de alta marea y en la zona supralitoral de la playa; estas estacas dejaron al descubierto 1 m sobre el sustrato. A 10 cm del extremo superior de la estaca al pie del mar, se fijó un graduador de 360° el cual estaba unido a un plomo en la marca de 270° con la finalidad de formar un ángulo recto con el suelo; en la estaca del lado contrario, se colocó una cuña a igual altura a manera de guía, desde la cual partía una piola de nylon que terminaba en el centro del graduador (Parra y Andrés, 2012).

Se pesó 200 gr. de arena extraída a 30 cm de profundidad, para calentarla en horno a 220° grados por media hora, luego se pesó nuevamente para calcular la humedad relativa:

$$H_r = ((P_f / P_o * (-100)) - 100) * (-1)$$

Dónde:

P_o: peso inicial

P_f: peso final

Luego, 100 gramos de arena seca se llevaron a un tamiz de cuatro filtros para granos de: 4,75 mm (grava), 2 mm (arena muy gruesa), 0,425mm (arena gruesa), 0,075mm (arena muy fina), de acuerdo con lo que establece la normativa ASTM. El contenido de cada filtro fue pesado nuevamente para obtener el porcentaje del tipo de grano (Estrada, 2007).

Monitoreo de anidación de playas

Para establecer el grado de productividad de cada sitio de anidación dentro de la Reserva Marina Galera San Francisco, se realizaron monitoreos con la finalidad de conocer el número de huevos depositados por *L. olivacea*. Para ello y considerando que se trata de una especie protegida, se tomó como muestra solo un espécimen por playa.

Los nidos fueron revisados con mucho cuidado hasta encontrar los huevos, se procedió a contar y numerar con marcador, cuidando de depositarlos al final del monitoreo en igual posición a la encontrada, posteriormente se taparon los nidos y se georreferenciaron. Los nidos monitoreados fueron tratados de una forma tal que permita

a los factores que ejercen su influencia sobre las nidadas en cada playa ocurran de forma natural.

Para la exhumación de nidos se utilizó la metodología del manual de monitoreo utilizada por el ministerio del Ambiente. Pasado el tiempo de la eclosión se procedió, con el mismo cuidado inicial, a descubrir los nidos y a contar los huevos no eclosionados (no fecundado o de eclosión fallida). La diferencia de estas cantidades muestra el grado de productividad de cada sitio para la especie.

La temperatura promedio se registró a una profundidad de 30 cm en la arena, que es más o menos la profundidad a la que las tortugas dejan sus huevos.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados por los programas de software estadísticos: Shapiro-Wilk, Kruskal-Wallis y RStudio. Para las pruebas de normalidad los datos obtenidos se agruparon entre las playas de estudio (estaciones $n = 11$) y la cantidad de nidos que se encontraron en cada una de ellas durante los años 2015, 2016 y 2018, su granulosidad y los perfiles de estas. De acuerdo a los resultados de normalidad de Shapiro-Wilk (Royston, 1995) ($p > 0.05$) o distribución asintótica se analizó las varianzas mediante Kruskal-Wallis (Hollander y Wolfe, 1973) o ANOVA de dos vías (Chambers y otros, 1992). Todos los análisis se realizaron en el programa R en su versión 3.5 (R Core Team 2018) con su paquete estándar de estadística y la interfaz gráfica de RStudio (RStudio Team 2016).

Resultados

Los monitoreos se realizaron en las playas de anidación de la RMGS que cuenta con una extensión de 37 kilómetros y se encuentra en la zona norte y sur del AP, entre las parroquias Quingue y Cabo San Francisco.

Se registraron un total de 193 nidos para las 11 playas de anidación, con 57 nidos en el año 2015, 66 nidos para el año 2016 y 70 nidos para el año 2018, durante los meses de junio a diciembre.

Los fuertes aguajes, oleajes y la depredación de huevos por parte de animales ferales son factores que influyen en el proceso de las nidadas (tabla 6)

Los resultados obtenidos durante los tres años de monitoreo nos indican que la estación 5 (playa de Galerita) es la que presenta un mayor número de nidos (145): 42 en el 2015, 38 en el 2016 y 65 en el 2018, presentando un total de 95 huevos, de los cuales el 94,74 % eclosionó con éxito. En segundo lugar encontramos la estación 7 (playa de Quingue) con 3 nidos en el 2015, 14 en el 2016 y 5 en el 2018, con una productividad total de 94 huevos, de los cuales el 78,72% eclosionó con éxito. Las estaciones restantes presentaron valores bajos de nidos por año. La estación 9 (playa de Tongora) tuvo un 100% de éxito de eclosión seguida de la estación 10 (playa de Tongorachi) con un 66,67% de éxito de eclosión. (Ver tabla 6).

