



**Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*): anidación y amenazas en la playa San Lorenzo, Manta, Manabí, Ecuador, durante el 2020**

Pincay Choez Ronald Javier

Dirección de Posgrado, Cooperación y Relaciones Internacionales. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Trabajo de Titulación, presentado como requisito para la obtención del grado de Magíster en Gestión Ambiental

Director: MSc. Castillo Ruperti Ricardo Javier

30 de abril del 2021

## Certificación

### DIRECCIÓN DE POSTGRADO, COOPERACIÓN Y RELACIONES INTERNACIONALES DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

#### Aprobación del Tribunal de Postgrado

Los miembros del Tribunal de Postgrado aprueban el informe del trabajo de titulación, sobre el tema **“Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*): anidación y amenazas en la playa San Lorenzo, Manta, Manabí, Ecuador, durante el 2020”**, presentado por el Blgo. **Pincay Choez, Ronald Javier**, de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, para títulos de Postgrado, constancia que, el mencionado proyecto bajo la modalidad de proyecto de investigación está APROBADO.

Manta, 07 de mayo de 2021

Para constancia firman:

.....  
DIRECTORA DE POSTGRADO  
Ing. Maritza Vásquez Giler, Msc

.....  
DOCENTE TUTOR  
MSc. Castillo Ruperti Ricardo Javier

.....  
DOCENTE LECTOR Oponente  
Ing. Maritza Vásquez Giler, Msc

.....  
DOCENTE LECTOR Oponente  
Dr. Ever Darío Morales Avendaño

.....  
SECRETARIA DE POSTGRADO  
Ing. María Delia Reyes Cárdenas

## Derechos Intelectuales

Yo, Ronald Javier Pincay Choez, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el **Trabajo de titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, titulado: “Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*): anidación y amenazas en la playa San Lorenzo, Manta, Manabí, Ecuador, durante el 2020”**, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Firmado electrónicamente por:  
**RONALD JAVIER  
PINCAY CHOEZ**

---

FIRMA

No. CÉDULA 1308320314

## **Dedicatoria**

Dedico el esfuerzo y dedicación de este trabajo de titulación a:

Dios, quien, con su protección y voluntad, permitió la culminación de ésta maestría y poder alcanzar con éxito una de las metas más significativas en mi vida profesional.

Mis hijos Daleska, Keyleth, Marco y Melany por ser los motores que impulsan mi vida, por ser mi inspiración, mi motivación y fortaleza para seguir adelante. A mi esposa, la cual forma parte importante de mi vida, gracias, Aracely por el apoyo y fortaleza en todos estos años.

Mis padres Edhin y Elizabeth, por ser el ejemplo de lucha y constancia en las adversidades, y por el apoyo incondicional a través de todos estos años. Ustedes trazaron el camino, me dieron las oportunidades, eso es algo invaluable que jamás olvidaré. A mi hermano Alexander, por su constante motivación y apoyo determinante en muchos aspectos de mi vida.

A la memoria de mi apreciada tía Mercy Choez Indacochea, quien fue motivo de inspiración, lucha, fortaleza y unidad para la familia.

A todos mis amigos y compañeros, que de una u otra manera me brindaron su apoyo.

**Ronald Javier Pincay Choez**

## Agradecimiento

Este logro fue posible gracias al aprendizaje recibido por los distinguidos docentes de la Dirección de Postgrado de la ULEAM y en especial gracias al gentil apoyo de mi Director de tesis Blgo. Ricardo Castillo Ruperti MSc. por su tiempo, orientación y guía en mi proyecto de titulación.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, por ser el ente de enseñanza en mi vida profesional y personal.

Agradezco a la Administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche y al Ministerio del Ambiente y Agua, por permitirme contribuir con la identificación de medidas de manejo que fortalezcan la conservación de la especie *Lepidochelys olivacea*, en la playa de anidación San Lorenzo.

## Contenido

Certificación.....	2
Derechos Intelectuales .....	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento.....	5
Resumen.....	10
Summary.....	11
Capítulo I .....	12
Introducción .....	12
Planteamiento del Problema .....	14
Formulación del Problema.....	18
Hipótesis .....	19
Justificación .....	20
Objetivos.....	21
Objetivo General.....	21
Objetivos Específicos .....	21
Capítulo II .....	22
Marco de Referencia .....	22
Fundamentación Teórica.....	22
<i>Características Morfológicas</i> .....	22
<i>Taxonomía</i> .....	24
<i>Distribución</i> .....	25
<i>Estado de Conservación</i> .....	26
<i>Características Reproductivas</i> .....	27
<i>Zonas de Anidación</i> .....	28
<i>Amenazas para las Tortugas Marinas en Playas de Anidación</i> .....	29
<i>Estado del Conocimiento de Lepidochelys olivacea en el Ecuador</i> .....	31
<i>Programas de Conservación a Nivel Regional, Nacional y Local</i> .....	33
Fundamentación Legal.....	35

<b>Capítulo III</b> .....	38
<b>Metodología</b> .....	38
<b>Diseño de Investigación</b> .....	38
<b>Métodos de Investigación</b> .....	38
<b>Enfoque de la Investigación</b> .....	39
<b>Alcance de la Investigación</b> .....	39
<b>Población de Estudio</b> .....	39
<b>Selección de la Muestra</b> .....	39
<b>Unidad de Análisis</b> .....	40
<i>Aspectos Generales del Área de Estudio</i> .....	40
<i>Éxito Reproductivo</i> .....	42
<i>Identificación de Amenazas</i> .....	45
Tabla 2. <i>Amenazas naturales y antrópicas registradas en playa San Lorenzo</i> .....	46
<i>Propuesta de Plan de Manejo</i> .....	48
<b>Capítulo IV</b> .....	50
<b>Resultados</b> .....	50
Caracterización del Éxito Reproductivo .....	50
Tabla 7. <i>Parámetros reproductivos</i> .....	57
Caracterización de amenazas .....	58
Plan de acción y estrategias adaptativas .....	65
Plan de Acción para la protección de la playa de anidación San Lorenzo, Manta .	66
Discusión .....	70
Conclusiones.....	74
Recomendaciones .....	75
Referencias.....	76
Anexos .....	80

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Ámbito de acción de los convenios internacionales relacionados con la conservación de las tortugas marinas.</i> .....	36
<b>Tabla 2.</b> <i>Amenazas naturales y antrópicas registradas en playa San Lorenzo</i> .....	46
<b>Tabla 3.</b> <i>Matriz de jerarquía analítica para ponderación de amenazas</i> .....	47
<b>Tabla 4.</b> <i>Escala de valoración y criterios para la jerarquización de amenazas</i> .....	48
<b>Tabla 5.</b> <i>Matriz del Plan de Acción</i> .....	49
<b>Tabla 6.</b> <i>Éxito reproductivo de nidadas en función de su manejo</i> .....	55
<b>Tabla 7.</b> <i>Parámetros reproductivos</i> .....	57
<b>Tabla 8.</b> <i>Matriz de jerarquía analítica para la ponderación de amenazas</i> .....	59
<b>Tabla 9.</b> <i>Plan de Acción para la Protección de Playa de Anidación San Lorenzo, Manta</i> .....	66
<b>Tabla 10.</b> <i>Fecha y ubicación geográfica de las nidadas registradas en el periodo 2020 en playa San Lorenzo</i> .....	82

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Características morfológicas de <i>Lepidochelys olivacea</i>. (Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. AbreuGrobos y M. Donnelly, 2000).</i> .....	24
<b>Figura 2.</b> <i>Mapa de distribución global de <i>Lepidochelys olivacea</i> (Abreu-Grobos, A &amp; Plotkin, P. 2008).</i> .....	26
<b>Figura 3.</b> <i>Mapa del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, sus playas de anidación y áreas de influencia.</i> .....	34
<b>Figura 4.</b> <i>Delimitación del área de estudio. Playa San Lorenzo.</i> .....	41
<b>Figura 5.</b> <i>Frecuencia relativa de las nidadas de <i>Lepidochelys olivacea</i> registradas en playa San Lorenzo, 2020.</i> .....	50
<b>Figura 6.</b> <i>Mapa de distribución espacial por número de nidadas de <i>Lepidochelys olivacea</i> en doce segmentos de la playa San Lorenzo.</i> .....	51
<b>Figura 7.</b> <i>Dispersión espacio temporal de nidadas durante el periodo 2020. Las líneas representan el límite de cada cuatrimestre y las líneas rojas representan cada kilómetro de playa.</i> .....	52
<b>Figura 8.</b> <i>Mapa de calor con zonas rojas que indican la mayor acumulación de nidadas en la playa San Lorenzo, Manta.</i> .....	53
<b>Figura 9.</b> <i>Relación entre la longitud de la playa en sentido norte – sur (m) y el éxito de emergencia (%) de 142 nidadas.</i> .....	54
<b>Figura 10.</b> <i>Relación entre las nidadas manejadas in situ y nidadas reubicadas en playa, durante periodo 2020.</i> .....	55
<b>Figura 11.</b> <i>Tendencias del éxito reproductivo de acuerdo con el manejo, en donde el éxito reproductivo es mayor en las nidadas mantenidas en su ubicación natural, que las reubicadas.</i> .....	56
<b>Figura 12.</b> <i>Distribución de nidadas afectadas por hongos</i> .....	61
<b>Figura 13.</b> <i>Mapa de zonificación de amenazas, playa San Lorenzo</i> .....	63
<b>Figura 14.</b> <i>Ficha de campo para el monitoreo de <i>Lepidochelys olivacea</i></i> .....	80

### Resumen

La tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) es la especie más común que anida en la costa del Ecuador continental. El éxito de eclosión de las nidadas puede ser influida por las amenazas naturales y antrópicas. Se realizó un estudio sobre el éxito de eclosión en función de las amenazas durante el 2020 en la playa San Lorenzo del cantón Manta en la provincia de Manabí, Ecuador, con el objetivo de evaluar las amenazas naturales y antrópicas que afectaron el proceso de anidación. Representa una herramienta de ayuda a la toma de decisiones en la conservación de la especie. Se construyó una matriz de comparación por pares y pesos relativos para ponderar el impacto de un conjunto de quince amenazas entre antrópicas y naturales. Se asignó un peso a cada amenaza y mediante el uso de una herramienta para gestionar la información geográfica se generaron los mapas de impacto potencial. Los resultados determinaron que el porcentaje del éxito reproductivo de *Lepidochelys olivacea*, en la temporada 2020, fue del 61.91% (D.E.  $\pm$  25.67; N=142). La amenaza de mayor ponderación e impacto identificado fue la proliferación de hongos al interior de la nidada, provocando la no viabilidad embrionaria de 2.470 huevos. La principal recomendación motiva el incorporar la propuesta del Plan de Acción para la protección de la playa de anidación San Lorenzo, con la finalidad de actualizar y fortalecer el protocolo y manejo que se implementa.

*Palabras clave:* tortugas marinas, eclosión, amenazas

### Summary

The olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) is the most common species that nests on the coast of continental Ecuador. The successful hatching of clutches can be influenced by natural and man-made threats. A study was carried out on hatching success based on threats during 2020 at San Lorenzo beach in the Manta canton in the province of Manabí, Ecuador, with the aim of evaluating the natural and anthropic threats that affected the nesting process. It represents a tool to help decision-making in the conservation of the species. A comparison matrix by pairs and relative weights was constructed to weight the impact of a set of fifteen threats between anthropic and natural. A weight was assigned to each threat and through the use of a tool to manage geographic information, maps of potential impact were generated. The results determined that the percentage of the reproductive success of *Lepidochelys olivacea*, in the 2020 season, was 61.91% (S.D.  $\pm$  25.67; N = 142). The threat with the highest weight and impact identified was the proliferation of fungi within the clutch, causing the embryonic non-viability of 2.470 eggs. The main recommendation motivates the incorporation of the proposed Action Plan for the protection of the San Lorenzo nesting beach, in order to update and strengthen the protocol and management that is implemented.