En total se registraron 11 sitios de anidación dentro del área de la Reserva Marina Galero San Francisco. (Fig. 2)

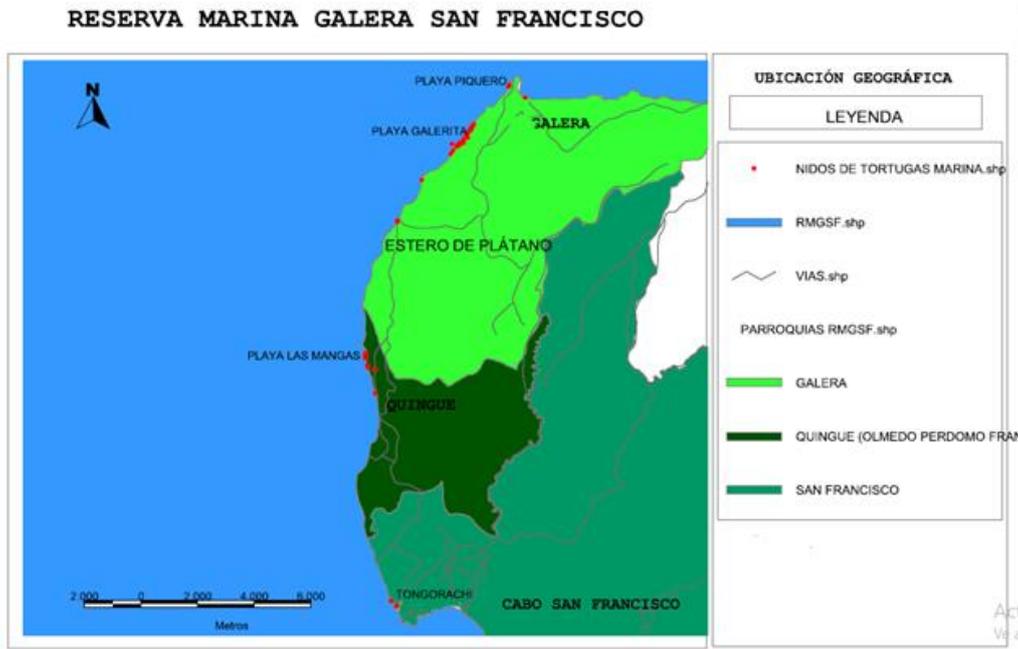


Fig. 2. Mapa de ubicación de nidos dentro de la Reserva Marina Galera San Francisco.

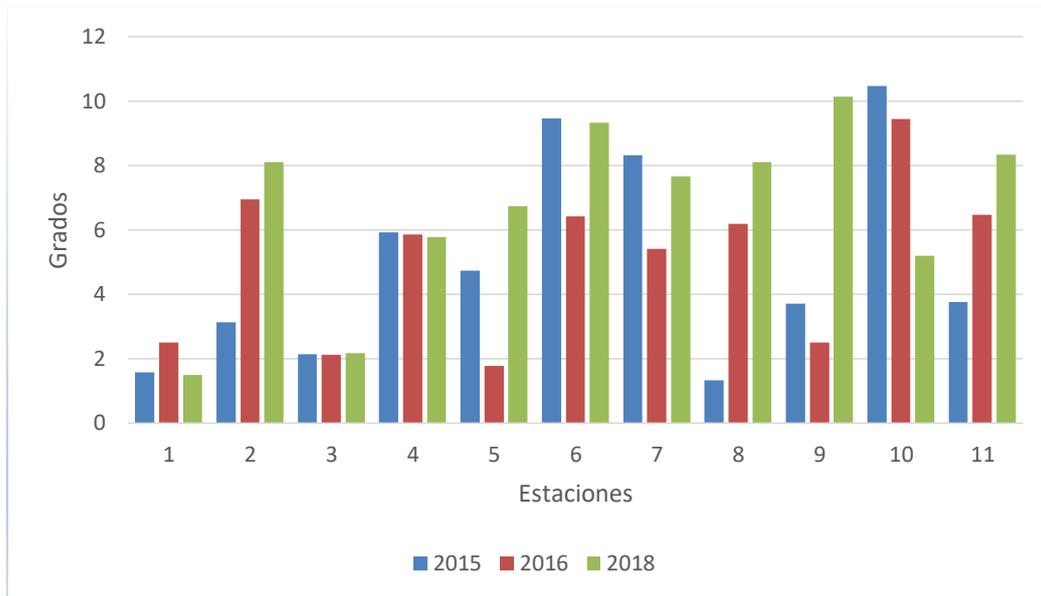


Fig. 3 Grados de inclinación de las playas monitoreadas por año.

En cuanto a los grados de inclinación de las estaciones monitoreadas durante los años 2015, 2016 y 2018, destaca que las estaciones 1, 3 y 4 son las únicas que se mantienen considerablemente estables. Las demás playas, en cambio, presentan grandes diferencias en sus pendientes, entre las que se encuentra la playa de Galerita, la de mayor anidación de la reserva. Se puede observar que en esta playa el año de menor inclinación corresponde al de menor número de nidos, así como el año de mayor inclinación presenta un mayor número de nidos. (Fig. 3).

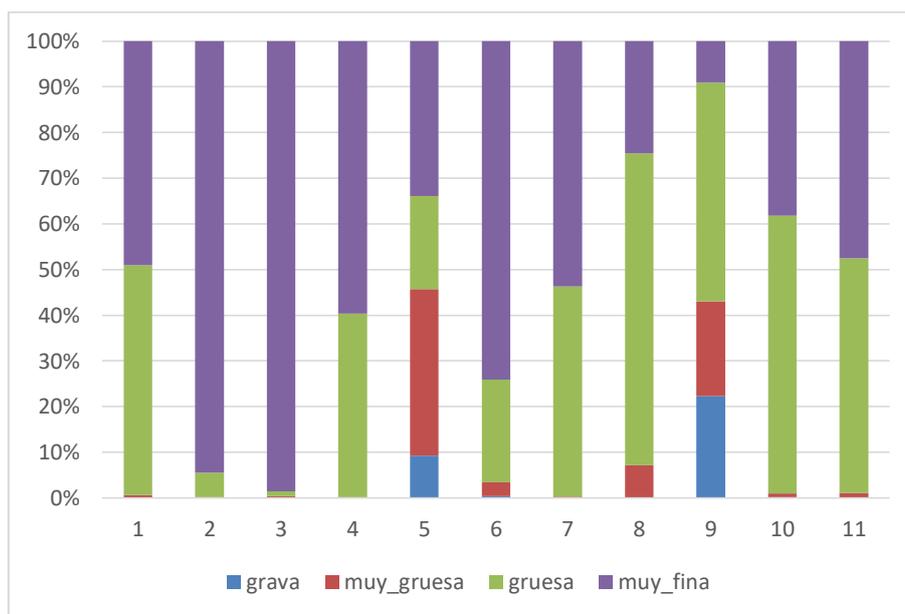


Fig. 4. Granulometría por estación.

La granulometría de las diferentes estaciones es muy variable. Las estaciones 8, 9, 10 y 11 son muy similares en sus áridos presentando más valores de arena gruesa que las demás estaciones. También cabe indicar que las estaciones 5 y 9 presentan los cuatro tipos de áridos, siendo la estación 5 (playa Galerita), la de mayor anidación, en la que la proporción de los mismos es la más equilibrada. En cuanto a las estaciones 2 y 3, destacan por tener una composición mayor al 90 % de arena muy fina. (Fig. 4).

Como resultado de los monitoreos de las anidaciones por playa, destaca que todas las estaciones presentaron un éxito de eclosión entre el 70 y el 100%, exceptuando las estaciones 6 y 10, cuyo éxito de eclosión fue del 0%. (Tabla 5).

El test de normalidad de Shapiro-Wilk ($p < 0.05$) demuestra una dispersión asintótica entre la cantidad del número de nidos en las diferentes estaciones de estudio, para cada uno de los años de monitoreo (2015, 2016 y 2018). Por lo tanto, se analizan las varianzas utilizando el test de Kruskal-Wallis, el cual demuestra que no existe diferencia estadística significativa ($p < 0.3793$) en los nidos durante el primer año de estudio, a diferencia de los años siguientes: 2016: $p < 0.007549$ y 2018: $p < 3.88e-8$. (Tabla 1).