*Keywords:* sea turtles, hatching, threats

## Capítulo I

### Introducción

De las siete especies de tortugas marinas existentes a nivel global, la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), se caracteriza por ser considerada como la más numerosa, debido a la existencia de amplias áreas geográficas de anidación que incluyen sitios importantes de anidación sincrónica, tal como ocurre en costas de los países de Costa Rica, México y la India (Bárcenas Ibarra, 2009). De igual manera, la tortuga golfina también anida de forma solitaria, tal como ocurre en costas de Colombia, Ecuador, Perú y Chile en el Pacífico Oriental (Sandoval, 2008).

En la actualidad, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) clasifica a esta especie en la categoría “Vulnerable”, y se la incluye en el apéndice I de la CITES (Abreu-Grobois, 2008). Desde tiempos ancestrales, las poblaciones de *Lepidochelys olivacea*, han sido severamente reducidas en algunas áreas, debido a la sobreexplotación de hembras anidantes, la extracción de huevos en las playas de anidación y la captura incidental en las redes de la flota pesquera artesanal e industrial.

Las costas ecuatorianas se han convertido en espacios naturales de interés turístico, constituyéndose la presencia de tortugas marinas, sus nidos y hábitats, un atractivo de gran importancia que dinamiza la economía local. El tiempo en que las tortugas marinas permanecen sobre la franja de playa, está destinado exclusivamente a la anidación o desove de huevos, constituyendo una etapa crítica de su ciclo vital.

Las amenazas en la anidación son situaciones en las que se registran indicios o hechos que afectan negativamente a las especies o sus hábitats, y los impactos se refieren al conjunto de efectos negativos provocados por las amenazas (Chacon, Valerín, Cajiao, Gamboa, & Marín, 2000). La identificación del impacto potencial fue determinada en función de la interpretación de las interacciones entre las amenazas y los componentes ambientales, durante el periodo de incubación de nidadas y posterior eclosión de neonatos.

El propósito de esta investigación fue el de determinar el tamaño de la población anidante de *Lepidochelys olivacea* en la playa San Lorenzo, Manta, Ecuador, durante la temporada 2020; así mismo, documentar el número de nidadas, existencia de picos y extensión del periodo de anidación, el éxito reproductivo y evaluar el impacto potencial basado en las interacciones de las amenazas naturales y antrópicas.

## Planteamiento del Problema

Las tortugas marinas forman parte de la biodiversidad mundial, son un grupo primitivo y singular de reptiles con características anatómicas únicas que no han cambiado substancialmente desde que aparecieron en el planeta hace aproximadamente 100 millones de años (Eckert, 2000).

El área de distribución global de las siete (7) especies de tortugas marinas se encuentra ampliamente amenazado por una serie de amenazas. A lo largo de sus etapas de vida, presentan una alta tasa de mortalidad atribuible a las amenazas naturales; sin embargo, el ser humano es el que genera el mayor impacto. Desde tiempos ancestrales, muchas comunidades costeras alrededor del planeta se han beneficiado de la carne, caparazón, huevos y aceite de las tortugas (Jack, 2003).

La causa de la rápida reducción en la población mundial de tortugas marinas se encuentra principalmente en los efectos directos e indirectos del fuerte desarrollo humano sobre el medio ambiente en los últimos 50 años. La pesca no selectiva indiscriminada, el desarrollo costero y la contaminación marina entre otros factores, está haciendo que estos reptiles se vean realmente amenazados en todas las fases de su ciclo de vida por las actividades derivadas del ser humano.

Determinadas amenazas naturales influyen en la supervivencia y ciclo de vida de las tortugas marinas. Durante la fase de anidación, la nidada queda expuesta a factores ambientales locales que influyen en el éxito reproductivo, con la temperatura siendo uno de los más importantes (Marquéz, 1990). La media térmica de la nidada es vital para el desarrollo embrionario. Experimentos controlados y en campo han determinado que el rango de temperatura apropiado para el desarrollo embrionario de *Lepidochelys olivacea* es de 25°C a 35°C, al acercarse a los límites entre 24°C y 34°C la mortalidad embrionaria incrementa (Ackerman, 1997).

Otro factor importante para el desarrollo de las nidadas en las playas de anidación es el generado por las inundaciones derivadas de fuertes oleajes, marejadas y mareas de sicigia o aguajes. Al quedar los huevos expuestos al exceso de agua, se produce la inhibición del intercambio de oxígeno entre los huevos y el sustrato adyacente.

La erosión y acreción siendo parte de la naturaleza de las playas, representan otro factor que pone en riesgo las nidadas. Estos factores se convierten en un problema cuando la erosión extrema modifica la franja de playa disminuyendo el área útil para eventos de anidación, por otra parte, puede dejar al descubierto nidadas en proceso. Por su parte, la acreción severa puede depositar arena sobre las nidadas de tal manera que los neonatos no puedan emerger del nido (Witherington, 2000).

El calentamiento global en los últimos años ha favorecido un factor más a la problemática, es el caso de la proliferación de hongos de las especies *Fusarium falciforme* y *Fusarium keratoplasticum*, los que poseen características biológicas que le permiten adaptarse a la temperatura de incubación de los huevos. Se encuentran presentes en la capa de arena, penetran en el huevo de la tortuga a través de la cáscara porosa colonizando el embrión y causando su muerte, siendo así responsables de generar hasta un 90% de mortalidad embrionaria (Sarmiento-Ramírez JM, 2014).

La Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN, determina que de las siete especies de tortugas marinas que existen en el planeta, tres se encuentran en peligro crítico de extinción (*Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys kempii*), dos en peligro de extinción (*Caretta caretta*, *Chelonia mydas*), una en estado vulnerable (*Lepidochelys olivacea*), y de una especie no se poseen datos suficientes para definir su estatus de conservación (*Natator depressus*) (Eckert, 2000).

Según la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), en Ecuador *Lepidochelys olivacea* es la especie más abundante, encontrándose principalmente en aguas lejos de la costa continental (Frazier J. , 2014). Durante los años 1965 y 1981, Ecuador fue el segundo exportador de carne y piel de tortuga marina, faenándose principalmente *Lepidochelys olivacea* (Hurtado, 1982). Se estima que unas 150,000 tortugas fueron capturadas tan sólo en el año 1979 en el Ecuador (Frazier J. , 1982).

En el año 2019 fueron registradas un total de 333 tortugas marinas varadas en la costa continental del país, de ellas 234 tortugas marinas se encontraban muertas y 99 se encontraban con vida (Ministerio del Ambiente y Agua, 2020). Sin dudas, estas cifras denotan el alto impacto al que se encuentran sometidas sus poblaciones a causa de los factores descritos, destacando la interacción con pesquerías y la basura marina.

En Ecuador, entre el año 2016 al 2020 fueron registradas 2.787 nidadas de *Lepidochelys olivacea*, de las cuales el 50,52% se encuentran en la provincia de Manabí (Ministerio del Ambiente y Agua, Red de Áreas Marino Costeras del Ecuador, 2020). En la provincia de Manabí, para este mismo periodo, la playa San Lorenzo acumula el 63,42% de nidadas registradas (Pincay Ch., 2020).

La playa San Lorenzo se asienta sobre una comunidad costera en donde su principal actividad económica es la pesca. Jurisdiccionalmente pertenece a la Parroquia San Lorenzo con una población de 2.647 habitantes de acuerdo con los datos oficiales presentados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), resultado del censo del año 2010. San Lorenzo es la parroquia rural menos poblada del cantón Manta.

Durante los últimos años, la Playa San Lorenzo ha sido reconocida a nivel provincial como la principal playa de anidación de la tortuga *Lepidochelys olivacea*, generando el interés de propios y extraños. En la actualidad, esta playa recibe anualmente un número sostenido de visitantes, lo que a su vez ha fomentado el incremento de la oferta de servicios turísticos. Esta playa de anidación presenta amenazas, algunas de ellas derivadas de la presión turística y antrópica; destacando la presencia de fogatas, ingreso de vehículos motorizados, extracción de arena, disposición de residuos sólidos, camping, ingreso de perros ferales y domésticos, cabalgatas, eventos públicos, exceso de iluminación, carpas y otras infraestructuras eventuales (Ministerio del Ambiente, 2017).

Con la vigencia de políticas públicas ambientales para la protección y conservación de las tortugas marinas en Ecuador, la problemática ha disminuido significativamente. Sin embargo, continúan persistiendo algunas amenazas debido a los vacíos en la información brindada a la ciudadanía y en su falta de inclusión en los planes de conservación.

Por lo descrito anteriormente, es importante diseñar, planificar y proponer nuevas o mejores estrategias de manejo que permitan garantizar la conservación de las tortugas marinas a través de la protección de sus playas de anidación.

### **Formulación del Problema**

¿Cuáles son los factores y amenazas que inciden en el proceso de anidación de *Lepidochelys olivacea*, en la playa San Lorenzo del cantón Manta en la provincia de Manabí, durante el año 2019?

## **Hipótesis**

En orden de ponderación, la presencia de hongos y los efectos de mareas de sicigia, representa el conjunto de amenazas que mayor impacto negativo generan sobre el proceso de anidación de *Lepidochelys olivacea* en la playa San Lorenzo del cantón Manta, Manabí Ecuador.

## Justificación

Según la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) se encuentra clasificada a nivel global como una especie “Vulnerable” (Abreu-Grobois, 2008).

Considerando que las playas de anidación, zonas de forrajeo y descanso, así como las rutas de migración de las tortugas marinas, están sometidos a tensiones y factores ambientales que generan mayor o menor grado de impacto, y que a su vez intersecan con actividades productivas, económicas y turísticas, resulta meritorio evaluar su estado poblacional a partir del porcentaje de éxito reproductivo y otros parámetros que sirven de indicadores para conocer el estado de la especie.

La reproducción de las tortugas marinas ofrece la oportunidad de conocer mejor los aspectos de su biología reproductiva, principalmente en relación con la anidación y el desarrollo de sus crías para la supervivencia y aumento de sus poblaciones. Esto adquiere una importante relevancia para su manejo y conservación, permitiendo identificar medidas de manejo que reduzcan el impacto de los factores y amenazas sobre sus hábitos de reproducción, para lograr la estabilidad y recuperación de sus poblaciones.

Conocer el efecto de los factores y amenazas sobre los parámetros reproductivos más relevantes de las poblaciones de tortugas marinas, así como el análisis de sus tendencias, son elementos necesarios para comprender de una manera integral la eficiencia de los procesos de anidación de *Lepidochelys olivacea* en la playa San Lorenzo del cantón Manta. Ello permitirá generar información para el planteamiento de propuestas de manejo que se puedan implementar en territorio.

Esta investigación permitirá identificar estadísticamente los factores – amenazas que tiene mayor influencia sobre la anidación y éxito de eclosión de *Lepidochelys olivacea* en la playa San Lorenzo del cantón Manta, provincia de Manabí, Ecuador.

## Objetivos

### Objetivo General

Evaluar las amenazas naturales y antrópicas que afectan la reproducción de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), en la playa San Lorenzo del cantón Manta, Ecuador durante el 2020.

### Objetivos Específicos

- Analizar el éxito reproductivo de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), en la playa San Lorenzo del cantón Manta, Ecuador.
- Identificar las amenazas sobre el éxito de eclosión de las nidadas de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), en la playa San Lorenzo del cantón Manta, Ecuador.
- Proponer acciones de manejo dirigidas a proteger el normal desarrollo de anidación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la playa San Lorenzo del cantón Manta, Ecuador.

## Capítulo II

### Marco de Referencia

#### Fundamentación Teórica

##### *Características Morfológicas*

*Lepidochelys olivacea*, se caracteriza por su tamaño pequeño en comparación con las otras especies de tortugas marinas existentes. Como se puede observar en la Figura 1, el caparazón tiene forma circular y plana y se utiliza frecuentemente como clave para su identificación el número de escudos costales presentes en su caparazón que puede variar de cinco (5) a nueve (9) pares, siendo común que tenga entre seis y ocho (Amorocho, Rodríguez-Zuluaga, Payán, & Zapata, 2015).

La cabeza tiene forma triangular y mide hasta trece (13) cm de ancho con dos (2) pares de escamas prefrontales. Su caparazón es de color verde o gris oscuro, mientras que el plastrón es de color crema y contiene un poro pequeño y distintivo cerca del margen posterior de cada uno de los cuatro escudos inframarginales (Eckert, 2000). Respecto a los neonatos, éstos son de color negro intenso cuando la dermis esta húmeda y gris oscuro cuando está seca.