Los resultados de la granulometría en las diferentes zonas de estudio es dinámica, presentando diferencias en su composición, lo que no permite la homogeneidad permanente dentro de las playas ($W = 0.83748$, $p < 2.13e-5$, tabla 2). Sin embargo, las diferencias entre las estaciones no son acentuadas en este aspecto ($p = 0.9992$).

La inclinación de los perfiles de las estaciones demostraron una distribución muy cercana a la normalidad ($p < 0.05935$), por lo que se calcularon las diferencias entre varianzas utilizando pruebas paramétricas y no paramétricas. Los resultados de las pruebas no paramétricas demuestran que los perfiles de las distintas estaciones no poseen una diferencia significativa ($p < 0.0953$). (Tabla 3). Debido a la cercanía con el

valor crítico de “p”, se procede a realizar un análisis de varianza ANOVA de dos vías empleando la agrupación temporal y zonal, del cual se concluye que existen diferencias entre las playas ($p < 0.00994$) más no entre los años de estudio ($p < 0.10412$), lo cual permite una mejor comprensión de la dinámica de las zonas de estudio. (Tabla 4)

La correlación de Pearson entre los perfiles de las estaciones y el número de nidos y éxito de eclosión no muestran relaciones directas, con valores de correspondencia de -0.15 para la cantidad de nidos y la inclinación de las playas (Fig. 7) y de -0.56 para el éxito reproductivo y los perfiles (Fig. 8).

Discusión

Durante la presente investigación se han detectado 11 playas de anidación de *Lepidochelys olivacea* en la Reserva Marina Galera San Francisco, siendo la estación número 5, Galerita, la que presenta un mayor número de nidos durante los años 2015, 2016 y 2018. Lo que contrasta con información del MAE (2014) donde indica que existen escasos registros confirmados de anidación de tortuga *Lepidochelys olivacea* en playas aledañas de RMGSF.

El éxito de eclosión de los huevos está en torno al 90% en 9 de las 11 estaciones, apreciación que contrasta con el trabajo de Brenes et al (2014), en el cual se establece que el éxito de eclosión de *Lepidochelys olivacea* es bajo.

En cuanto a la pendiente en los sitios de anidación, nos encontramos con que las playas de anidación de la RMGSF no superan el valor propuesto por Bolongaro *et al* (2010), estudio que sugiere que la inclinación no es un factor relevante para impedir la anidación en tanto no supere los 10° de pendiente. En este sentido, se puede confirmar que cualquiera de las playas de la RMGSF es apropiada para la anidación de *Lepidochelys olivacea*.

La playa con la granulometría más equilibrada de la RMGSF es la número 5, la de mayor anidación de las 11 playas analizadas. Este hecho coincide con el estudio de Bolongaro *et al*, el cual indica que existe una preferencia de las tortugas a anidar en sitios donde los porcentajes granulométricos de arena sean altos para la arena media, rechazando a los de arena fina o gruesas ya que no proporcionarían la temperatura, humedad y estabilidad que el nido necesita. Lo dicho por Bolongaro *et al* explicaría la preferencia de las tortugas a anidar en la playa de Galerita ya que las demás playas tienen un alto porcentaje de arenas muy finas. Los datos de anidación en la playa número 7, en cambio, no presentan correlación con el estudio de Bolongaro *et al*, ya que a pesar de tener un porcentaje de arena muy fina superior al 50%, se sitúa como la segunda playa con más nidos registrados en los 3 años de monitoreos.

Conclusiones

La Reserva Marina Galera San Francisco cuenta con 11 playas de anidación de *Lepidochelys olivacea* en su 37 km de perfil costero. Durante los años 2015, 2016 y 2018 se han registrado anidaciones de esta especie, constatando la importancia de dichas playas para la conservación de estos quelonios marinos.

Una de las principales amenazas para los nidos de *Lepidochelys olivacea* en las playas de la RMGSF es la depredación por animales ferales, de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación.

En los tres años de monitoreo, se identificó que la estación 5, la playa de Galerita, fue la que presentó un mayor número de anidaciones, convirtiéndola en la más importante para la conservación de la tortuga marina *Lepidochelys olivacea*. Esta playa fue, a su vez, la que presentó un mayor número de nidos depredados por perros y destruidos por los fuertes aguajes y oleajes. La frecuencia de anidación en la playa de Galerita en relación a otras playas, podría deberse a la granulometría de sus áridos los cuales están bien representados en sus diferentes tamaños, así como a una inclinación de 6,25°.

Referencias bibliográficas

- Bologaro, R., Márquez, A., Torres, V., y García, 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-Icmyl, Universidad Autónoma de Campeche. 514 p.
- Brenes, O., Bonilla, L., Bonilla, A., y Vega, A., (2015). Características de la anidación de *Lepidochelys olivacea* (Testudinata: Cheloniidae) entre 2010 y 2012 en Playa Tortuga Ojochal de Osa, Puntarenas, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 63 (1) 339 – 349
- Bernabeu, A., Medina, R, Vidal, C. y Muñoz, J. (2001). Estudio morfológico del perfil de playas: modelo de perfil de equilibrio en dos tramos. *Rev. Soc. Geol. España*, 14 (3-4) 227 – 236.
- Castro, I., Miranda, D. & Pérez, R. (Mayo de 2010). *Tortuga golfina (Lepidochelys olivácea): análisis nutrimental del huevo no eclosionado para su posible inclusión en la alimentación humana*. Simposio llevado a cabo en el XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de alimentos. Guanajuato – México.
- Chambers, J. M., Freeny, A and Heiberger, R. M. (1992) Analysis of variance; designed experiments. Chapter 5 of Statistical Models in S eds J. M. Chambers and T. J. Hastie, Wadsworth & Brooks/Cole.
- CIT, (2005). Tortuga Lora Golfina (*Lepidochelys olivácea*). Recuperado de <http://www.iacseaturtle.org/docs/tortugas/lolivacea.pdf>.
- Estrada, J. (2007). *Características granulométricas y geoquímicas de arena de playa de Tecolutla, Veracruz, México: Implicaciones de procedencia y ambientes sedimentarios de depósito*”. (Tesis de grado). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
- Gámez, S., García, L., Osorio, D., Vázquez, J., y Constantino, F. (2009). Patología de las tortugas marinas (*Lepidochelys olivacea*) que arribaron a las playas de Cuyutlán, Colima, México. *Vet. Méx.*, 40 (1) 69 - 78
- Chambers, J. M., Freeny, A and Heiberger, R. M. (1992) Analysis of variance; designed experiments. Chapter 5 of Statistical Models in S eds J. M. Chambers and T. J. Hastie, Wadsworth & Brooks/Cole.
- Hollander, M y Wolfe, D. (1973), Nonparametric Statistical Methods. New York: John Wiley & Sons. Pages 115–120
- Moncada, F., Nodarse, G., Azanza, J., Medina, Y., y Formeiro, Y. (2011). Principales áreas de anidación de las tortugas marinas en el archipiélago cubano. *Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente* (20)

- Martínez, S. (2013). *Estudio morfodinámico de una playa lineal. Aplicación al caso de Gandia*. (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, (2014). *Plan Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Guayaquil – Ecuador.
- Izurieta, D. V. (2015). Evaluación de los varamientos de Tortugas Marinas, en las playas de la Parroquia Manglar Alto, San Pedro Olón, Santa Elena, durante los meses de febrero 2014 - mayo 2015.
- Parra D.M., Andrés A.M., 2012. Manual para el monitoreo de anidación de la tortuga verde *Chelonia mydas* en Galápagos. Documento Técnico. Fundación Charles Darwin. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Piedra, L., Morales, V. (2015). Preferencia de anidación de tortugas carey (*Eretmochelys imbricata*) y baulas (*Dermochelys coriácea*) en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca Manzanillo, Limón, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. 28 (3), 86-98.
- Rubiano, D. (2011). *Caracterización de playas de anidación de tortugas marinas en Isla Fuerte, Bolívar, Caribe Colombiano*. (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá – Colombia.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- RStudio Team (2016). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.
- Royston, P. (1995). Remark AS R94: A remark on Algorithm AS 181: The W test for normality. *Applied Statistics*, 44, 547–551. doi: 10.2307/2986146.
- UICN (2010). *Estrategia Mundial para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Recuperado de <https://mtsg.files.wordpress.com/2010/07/estrategia-mundial-para-la-conservacion-de-las-tortugas-marinas.pdf>
- Varo, N., Monzón, C., Carrillo, Calabuig, P., y Liriz, A. (2015). Tortuga olivácea – *Lepidochelys olivacea*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Vidal, C., Losada, M., Medina, R., y Losada, I. (1995). Modelos de morfodinámica de playas. *Ingeniería del Agua* 2 (1) 55- 74

Anexo 1

OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar las playas de anidación de la Reserva Marina Galera San Francisco para desarrollar un registro de nidos de *Lepidochelys olivacea* con el fin de establecer la importancia de estas playas en la conservación de dicha especie.