*Lepidochelys olivacea*, es la tortuga viviente más pequeña que habita en los océanos. Para el caso de las tortugas golfinas que arriban a desovar en la playa San Lorenzo, Manta, el largo curvo del caparazón (LCC) reportó un promedio de 67.6 cm (D.E.  $\pm$  2.21 cm), mientras que el ancho curvo del caparazón (ACC) registró un promedio de 70,4 cm (D.E.  $\pm$  2.56 cm) sobre una muestra de 17 individuos (Pincay, 2015).

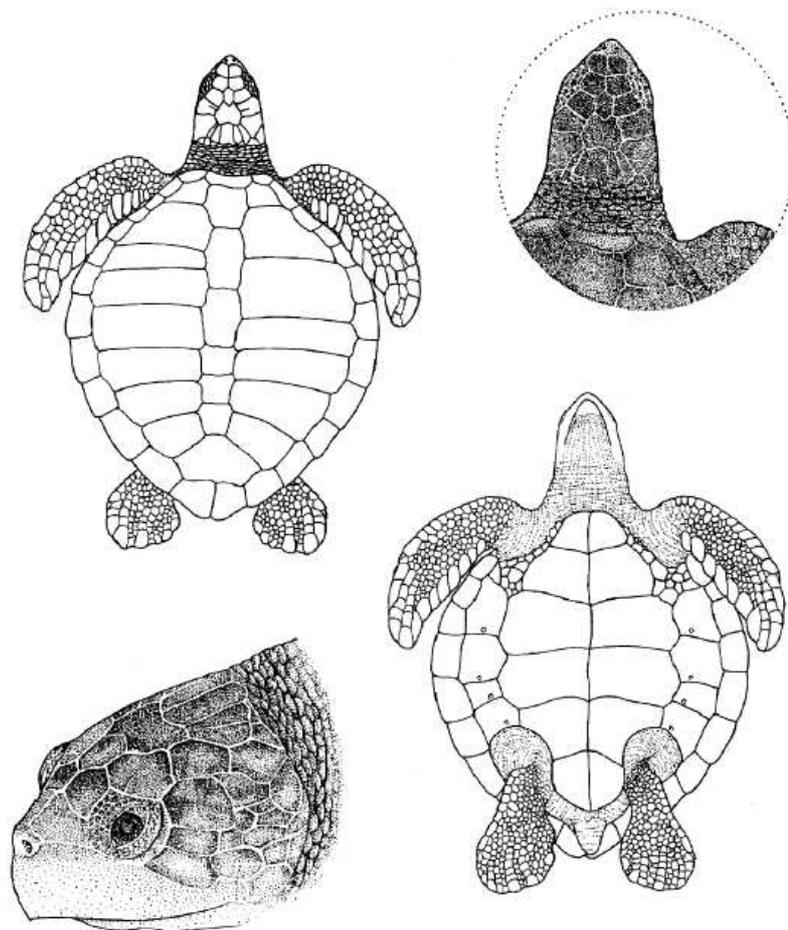
Los neonatos y juveniles de esta especie tienen los márgenes posteriores aserrados (que con los años se suavizan), mientras que los adultos tienen un caparazón redondeado. Los juveniles tienen tres líneas longitudinales en el dorso en forma de quilla, la cual les da un perfil aserrado y persiste hasta la madurez. Entre tanto, las quillas del plastrón desaparecen luego de entrar a la madurez.

Los adultos presentan dimorfismo sexual moderado y, a diferencia de las hembras, los machos tienen una cola relativamente pronunciada, que es utilizada para la copulación. Alcanza hasta 50 Kg en promedio y sus aletas anteriores y traseras pueden tener una o dos uñas (Amoroch, Rodríguez-Zuluaga, Payán, & Zapata, 2015).

Según lo descrito por (Eckert, K. L., K. A. Bjørndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly, 2000), las claves para identificación de *Lepidochelys olivacea*, se basan en los siguientes aspectos morfológicos:

- **Caparazón:** corto y ancho; alta proyección vertebral en los juveniles, liso, elevado; cinco a nueve pares de escudos costales (comúnmente seis a ocho) frecuentemente con una configuración asimétrica; escudos del caparacho ligeramente traslapados en inmaduros y sin traslape en adultos; longitud recta del caparacho (LRC) hasta 72 cm.
- **Cabeza:** relativamente grande, ligeramente triangular; ancho hasta 13 cm y dos pares de escamas prefrontales.
- **Extremidades:** dos uñas en cada aleta (algunos adultos pueden perder la uña secundaria en las aletas delanteras).
- **Coloración:** dorso gris en inmaduros; color verde olivo intermedio a oscuro en adultos; ventralmente blanca en inmaduros, amarillo crema en adultos.
- **Plastrón:** con poro pequeño y distintivo cerca del margen posterior de cada uno de los cuatro escudos inframarginales.
- **Peso:** 35-50 kg.

Las características distintivas para la identificación de las crías, además del color marrón oscuro, son semejantes a aquellos usados para sub adultos y adultos, aunque las crías en ocasiones manifiestan mayor variación en número y configuración de los escudos del caparazón (Eckert, 2000).



**Figura 1.** Características morfológicas de *Lepidochelys olivacea*. (Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. AbreuGrobis y M. Donnelly, 2000).

### ***Taxonomía***

La tortuga golfina fue originalmente descrita por Suckow en 1798, quien la llamó *Testudo mydas menor*. Años posteriores, fue renombrada como *Chelonia olivacea* por Eschscholtz en 1829 y luego, en 1843, Fitzinger le dio el nombre que hasta la actualidad se mantiene, *Lepidochelys olivacea*. El nombre del género se deriva de las palabras griegas *lepidos*, “escala”, y *chelys*, “tortuga”, posiblemente haciendo referencia a los escudos supernumerarios característicos que tiene esta especie en la parte costal del caparazón (Smith & Smith, 1979).

De acuerdo con las clasificaciones modernas (Sandoval, 2008), su ubicación taxonómica es la siguiente:

Reino: Animalia

Phyllum: Chordata

Clase: Reptilia

Subclase: Anápsida

Orden: Testudines

Familia: Cheloniidae

Género: *Lepidochelys*

Especie: *olivacea*

### ***Distribución***

Como podemos ver en la Figura 2, *Lepidochelys olivacea* se distribuye en el Océano Pacífico Oriental desde el norte de California y el Golfo de California hasta Chile con áreas de concentración en México, Centroamérica, y más al Sur, hasta la zona entre Panamá y Colombia (Sandoval, 2008). También se ha visto que en el oeste del Océano Índico anida a lo largo de la costa este de África (Frazier J. , 1975), Pakistán (Asrar, 1999), así como en las costas este de la India, Sri Lanka, Bangladesh (Kar, 1982) y otros países del sureste de Asia (Sandoval, 2008).

El anidamiento ocurre en casi 60 países en todo el mundo. Los movimientos migratorios están menos estudiados que otras especies de tortugas marinas, pero se sabe que involucran aguas costeras de más de 80 países. Con muy pocas excepciones, no se sabe que se muevan entre cuencas oceánicas o para cruzar de un borde oceánico a otro. Dentro de una región, puede moverse entre las zonas oceánica y nerítica (Abreu-Grobois, 2008).



**Figura 2.** Mapa de distribución global de *Lepidochelys olivacea* (Abreu-Grobois, A & Plotkin, P. 2008).

### ***Estado de Conservación***

A nivel global, la población de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), está clasificada como especie “Vulnerable” por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Abreu-Grobois, 2008). También está incluida en el apéndice I de la Convención Internacional sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Durante los últimos años, en el Pacífico Sur se ha registrado una importante declinación en la población de *Lepidochelys olivacea*, provocada por la alteración de su hábitat, el saqueo de los huevos y la mortalidad por interacción accidental con pesquerías comerciales (Frazier J. , 2014). Tan solo en la playa San Lorenzo del cantón Manta, Ecuador, entre los años 2019 y 2020, se registraron un total de 33 varamientos de tortugas marinas, de los cuales el 26% correspondió a la tortuga golfina (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

### ***Características Reproductivas***

Estudios de *Lepidochelys olivacea* en diferentes ámbitos geográficos, han permitido identificar tres modos reproductivos: “arribada”, nidificación dispersa y una estrategia mixta (Bernardo & Plotkin, 2007). La tortuga golfina presenta un ciclo reproductivo predominantemente anual, más del 60% anida todos los años, el 29% cada dos años y el 11% cada tres años (Márquez M. , 1990). La incubación de los nidos dura en promedio cuarenta y cinco (45) días al inicio de la temporada, y se prolonga hasta sesenta (60) días o más al final de esta (Márquez M. , 1990).

Las zonas de agregación de tortugas marinas para forrajeo, descanso y copulación generalmente se encuentran cercanos a las playas de anidación. Según (Arenas, P. & M. Hall., 1992) determina que *Lepidochelys olivacea* comienzan a agregarse cerca de las playas de anidación desde hasta dos (2) meses antes de que inicie la temporada máxima de desoves.

Para el caso de Ecuador, existen registros de nidificación dispersa de *Lepidochelys olivacea* con periodos de mayor actividad. El proceso de anidación ocurre generalmente por la noche con una media del 97%, mientras que el 3% restante corresponde a casos de anidación en el día (Pincay, 2015). La edad de madurez sexual es aún desconocida, aunque se tienen datos de 251 hembras nidificantes cuya talla promedio mínima reproductiva de largo recto de caparazón (LRC) fue de 63.3 cm, midiendo la hembra más pequeña 54.0 cm (Amorocho, Rodríguez-Zuluaga, Payán, & Zapata, 2015).

El proceso de anidación inicia cuando la tortuga arriba a la playa habitualmente en horas de la noche y comienza la búsqueda del mejor sitio para excavar la cámara donde depositará los huevos. Cuando encuentra el sitio adecuado, excava con las aletas traseras la cámara donde dejará los huevos. Después de terminar la ovoposición, procede a cubrirla de arena con las aletas traseras y, finalmente, con el plastrón, compacta vigorosamente la superficie del nido para camuflarlo.

Los huevos de *Lepidochelys olivacea* son esféricos, de cascarón suave y presentan una escasa calcificación, envueltos en una membrana gelatinosa con propiedades antifúngicas que resulta efectiva durante las primeras horas del desove. Los huevos depositados por nidada pueden ser de hasta 140 huevos, con una media de 95.8 (D.E.  $\pm$  19.17) (Pincay Ch., 2020).

Para *Lepidochelys olivacea*, se ha registrado que los huevos incubados a temperaturas de 28°C producirán 100 % de machos y los incubados a 32 °C producirán 100 % de hembras, mientras que la temperatura de incubación en la cual la proporción sexual resultante es 1:1 es de 29.13°C (Abilene Giseh, 2015). La temperatura de las nidadas de tortuga golfinas, no sólo es crítica para la determinación del sexo, sino que también afecta el desarrollo embrionario y el fenotipo de la descendencia (Sandoval, 2008).

Las crías como resultado de la incubación se denominan neonatos, aparecen en la superficie del nido a partir de los cuarenta y cinco (45) días de haber sido depositado los huevos en temporadas con temperatura ambiental caliente, llegando a extenderse hasta ochenta y cinco (85) días en temporadas frías (Pincay, 2015). Llegado el momento de la eclosión, rasgan al cascarón con un denticulo o carúncula que presentan en la punta del pico (Márquez R. , 1996).

### ***Zonas de Anidación***

Las áreas de anidación preferidas para esta especie son los márgenes de las playas continentales y, muy rara vez, islas oceánicas. El área de anidación con mayor concentración de tortugas golfinas se encuentra en las playas del océano Índico. La segunda área más importante de reproducción está en el Pacífico Oriental, sobre las costas occidentales de México y Centroamérica. Un menor número de hembras nidificantes se encuentran en las costas del Pacífico Sur, Atlántico en Suramérica y las occidentales de África (Mrosovsky, 1993).