Objetivos Especificos

- Identificar las playas de la RMGSF en las que anida la especie *Lepidochelys olivacea* mediante observación directa de individuos, huellas, huevos o neonatos.
- Establecer la relación de los perfiles de playas con la ocurrencia de anidación en las estaciones de estudio.
- Establecer la relación del éxito de eclosión y granulometría de cada playa de anidación monitoreada.

HIPÓTESIS

- La determinación de las playas donde llega a anidar *Lepidochelys olivacea* dentro del perfil costero de la Reserva Marina Galera San Francisco permitirá establecer la importancia de cada playa en la conservación de dicha especie.

Anexo 2

Tabla 1: Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) y Análisis de varianzas (Kruskal-Wallis) para cada uno de los años en las estaciones y el número de nidos.

Shapiro-Wilk			Kruskal-Wallis		
2015	2016	2018	2015	2016	2018
W = 0.24902	W = 0.34262	W = 0.32474	$\chi^2 = 10.726$	$\chi^2 = 24.019$	$\chi^2 = 54.521$
p < 2.2e-16	p < 2.2e-16	p < 7.627e-16	df = 10	df = 10	df = 10
			p < 0.3793	p < 0.007549	p < 3.881e-8

Tabla 2: Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) y Análisis de varianzas (Kruskal-Wallis) comparando la granulosis de cada una de las estaciones.

Shapiro-Wilk	Kruskal-Wallis
W = 0.8375	$\chi^2 = 1.4208$
p < 2.13e-5	df = 10
	p < 0.9992

Tabla 3: Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) y Análisis de varianzas (Kruskal-Wallis) comparando el perfil de cada una de las estaciones.

Shapiro-Wilk	Kruskal-Wallis
W = 0.93798	$\chi^2 = 16.154$
p < 0.05935	df = 10
	p < 0.0953

Tabla 4: Análisis de varianzas (ANOVA) de dos vías, calculando la variabilidad del perfil de las playas versus tiempo y lugar.

ANOVA 2 VÍAS					
	df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
años	1	18.06	18.06	2.809	0.10412
estaciones	1	48.71	48.71	7.577	0.00994
Residuos	30	192.85	6.43		

Anexo 3

Tabla 5: Registro de huevos por playas dentro de la RMGSF.

N°	Playa	Especie	Huevos por puesta	Huevos eclosionados	Porcentaje de eclosión	Huevos sin eclosión	Neonatos muertos	Neonatos vivos sin salir del nido	Observaciones	Temperatura °C
1	Cumilínche	Lepidochelys olivácea	78	70	89,74	5	3			30
2	Pacoché	Lepidochelys olivácea	96	93	96,88	3	0			30
3	Galera	Lepidochelys olivácea	98	60	61,22	8	30			30
4	Piquero	Lepidochelys olivácea	84	80	95,24	2	0	2		27
5	Galerita	Lepidochelys olivácea	95	90	94,74		5			32
6	Estero de Plátano	Lepidochelys olivácea	96	0	0,00				No se desarrollaron	28
7	Quingue	Lepidochelys olivácea	94	74	78,72	11	4	5		32
8	Coquito	Lepidochelys olivácea	101	101	100,00					32
9	Tongora	Lepidochelys olivácea	100	90	90,00	8		2		30
10	Tongorachi	Lepidochelys olivácea	70	0						32
11	Cabo San Francisco	Lepidochelys olivácea	102	92	90,20		10			30

Tabla 6: Registro de nidos por playas dentro de la RMGSF.

N°	Playa	Frecuencia			Total nidos (parcial)	Destruído /Aguaje	Destruído /perros	Total de nidos	Variación de frecuencia (%)	Porcentaje de éxito
		2015	2016	2018						
1	Cumilínche	1	0	0	1	0	0	1	-100,00	100,00
2	Pacoché	0	0	0	0	0	0	0		
3	Galera	2	5	0	7	1	0	6	150,00	85,71
4	Piquero	3	2	0	5	0	0	5	-33,33	100,00
5	Galerita	42	38	65	145	2	13	130	-9,52	89,66
6	Estero de Plátano	0	3	0	3	3	0	0	0	70,00
7	Quingue	3	14	5	22	1	3	16	366,67	94,12
8	Coquito	3	0	0	3	0	0	3	-100,00	100,00
9	Tongora	1	2	0	3	0	0	3	100,00	100,00
10	Tongorachi	2	1	0	3	0	1	2		66,67
11	Cabo San Francisco	0	1	0	1	0	0	1		100,00
	Suma	57	66	70	193,00	7,00	14,00	174	15,79	89,23

Tabla 7: Granulometría de playas dentro de la Reserva Marina Galera San Francisco.