En Ecuador, durante los años 2017 a 2020, las playas con mayor registro de anidación de *Lepidochelys olivacea*, se encontraron en las costas de la provincia de Manabí, alcanzando el 50.52% de nidadas, le continuó las playas ubicadas en la provincia de Esmeraldas con el 40.08% de registros; la provincia de Santa Elena con el 8.97% y finalmente Guayas con el 0.43% de registros confirmados (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

### ***Amenazas para las Tortugas Marinas en Playas de Anidación***

Las tortugas marinas cuentan con un complejo ciclo de vida que abarca varios hábitats en su desarrollo, con migraciones de cientos o miles de kilómetros entre zonas de alimentación y las playas de reproducción. Esta condición predispone a las tortugas marinas a numerosas amenazas para su supervivencia, tanto naturales como antrópicos, en una amplia zona geográfica. Hoy en día, sus poblaciones han sido reducidas tan drásticamente por multitud de amenazas, colocándoles en las categorías de conservación “Vulnerable”, “En Peligro” y “En Peligro Crítico”, según la IUCN.

**Amenazas Naturales.** La dinámica litoral se encuentra influenciada por los cambios del nivel del mar, la variación en el aporte sedimentario, los cambios de energía gobernados por el oleaje y corrientes que originan diferencias en la amplitud, profundidad, pendiente y forma de las playas, así como la textura de los sedimentos, los cuales pueden variar dependiendo la época del año.

Los aguajes o mareas de sicigia inundan determinados tramos de zonas de playa habitualmente secos, al igual que generan la erosión y modificación del perfil de playa. Mediante el fenómeno de capilaridad, los aguajes incrementan la tasa de humedad de la arena en zonas cercanas a la línea máxima de pleamar; esta condición provoca que las nidadas cercanas a estas franjas de playa se vean interrumpido su proceso de desarrollo embrionario debido a la proliferación de hongos (Pincay Ch., 2020).

La pérdida neta del volumen de arena de la playa que produce un retroceso y modificación de la línea de costa es conocida como erosión costera, la cual es la causante principal de alteración de playas, ocasionando la pérdida de superficies importantes para la anidación de las tortugas marinas (Bolongaro-Crevenna, A., Torres, & García, 2010). Las playas que presentan erosión generalmente reducen su amplitud y modifican sus pendientes formando escarpes verticales muy altos que constituyen serias barreras físicas para las tortugas marinas, siendo obligadas a recorrer grandes distancias en la costa o finalmente a regresar al mar (Márquez R. , 1996).

Por otra parte, las playas también pueden presentar un proceso de acreción o acumulación de arena, que es un aumento en la amplitud de la playa, incluso con presencia de montículos en forma de dunas y que, como efecto directo, provoca que las nidadas de tortugas marinas queden enterradas a mayor profundidad, dificultando el ascenso de los neonatos a través de la columna de arena.

Dentro del nido, los huevos y los neonatos enfrentan muchos predadores como hormigas, cangrejos y zarigüeyas. Después de salir del nido, los neonatos enfrentan durante su recorrido hacia el mar, el ataque de cangrejos y aves como fragatas (*Fregata magnificens*), pelicanos (*Pelecanus occidentalis*) e incluso gallinazo de cabeza roja (*Cathartes aura*). En el 2011 personal del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, realizaron monitoreos en las playas de San Lorenzo y La Botada, registrando una gran densidad de nidos saqueados por zarigüeyas (*Didelphis marsupialis*) y zorro de sechura (*Lycalopex sechurae*) (Ponce, 2012).

Por otra parte, se ha presentado depredación de las nidadas por parte de animales callejeros en las playas. En el área protegida Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla Santa Elena (REMACOPSE), se reportó eventos de depredación por animales ferales, principalmente perros, pero se han implementado medidas para la protección de los nidos que han resultado efectivas (Rodríguez, 2019).

**Amenazas Antrópicas.** La captura ilegal de individuos adultos en áreas de reproducción, alimentación y migración y el saqueo sistemático de sus nidadas en las playas de anidación, han sido algunas de las razones que históricamente han provocado la reducción en el tamaño de las poblaciones (Amorocho, Rodríguez-Zuluaga, Payán, & Zapata, 2015). El tránsito permanente de personas y animales, así como el ingreso de vehículos motorizados dentro de la franja de playa, causan compactación de la arena, lo cual daña los nidos con sus huevos, ahuyenta a las hembras nidificantes e intensifica la mortalidad de neonatos y adultos.

Según el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la extracción de arena es una de las causas más importantes para la destrucción de playas, pues la extracción de este material acelera la erosión además modifica los perfiles de playa, lo cual conduce a la filtración de agua hacia los nidos en incubación (Schroeder, 2001).

La introducción de especies vegetales en las playas de anidación es un factor negativo de gran impacto para la supervivencia de las especies de tortugas marinas. Las raíces de muchas de estas plantas invaden los sitios adecuados para el desove, afectan la construcción del nido y ponen en riesgo el proceso de incubación, eclosión y emergencia segura de los neonatos.

La actividad turística no controlada, es otra amenaza que genera el deterioro gradual de las playas de anidación. Por ejemplo, las fogatas en la playa, así como la presencia de camping durante la temporada de desoves, atemorizan a las hembras impidiendo la normal ovoposición.

### ***Estado del Conocimiento de *Lepidochelys olivacea* en el Ecuador***

Hasta el 2004, no se había documentado registros de anidación de *Lepidochelys olivacea* en la costa ecuatoriana, no es hasta el año 2006 en donde se registró en la playa de Bunche en la provincia de Esmeraldas, un neonato vivo, al igual que en Las Tunas en la provincia de Manabí, una emergida de neonatos (Zárate, 2007).

En el 2013 en el informe anual de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), se reportó que en las playas del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche el 88,7% de las tortugas marinas anidadoras monitoreadas pertenecen a la especie *Lepidochelys olivacea* y el 11,3% a la especie *Chelonia mydas*. En la actualidad, es la especie con mayores registros en el Ecuador continental (MAAE, WildAid, GIZ, 2020).

Hasta el año 2020, la anidación de *Lepidochelys olivacea* ha sido reportada a lo largo de toda la costa del Ecuador continental en treinta y cinco (35) playas (SGMC, 2019) que intersecan con nueve (9) AMCP's, de las cuales el 53,2% de nidadas se registraron en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, playas San Lorenzo y La Botada del cantón Manta. La anidación ocurre durante todo el año. Sin embargo, su pico reproductivo se registra entre los meses de septiembre a noviembre, según reportes en las playas del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche (Pincay Ch., 2020).

En el 2015, el Ministerio del Ambiente implementó el Plan Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas, cuyo objetivo general fue identificar las acciones necesarias para asegurar la conservación de las tortugas marinas en Ecuador, al igual que los hábitats críticos que las sustentan, en el marco del Plan Nacional del Buen Vivir (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014). Este instrumento coadyuvó con la protección de las tortugas marinas en el territorio nacional.

La Estrategia Nacional de Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible, institucionalizada expedida en el 2017, fortaleció los procesos de manera incluyente y permanente en áreas bajo conservación y manejo para la concienciación, sensibilización y corresponsabilidad de la sociedad sobre la importancia de la conservación del Patrimonio Natural (Ministerio del Ambiente, 2017). Con ello, se incorporó la temática de conservación de tortugas marinas en diferentes espacios de sensibilización a la comunidad.

### ***Programas de Conservación a Nivel Regional, Nacional y Local***

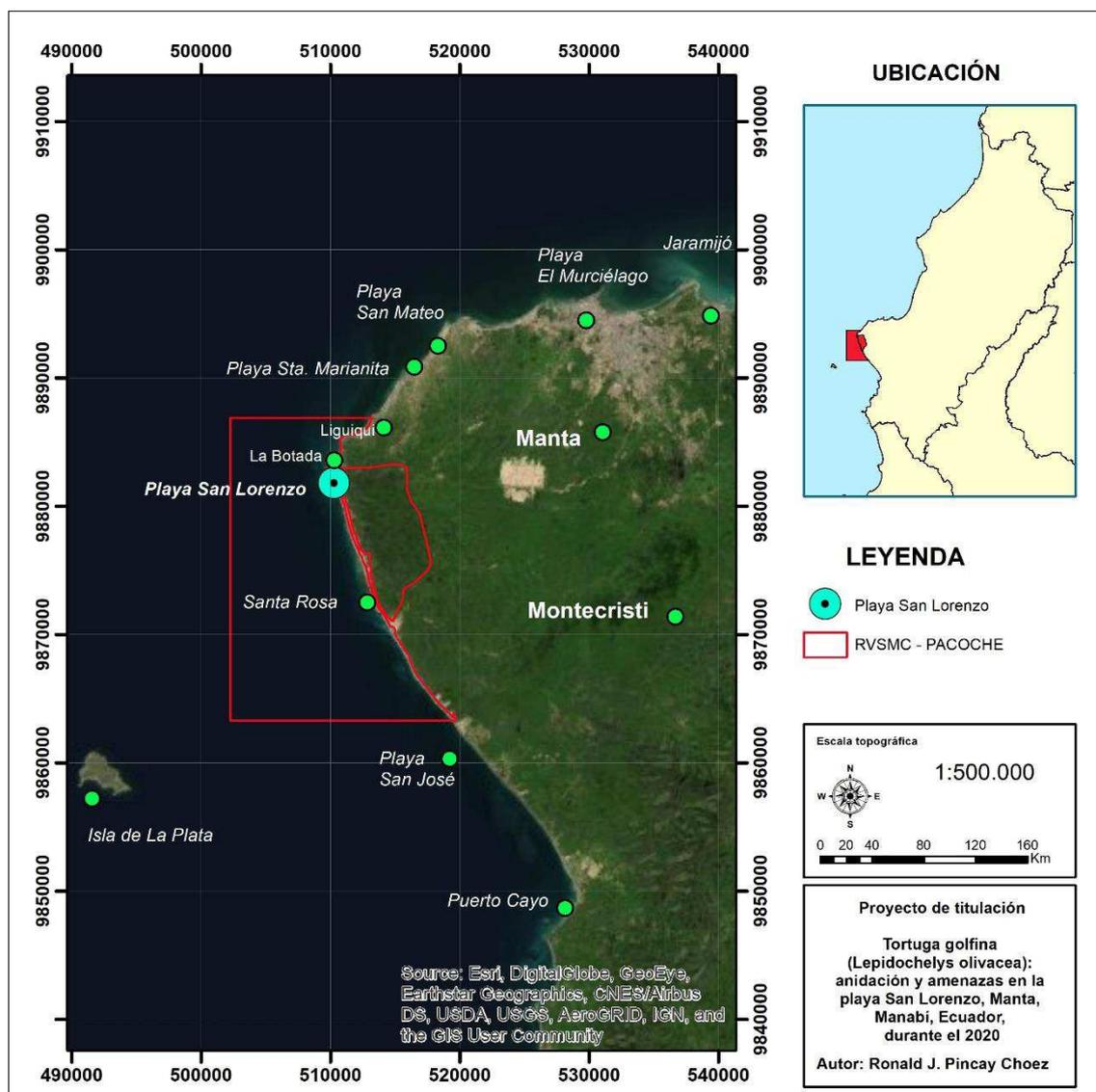
En 2003, WWF inició un proyecto de co-inversión con la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) y otros asociados cuyo objetivo fue reducir la amenaza a las poblaciones de tortugas marinas en el Océano Pacífico Oriental causada por interacciones de captura incidental en las operaciones de pesca de palangre. Luego de cuatro años de investigación, se demostró una tendencia positiva de reducción de captura incidental de tortugas marinas de hasta el 54% al utilizar anzuelos circulares en comparación a los anzuelos tradicionales tipo “J” (Moises Mug, 2008).

En el Ecuador, durante la última década se fortaleció el marco legal así como las capacidades institucionales para la promulgación del Plan Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas (PNCTM 2014-2019) fue un importante avance que por una parte cimentó las acciones que ya estaban siendo realizadas en territorio de manera aislada. Por otra parte, logró el apoyo de la cooperación internacional para la dotación de equipos e insumos para la conservación de las tortugas marinas.

Mediante Acuerdo Ministerial No. 030 del 17 de mayo de 2017, se creó la Red de Áreas Marinas y Costeras Protegidas (AMCP's) del Ecuador. Esta Red, está conformada por diecinueve (19) AMCP's. Su creación permitió el intercambio de experiencias y conocimientos entre manejadores, fortaleciendo e institucionalizando un programa de monitoreo de eventos de anidación de tortugas marinas en la costa ecuatoriana.

El Ministerio del Ambiente y Agua, a través del apoyo de WildAid Inc., y el financiamiento de la Cooperación Técnica Alemana – GIZ, llevaron a cabo la actualización oficial del Plan de Acción para la Conservación de Tortugas Marinas en Ecuador 2020 – 2030, siendo una herramienta técnica que viabilizará las iniciativas de conservación de estas especies, mediante la implementación de las líneas de acción como: conservar las áreas de anidación, reproducción, migración y alimentación; reducir el impacto de las amenazas en el medio hacia las tortugas marinas; contribuir a los esfuerzos internacionales; el fortalecimiento de capacidades técnicas del personal de esta Cartera de Estado, ONG de investigación y conservación, la academia y la ciudadanía (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

El Ministerio del Ambiente y Agua, a través de la administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, implementa desde el año 2012 el proyecto denominado “Conservación de Tortugas Marinas; Reducción de las amenazas al hábitat de anidación dentro del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche y zona de influencia”, cuyo objetivo es mejorar el estado de conservación y supervivencia de las tortugas marinas, a través de medidas de manejo que permitan asegurar el monitoreo y protección de las nidadas que se registran en las playas de anidación del área protegida y su zona de influencia referidas en la Figura 3 (Pincay Ch., 2015).



**Figura 3.** Mapa del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, sus playas de anidación y áreas de influencia.

El programa de monitoreo de eventos de anidación de tortugas marinas que se implementa en la Playa San Lorenzo es ejecutado de manera permanente por personal guardaparque del área protegida Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche. A través de este, se registran y protegen nuevas nidadas, lo que incluye si el caso lo amerita la translocación de nidadas desde lugares de riesgo hasta sitios seguros, la delimitación física del lugar de la anidación y el seguimiento al proceso de incubación.

### **Fundamentación Legal**

En Ecuador, el Ministerio del Ambiente y Agua, es responsable del cumplimiento de los compromisos internacionales pertinentes en el marco del Convenio de Diversidad Biológica (CDB), Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS), Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), Ramsar y Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), a través del Plan Regional de las Tortugas Marinas y otros que se detallan en la Tabla 1.

En el ámbito nacional, existen varios instrumentos legales que garantizan la conservación de tortugas marinas. La Constitución de la República del Ecuador (2008), no se trata puntualmente el tema de tortugas marinas, pero en ella existen varios artículos que generan un entorno adecuado para la protección de sus diferentes especies en nuestro país como son: Arts.: 14, 73, 621, 313, 395 400 y 403.

El Código Orgánico del Ambiente (COA), establece el proteger todas las especies nativas de vida silvestre terrestre, marina y acuática con especial preocupación por las especies endémicas, las amenazadas de extinción, las migratorias y las listadas por instrumentos internacionales ratificados por el Estado.

El Código Orgánico Integral Penal (COIP), establece en el Art. 247 los delitos contra la flora y fauna silvestres “La persona que cace, pesque, capture, recolecte, extraiga, tenga, transporte, trafique, se beneficie, permute o comercialice, especímenes o sus partes, sus elementos constitutivos, productos y derivados, de flora o fauna silvestre terrestre, marina o acuática, de especies amenazadas, en peligro de extinción y migratorias, listadas a nivel nacional por la Autoridad Ambiental Nacional así como instrumentos o tratados internacionales ratificados por el Estado, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años”.

**Tabla 1.** *Ámbito de acción de los convenios internacionales relacionados con la conservación de las tortugas marinas*

<b>Enfoque</b>	<b>Ámbito global</b>	<b>Ámbito regional</b>
Tortugas marinas (específicamente)		CIT. Plan Regional de las Tortugas Marinas
Hábitat/ ecosistemas	CMS. Ramsar. CBD	CIT. WHMSI
Medio marino	CONVEMAR. MARPOL	Plan de Acción del Pacífico Sudeste
Captura incidental	CIAT. Código de Conducta de la Pesca Responsable	
Comercio Internacional	CITES	

*Nota.* Adaptado de “Plan de Acción para la Conservación de las Tortugas Marinas en Ecuador 2020 - 2030. Ministerio del Ambiente y Agua de Ecuador” (p. 26), por MAAE, WildAid, GIZ. (2020).

El Reglamento del Código Orgánico del Ambiente, establece en su artículo 87, que “todas las especies de vida silvestre están protegidas por el Estado. Las especies nativas, endémicas, amenazadas o migratorias tendrán un grado mayor de protección”. De igual manera, los artículos 88, 157, 741, 760, 763 y 769, contemplan normas que garantizan la protección de las tortugas marinas.

La Ley Orgánica de régimen especial de la provincia de Galápagos junto al Reglamento Especial para la actividad pesquera en la Reserva Marina de Galápagos, son instrumentos legales que prohíben cualquier actividad pesquera o extractiva de tortugas marinas y de otras especies de uso restringido o en peligro de extinción y cualquiera que no esté permitida expresamente por este reglamento o el Plan de Manejo de la Reserva Marina Galápagos.

En este mismo ámbito, en Ecuador se encuentra en vigencia un conjunto de planes y políticas relacionadas a la protección de tortugas marinas, entre ellos: La Estrategia Nacional de Cambio Climático (2012 -2025); el Plan Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas; el Plan de Acción Nacional para prevenir, desalentar y eliminar la pesca ilegal no declarada y no reglamentada; el Plan Nacional de Desarrollo: Toda una Vida, 2017-2021; la Estrategia Nacional de Biodiversidad; la Política Nacional para la Gestión de la Vida Silvestre; el Protocolo de Respuesta a Varamientos de Fauna Marina; el Plan Acción para el Dorado 2019-2024; y, el Plan de Acción Nacional del Atún.

## **Capítulo III**

### **Metodología**

#### **Diseño de Investigación**

El diseño de la investigación es del tipo no experimental, porque no hubo la intención de manipular ninguna variable y no se acondicionaron circunstancias o realidades previsibles. Lo que se realizó fue observar y registrar los fenómenos y situaciones existentes en su ambiente natural, para su posterior análisis.

Según (Hernández Sampieri, 2014), la investigación de tipo no experimental puede ser de diseños transeccionales y longitudinales. Esta investigación, incorporó un diseño de tipo longitudinal, en el cual se recolectaron datos en diferentes momentos o periodos de tiempo para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias.

#### **Métodos de Investigación**

La investigación desarrollada partió de una permanente observación de los cambios y variaciones del éxito de eclosión en respuesta a la interacción de factores y amenazas que incidieron durante el proceso de incubación de nidadas de tortuga golfina en la playa San Lorenzo.

Según lo citado por (Orellana Nirian, 2020), el método analítico descompone en diferentes partes un problema para investigarlo por separado y posteriormente evaluar la interrelación entre ellos. Todo, con el objetivo de encontrar el punto crítico y/o los factores que intervienen y generan desviaciones en los procesos.

Partiendo de ello, se determina que el método de investigación es analítico con enfoque cuantitativo.

## **Enfoque de la Investigación**

La presente investigación, se basa en un enfoque cuantitativo, en donde según (Hernández Sampieri, 2014), se tiene por objetivo generalizar los datos de una muestra a una población, la naturaleza de los datos es numérica, los datos se obtienen por observación, medición y documentación, de análisis estadístico.

En este sentido, la investigación se llevó a cabo mediante la recolección de datos fundamentados en la medición del impacto que ejercen ciertas variables o tensores sobre los procesos de anidación de *Lepidochelys olivacea* en la playa San Lorenzo, Manta, Ecuador.

## **Alcance de la Investigación**

La presente investigación es de tipo descriptivo, porque recolecta datos sobre diversas dimensiones del proceso de incubación de nidadas de tortuga golfina. Según (Hernández Sampieri, 2014), la investigación descriptiva exclusivamente pretende medir o recoger información de forma independiente o en conjunto sobre determinada variable a investigar, a fin de especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice.

## **Población de Estudio**

La población de estudio de esta investigación está conformada por 199 nidadas de *Lepidochelys olivacea*, registradas en el 2020, en la playa San Lorenzo del cantón Manta.

## **Selección de la Muestra**

La muestra fue seleccionada a partir del monitoreo y seguimiento permanente en la playa de anidación San Lorenzo. La muestra se conformó de todas las nidadas presentes en la playa. La información se recolectó de manera *in situ* desde el 01 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020 mediante fichas de campo basadas en observación (Anexo 1).

## **Unidad de Análisis**

### *Aspectos Generales del Área de Estudio*

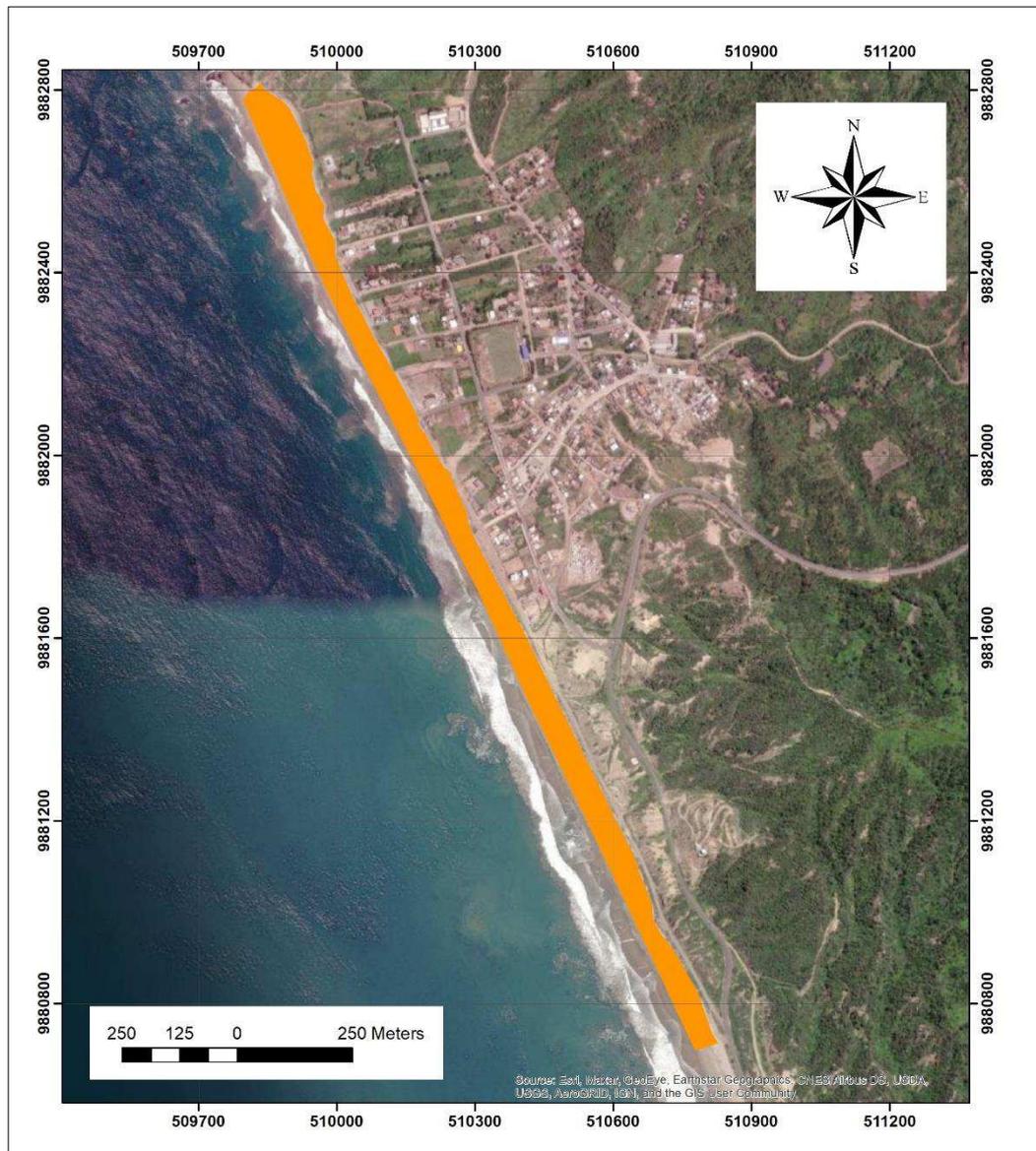
El Cantón Manta está ubicada en la saliente más occidental de América del Sur sobre el Océano Pacífico. Se extiende a ambos lados de la línea equinoccial, de 0°25 minutos de latitud norte hasta 1°57 minutos de latitud sur y de 79°24 minutos de longitud oeste a los 80°55 minutos de longitud oeste. El cantón tiene cinco (5) parroquias urbanas (Eloy Alfaro, Los Esteros, Manta, San Mateo y Tarqui), y dos (2) parroquias rurales conformadas por Parroquias San Lorenzo y parroquia Santa Marianita (GAD Manta, 2019).