Playa	Diámetro del grano (%)			
	Grava	Arena muy gruesa	Arena gruesa	Arena fina
	4,75 mm	2 mm	425 µm	75 µm
Cumilínche	0,00	0,63	50,38	48,99
Pacoché	0,00	0,11	5,44	94,45
Galera	0,00	0,39	1,00	98,61
Piquero	0,00	0,12	40,27	59,61
Galerita	9,25	36,48	20,33	33,94
Estero Plátano	0,34	3,09	22,49	74,08
Quingue	0,00	0,22	46,08	53,70
Tongora	22,30	20,77	47,82	9,11
Tongorachi	4,80	19,78	21,41	54,01
C. S. Francisco	0,00	1,04	51,43	47,54

Anexo 4

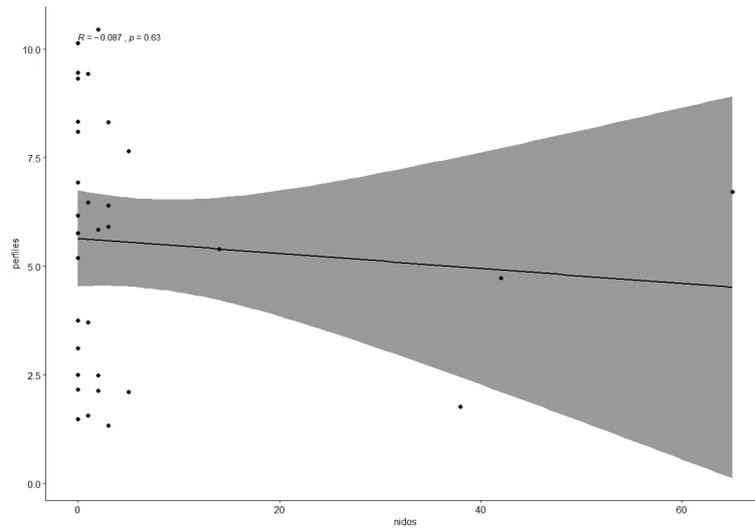


Figura 7. Correlación de Pearson entre los perfiles y la cantidad de nidos en las estaciones de estudio.

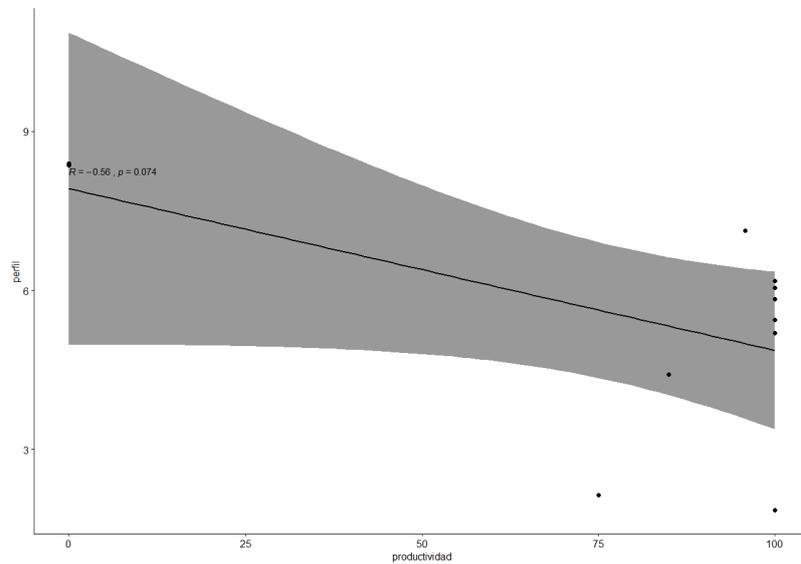


Figura 8. Correlación de Pearson entre los perfiles y éxito reproductivo en las estaciones de estudio.