La parroquia San Lorenzo, se encuentra en el extremo sur del cantón Manta, limita al norte con el sitio La Travesía, al sur con la comunidad Pile del Mult Montecristi, al este con la zona montañosa del ecosistema boscoso del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche y al oeste con el Océano Pacífico. Los recintos más representativos de la parroquia son: Santa Rosa, Liguiqui, Pacoche de Arriba y Pacoche Medio, Río Caña, Las Piñas, El Abras (GAD Parroquial San Lorenzo, 2015).

La parroquia rural de San Lorenzo se encuentra ubicada a 28 kilómetros de la ciudad de Manta. Su temperatura media oscila entre los 24° y los 29° C. Desde la playa San Lorenzo se pueden divisar diversas formas rocosas, cuevas, nidos de tortugas marinas, aves marinas, la isla de la Plata y de junio a septiembre de cada año, las ballenas jorobadas. Cuenta con una extensión territorial de 40.89 Km<sup>2</sup>, de acuerdo al censo del INEC 2011, cuenta con una población de 2.647 habitantes (GAD Parroquial San Lorenzo, 2015).

Como se puede observar en la Figura 4, el área de estudio se encuentra en el extremo nor-oeste del área protegida Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, en la parroquia San Lorenzo del cantón Manta en la provincia de Manabí, Ecuador. Comprende la playa de anidación San Lorenzo, la misma que posee una extensión aproximada de 3,6 hectáreas de superficie con una longitud de filo costero de 2,2 kilómetros.

La playa San Lorenzo se encuentra entre las coordenadas DATUM WGS84 17S X0509824Y9882811 y X0510900Y9880586, y sobre su filo de costa se asienta la población de San Lorenzo, su arena es de color gris claro y presenta en su extremo norte una amplia zona de playa.



**Figura 4.** Delimitación del área de estudio. Playa San Lorenzo.

### ***Éxito Reproductivo***

El análisis del éxito reproductivo de *Lepidochelys olivacea* en la playa San Lorenzo del cantón Manta, fue realizado a partir de la información levantada del monitoreo de eventos de anidación del año 2020. Se diseñó y aplicó una ficha de campo descrita en el Anexo 1, sujeta a los estándares del Protocolo de Monitoreo de Tortugas Marinas que ejecuta el Ministerio del Ambiente y Agua en las Áreas Marino Costeras Protegidas del Ecuador, incluido el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche.

Con cada nueva nidada, se levantó información sobre la fecha del evento, coordenadas geográficas en formato DATUM-WGS84 y tipo de manejo realizado en referencia a la ubicación de la nidada, tal como se refiere en el Anexo 2. El manejo de las nuevas nidadas, fue realizado por la administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche.

Se determinó el nivel de riesgo de ubicación de cada nueva nidada, de acuerdo a criterios de incidencia y posible afectación por amenazas como mareas, escorrentías, zonas de playa con sedimentos, entre otras. La reubicación consistió en trasladar todo el contenido de la nueva nidada hasta un nuevo sitio seguro de la misma playa, que reúna las mismas medidas de diámetro y profundidad de la cámara de incubación.

Como parte del seguimiento permanente, se verificó el nacimiento de los neonatos, procediendo al quinto día con la exhumación del nido. La información levantada en campo fue tabulada en una base de datos de Office Excel y posteriormente analizada mediante tablas dinámicas en las que se interrelacionó las variables espacial, temporal y eclosión, determinando así la eficiencia reproductiva.

Con el uso de Software ArcMap 10.3 y la información cartográfica levantada, fue posible elaborar mapas de calor o densidad y distribución espacial de los eventos de anidación. Estos instrumentos sirvieron para obtener la información. La metodología específica para determinar densidad y éxito reproductivo se explica en los siguientes acápite.

**Densidad de Anidación.** Para una mejor interpretación de la distribución espacial de nidadas, se levantó coordenadas y zonificó la playa cada doscientos (200) metros. Se evaluó la densidad de anidación por cada uno de los doce (12) sectores, los cuales fueron reclasificados según una escala de cuatro (4) niveles de acumulación. Posteriormente, se graficó la densidad de anidación por unidad de longitud de playa y se estableció la variabilidad temporal de nidadas desagregadas por cortes mensuales a lo largo del periodo de investigación.

**Éxito de Reproducción.** Para determinar esta variable, se utilizó la metodología descrita por (Miller, 2000). Transcurridos cinco (5) días a partir de la eclosión y emergencia de neonatos, se procedió a realizar la exhumación o extracción del contenido de la nidada y contabilizar las cáscaras, los neonatos vivos, neonatos muertos, huevos con desarrollo y sin desarrollo embrionario.

Los huevos con desarrollo embrionario fueron clasificados en cuatro categorías: Estadio I: el embrión cubre de 1 a 25% de la cavidad amniótica del huevo; estadio II: el embrión cubre de 26 a 50% de la cavidad amniótica del huevo; estadio III: el embrión cubre de 51 a 75% de la cavidad amniótica del huevo; y, estadio IV: el embrión cubre de 76 a 100% de la cavidad amniótica del huevo.

A partir de la recolección de estos datos, fue posible determinar el éxito de eclosión, refiriéndose éste como el número de crías que eclosionan o rompen su cascarón (igual al número de cascarones vacíos en el nido), determinado a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Exito de eclosión (\%)} = \frac{\#C}{\#C + \#HSDA + \#HNE + \#D} \times 100$$

Otro parámetro determinado, fue el éxito de emergencia que se refiere al número de crías que alcanzaron la superficie de la playa, el que fue calculado por la siguiente fórmula:

$$\text{Éxito de emergencia (\%)} = \frac{\#C - (\#V + \#M)}{\#C + \#HSDA + \#HNE + \#D} \times 100$$

Finalmente, se evaluó el índice de fecundidad interpretado como la relación existente entre el número de huevos sin desarrollo embrionario aparente y la cantidad total de huevos desovados. La ecuación de cálculo es la siguiente:

$$\text{Índice de fecundidad} = 1 - \left( \frac{\#HSDA}{\#C + \#HSDA + \#HNE + \#D} \right)$$

C = Número de cascarones vacíos contados (>50% completo).

V = Neonatos vivos dentro del nido o crías vivas entre los cascarones.

M= Número de neonatos muertos fuera de su cascarón.

HSDA= Huevos sin desarrollo aparente (huevos no eclosionados, sin un embrión evidente).

HNE = Huevos no Eclosionados (huevos no eclosionados con embrión evidente).

D = Depredados (cáscaras abiertas, casi completas, conteniendo residuos de huevo).

El éxito reproductivo por nidada fue traslapado en la escala temporal y espacial, con la posibilidad de identificar posibles patrones y amenazas que influyan positiva o negativamente durante el proceso de incubación.

### ***Identificación de Amenazas***

El Ministerio del Ambiente y Agua a través de la administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, ejerce la rectoría ambiental en la playa de anidación San Lorenzo. Ello ha permitido recabar información relativa y descriptiva de cada una de las amenazas de origen antrópico frecuentes en la playa (Ministerio del Ambiente, 2017), permitiendo generar un listado preliminar sin orden de ponderación. A la nómina de amenazas, se ha integrado los factores de origen natural, descritas por (Pincay, 2015). En la Tabla 2, se describe un total de quince (15) amenazas identificadas para la playa San Lorenzo, Manta. De ellas, ocho (8) son de origen antrópico y siete (7) de origen natural.

Para jerarquizar o establecer los pesos de las amenazas se utilizó el Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) desarrollado por (Saaty, 1980), según el cual la ponderación de las amenazas se obtiene a partir de una matriz de comparación. Para este propósito, se preparó una matriz de doble entrada basada en las bases conceptuales de la metodología de Evaluación Multicriterio (EMC) donde filas y columnas coinciden en un cuadrante, y al ser comparados por cada par, se les asigna un valor relativo a la variable que se aborda.

**Tabla 2.** Amenazas naturales y antrópicas registradas en playa San Lorenzo

Amenazas	Origen	Descripción
Mareas	N	Para efectos de evaluación de amenazas, se ha considerado las mareas de sicigia
Erosión	N	Proceso natural de modificación del volumen sedimentario, modifica pendientes y perfil de la playa, reduciendo disponibilidad de áreas útiles para anidación
Acreción	N	Acumulación de arena focalizado en determinados tramos, generado por acción del viento y mareas
Animales silvestres	N	Grupo conformado por zorro de sechura, zarigüeyas, hormigas, cangrejos, aves costeras
Animales domésticos	A	Perros provenientes de la comunidad o del turismo (mascotas)
Hongos	N	Exceso de humedad de la arena condiciona la proliferación de hongos.
Iluminación artificial	A	Fuentes de iluminación artificial que bordean el filo costero, pueden generar desorientación de neonatos
Residuos sólidos	A	Conjunto de elementos o restos sólidos que ocupan espacios la playa de anidación
Sedimentación	N	Aportación sedimentaria generada por escorrentía de taludes del borde de la playa y microcuencas hidrográficas.
Extracción de arena	A	Turistas cavan agujeros en la arena, pudiendo generar posibles trampas para las tortugas marinas durante su desplazamiento por la playa
Ingreso de vehículos	A	El ingreso de vehículos motorizados genera compactación de la arena en la playa
Raíces de plantas	N	Penetración de raíces al interior de los huevos, provoca la interrupción del proceso embrionario
Carga de visitantes	A	Refiere al número de personas que ocupan la playa en un mismo momento, generalmente en feriados
Camping	A	Actividad no permitida, se presenta de manera esporádica
Fogatas	A	Actividad generada del turismo no responsable

*Nota.* Origen de amenazas. (A) antrópica, (N) naturales.

Según (Saaty T. , 2008), esta teoría de medida por parejas de comparaciones, integra las percepciones y experticias sobre cada amenaza, para obtener valores prioritarios. Se mide en términos relativos y las comparaciones son hechas usando una escala de los juicios absolutos que representa, cuanto más, un elemento domina sobre otro en lo que concierne a un atributo dado. Para estimar el impacto potencial de las amenazas sobre la anidación de *Lepidochelys olivacea*, se diseñó la matriz de comparación por pares y pesos relativos de las amenazas identificadas previamente, tal como se describe en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Matriz de jerarquía analítica para ponderación de amenazas

(Y)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	$\sum_{xy}$	$\sum_{xy/n}$	Peso relativo $\Sigma(\sum_{xy}/n) / \Sigma_{xy}/n$
A1	1																	
A2		1																
A3			1															
A4				1														
A5					1													
A6						1												
A7							1											
A8								1										
A9									1									
A10										1								
A11											1							
A12												1						
A13													1					
A14														1				
A15															1			
																$\sum_{XY}$		

*Nota.* Comparación por pares y pesos relativos de las amenazas en la anidación de tortuga golfina. A1=marea, A2=erosión, A3=Acreción, A4=animales silvestres, A5=animales domésticos, A6=hongos, A7=iluminación artificial, A8=residuos sólidos, A9=sedimentación, A10=extracción de arena, A11=ingreso de vehículos, A12=raíces de plantas, A13=carga de visitantes, A14=camping, A15=fogatas.

Para establecer los resultados, se procedió a jerarquizar cada una de las variables de acuerdo con el rango de criterios de valoración que se presenta en la Tabla 4.

**Tabla 4.** *Escala de valoración y criterios para la jerarquización de amenazas*

<b>Importancia</b>	<b>Definición</b>	<b>Descripción</b>
4	Absolutamente importante	Existe evidencia que determina la supremacía de la amenaza (x)
3	Demostablemente más importante	Prácticamente la dominancia de la amenaza (x) sobre (y) está demostrada
2	Ligeramente más importante	Pasadas experiencias favorecen ligeramente la amenaza (x) sobre (y)
1	Igual importancia	Las dos amenazas (x, y) contribuyen de igual manera en la anidación
1/2	Ligeramente menos importante	Experiencias demuestran menor importancia de amenaza (x) sobre (y)
1/3	Demostablemente menos importante	La tolerancia de la amenaza (x) sobre (y) está demostrada
1/4	Absolutamente menos importante	Evidencia que determina la inferioridad de la amenaza (x)

*Nota.* Esta tabla define el rango de valores y criterios para comparar entre pares, el peso relativo de cada amenaza identificada.

Finalmente, las tres (3) amenazas principales obtenidas de la matriz de jerarquía analítica, fueron interrelacionadas con los resultados generados del éxito de eclosión de nidadas. Esto permitió diseñar mapas de riesgo para el proceso de anidación en función de las amenazas.

### ***Propuesta de Plan de Manejo***

Para cumplir con el tercer objetivo y con base al diseño del Plan de Acción para la Conservación de Tortugas Marinas en Ecuador 2020 – 2030, se elaboró una matriz que sintetiza las acciones y estrategias que se plantean sugerir como propuestas específicas y complementarias al manejo y conservación de la especie golfinia en la playa San Lorenzo, Manta. Tal como se observa en la Tabla 5, la matriz describe las líneas de acción, los programas y proyectos, indicadores y medios de verificación. Las líneas de acción se identificaron a partir de la confrontación de los resultados obtenidos del primer y segundo objetivo de la investigación. En este sentido, se interrelacionó el éxito reproductivo y las amenazas en función de las variables espacial y temporal.

**Tabla 5.** *Matriz del Plan de Acción*

Objetivo general		
Resultados	Indicadores	Supuestos

Resultados	Líneas de acción	Actividades estratégicas	Actores clave

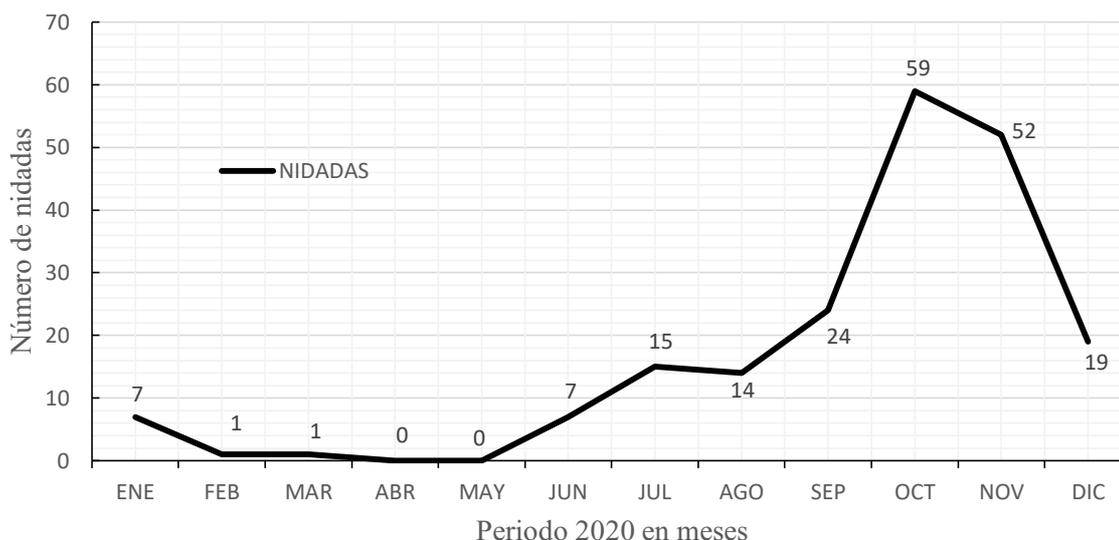
*Nota.* Se definen indicadores y supuestos de los resultados esperados, así como líneas de acción, actividades estratégicas y actores claves.

## Capítulo IV

### Resultados

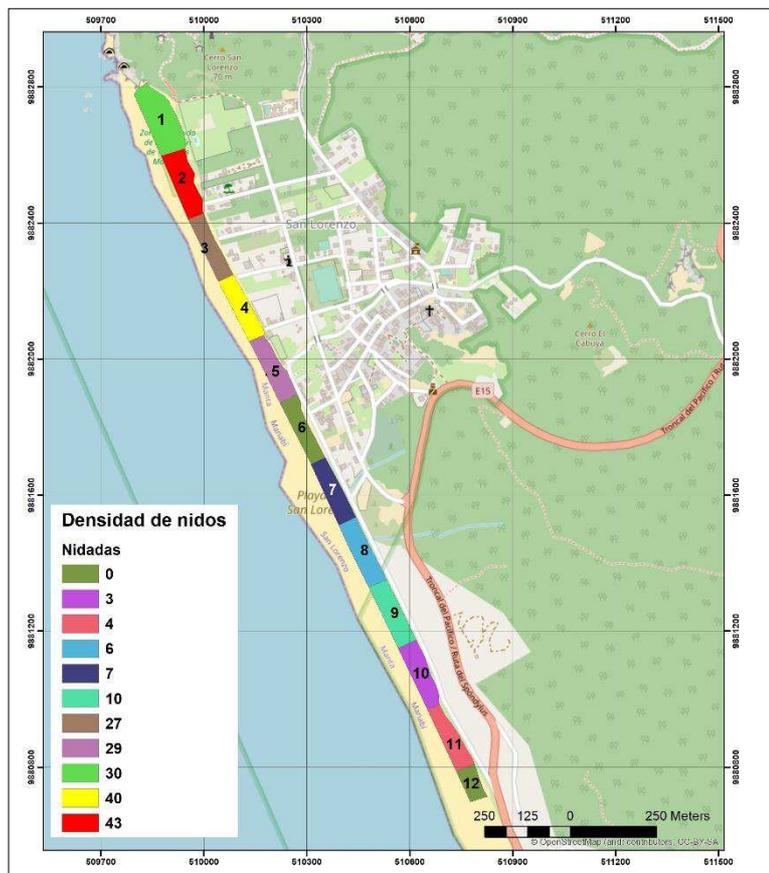
#### Caracterización del Éxito Reproductivo

Durante el año 2020, se registraron un total de 199 nidadas de *Lepidochelys olivacea* en la playa San Lorenzo, Manta. Como podemos observar en la Figura 5, el mayor registro ocurrió en el mes de octubre con cincuenta y nueve (59) nidadas que representa el 29.6% del esfuerzo reproductivo, mientras que el menor registro ocurrió en los meses de febrero y marzo con un (1) solo registro por mes. En los meses de abril y mayo, no existieron registros de anidación.



**Figura 5.** Frecuencia relativa de las nidadas de *Lepidochelys olivacea* registradas en playa San Lorenzo, 2020.

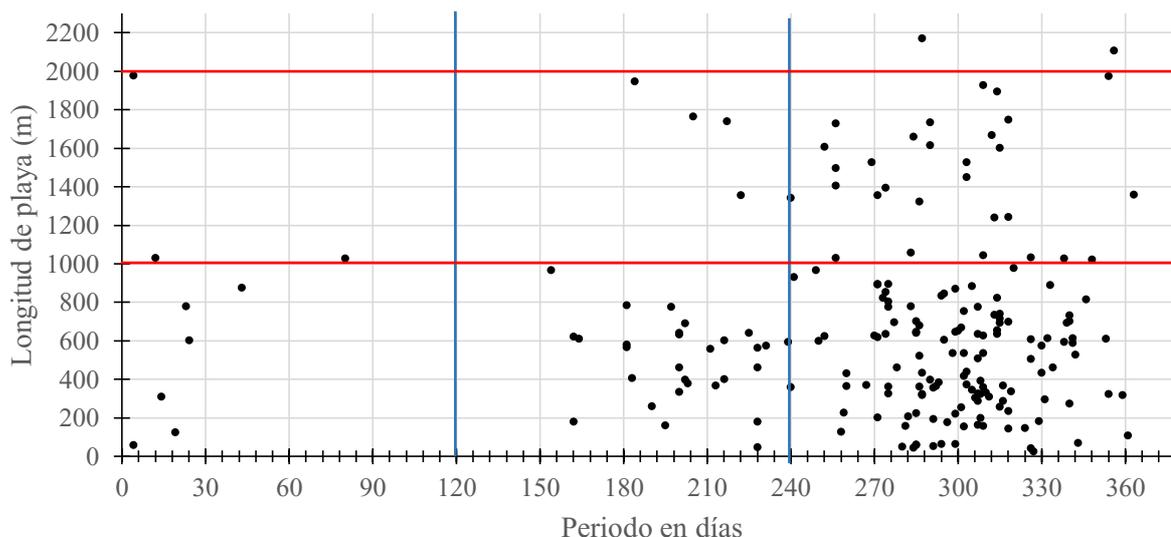
Tal como se observa en la Figura 6, el análisis comparativo de la distribución espacial de nidadas a partir de segmentos de 200 metros de longitud cada uno, ha permitido establecer que la mayor intensidad de anidación se dio en el segmento dos (2) con un total de 43 nidadas, mientras que en los cuatro primeros tramos de playa equivalentes a 800 m, se registró 140 nidadas que corresponde al 73.30% del total de registros del periodo de estudio.



**Figura 6.** Mapa de distribución espacial por número de nidadas de *Lepidochelys olivacea* en doce segmentos de la playa San Lorenzo.

La correlación entre las variables de espacio y tiempo permite determinar que en el periodo se registró una mayor concentración al tercer cuatrimestre y en el primer kilómetro de la playa en sentido norte – sur, tal como se observa en la Figura 7.

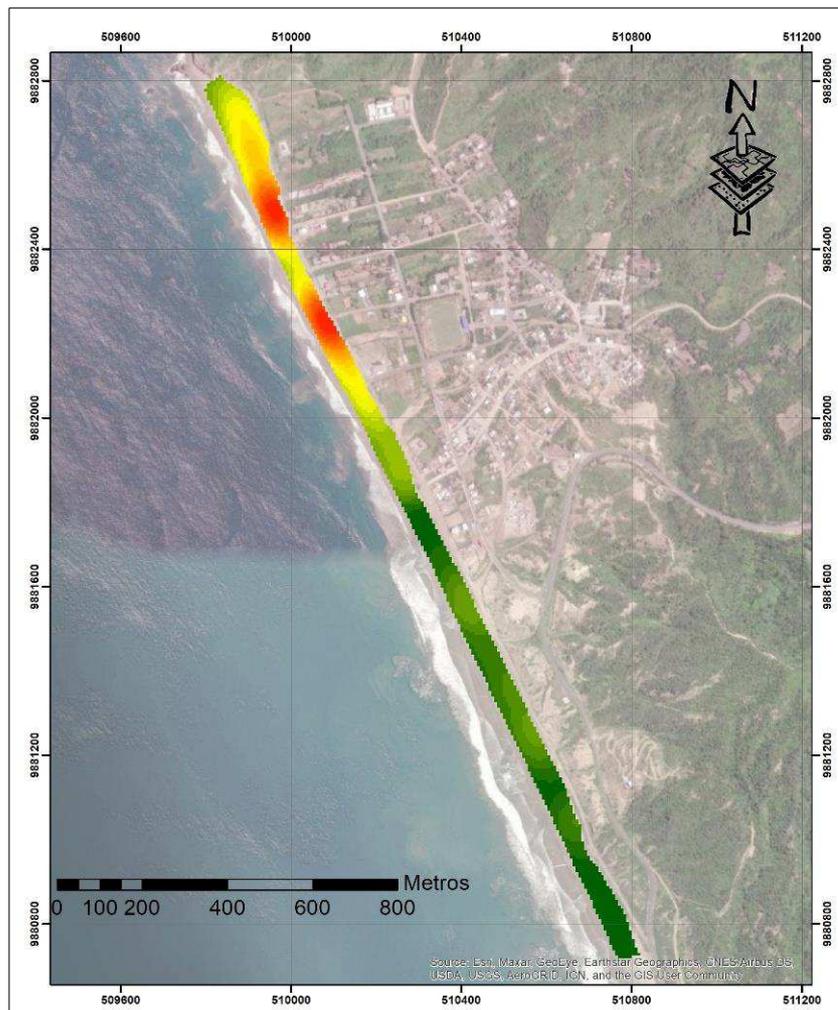
Durante el periodo, la frecuencia de anidación de *Lepidochelys olivacea* en sitios no seguros fue del 52.3%, lo que condicionó que 104 nidadas sean reubicadas desde su ubicación natural hasta sitios más seguros y alejados del efecto del nivel máximo de pleamar, marea de sicigia, sitios con aportación sedimentaria, áreas de erosión, entre otros.



**Figura 7.** *Dispersión espacio temporal de nidadas durante el periodo 2020. Las líneas representan el límite de cada cuatrimestre y las líneas rojas representan cada kilómetro de playa.*

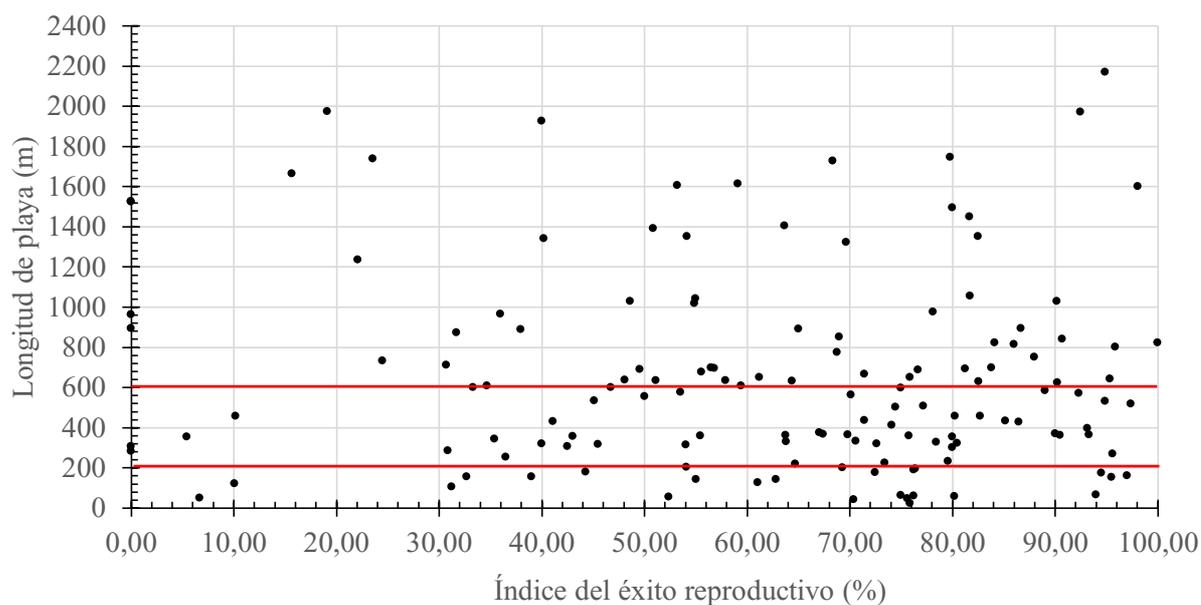
A través del uso del Software ArcGis 10.3, se logró estimar que la playa San Lorenzo, tiene una superficie total de 7.47 hectáreas. Para calcular el área neta y útil para la anidación de *Lepidochelys olivacea* se descontó de la superficie total, el área con ocupación antrópica, aportación sedimentaria, drenajes y zonas de erosión, con lo cual se ha concluido que la superficie adecuada y sobre la cual tuvo efecto el desarrollo embrionario en el periodo 2020, fue de 3.67 hectáreas. A partir de la superficie neta de anidación, se determinó que la densidad efectiva de distribución correspondió a 39.73 nidadas por hectárea con concentración de acumulados ubicados en la parte norte de la playa, tal como se representa en el mapa de calor de la Figura 8.

En función de los impactos de las amenazas registradas en el periodo, se logró exhumar y evaluar 142 nidadas equivalentes al 71,4% del total de registros. En ellas se contabilizó un total de 12.870 huevos de los cuales 8.192 huevos eclosionaron satisfactoriamente. El promedio general del éxito de eclosión fue de 64.21% (D.E.  $\pm$  25.55; N=142), mientras que el éxito de emergencia o tasa neta reproductiva fue de 61.91% (D.E.  $\pm$  25.67; N=142).



**Figura 8.** *Mapa de calor con zonas rojas que indican la mayor acumulación de nidadas en la playa San Lorenzo, Manta.*

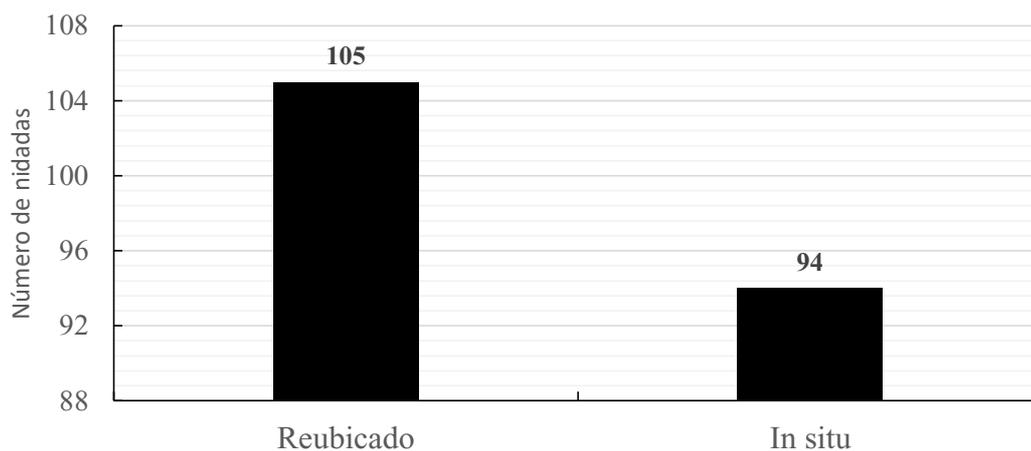
Del total de nidadas exhumadas, el 39.4% alcanzó un porcentaje reproductivo superior al 75%, mientras que el 10.6% presentó una tasa inferior al 25%. En término espacial según la Figura 9, los segmentos 1, 2 y 3 (espacio entre los 200 a 600 metros de longitud de playa en sentido norte – sur) tuvieron el mayor número de nidadas con éxito reproductivo superior al 75%.



**Figura 9.** Relación entre la longitud de la playa en sentido norte – sur (m) y el éxito de emergencia (%) de 142 nidadas.

Frente a un nuevo registro, se evaluó la ubicación de la nidada considerando variables como: la posibilidad de erosión, incidencia de predadores naturales, alcance de excesiva humedad e inundación, zonas de riesgo. Por tanto, se pusieron en práctica dos medidas de manejo de los nidos: la reubicación de nidos a sitios más seguros de la playa con el 19% del total de registros, y el manejo *in situ* con el 83%; en ambas técnicas se complementa con la protección del nido.

El trabajo que se ha realizado previamente muestra que las principales amenazas para los nidos de tortugas marinas son la erosión e inundación. Por tanto, según la Figura 10, se pusieron en práctica dos medidas de manejo de los nidos: la reubicación de nidos a sitios más seguros de la playa con el 52.8%, y el manejo *in situ* con el 47.2% del total de los registros de la temporada.



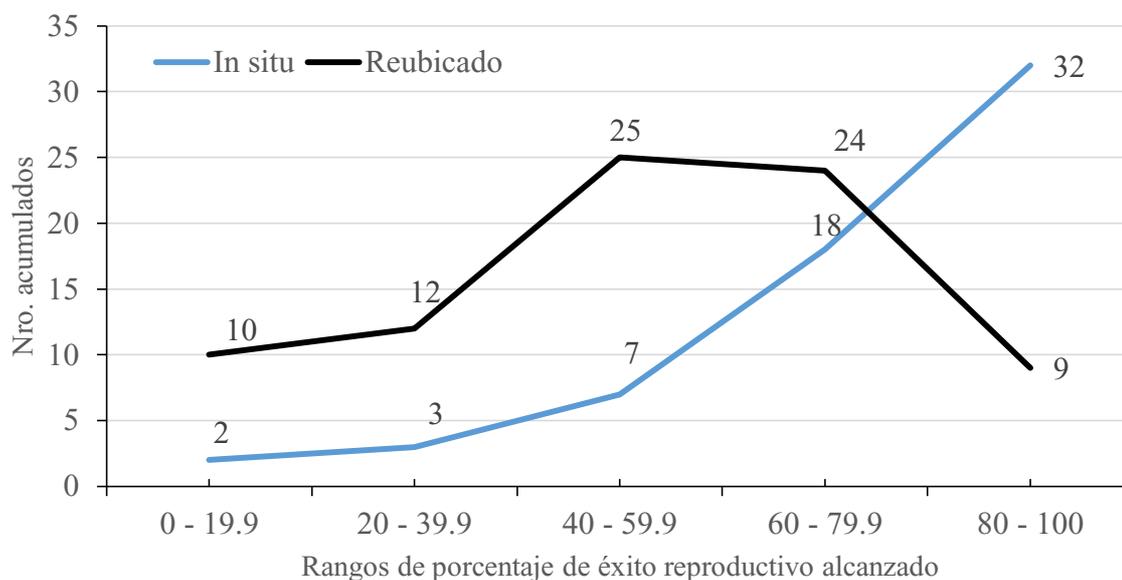
**Figura 10.** Relación entre las nidadas manejadas *in situ* y nidadas reubicadas en playa, durante periodo 2020.

De acuerdo a lo detallado en la Tabla 6, el éxito reproductivo también estuvo determinado por el manejo aplicado; es así, que para el caso de la muestra, las nidadas mantenidas *in situ* con el 51.6% (N=32) mantuvieron un índice de éxito reproductivo superior al 80%; mientras que, en las nidadas reubicadas, éste mismo rango descendió al 11.3% (N=9).

**Tabla 6.** Éxito reproductivo de nidadas en función de su manejo

Rango índice de éxito reproductivo (%)	Tipo de manejo			
	<i>In situ</i>	%	Reubicado	%
0 - 19.9	2	3.2%	10	12.5%
20 - 39.9	3	4.8%	12	15.0%
40 - 59.9	7	11.3%	25	31.3%
60 - 79.9	18	29.0%	24	30.0%
80 - 100	32	51.6%	9	11.3%
Totales	62	100.0%	80	100.0%

El éxito de eclosión para las nidadas reubicadas fue de 54.04% (D.E.  $\pm$ 24.70%; N=78), mientras que el de emergencia fue de 52.28% (D.E.  $\pm$ 25.0%; N=78). Para las nidadas que se mantuvieron en su sitio natural, la tasa promedio de eclosión fue de 76.62% (D.E.  $\pm$ 20.61%; N=64), mientras que el de emergencia fue de 73.65% (D.E.  $\pm$ 21.2%; N=64). Esta información se refleja en la Figura 11, en donde las nidadas manejadas naturalmente contaron con un índice de éxito reproductivo ascendente en todo momento, mientras que en las nidadas reubicadas, el pico de acumulación se encontró en nidadas que alcanzaron apenas del 40 al 60% de efectividad.



**Figura 11.** Tendencias del éxito reproductivo de acuerdo con el manejo, en donde el éxito reproductivo es mayor en las nidadas mantenidas en su ubicación natural, que las reubicadas.

El tamaño de la nidada tuvo una variación desde un mínimo de 41 huevos hasta un máximo de 140, resultando en un promedio por nidada de 91 huevos (D.E.  $\pm$ 19.16; N=141). La mortalidad embrionaria alcanzó valores entre el 100% y el 0.97% con un promedio del 26.98% (D.E.  $\pm$ 25.4%; N=141). Principalmente se debió a la infestación de hongos/bacterias generadas en consecuencia de exceso de humedad y depredación. El porcentaje de huevos sin embrión evidente (infértil) fluctuó entre 0 y 35 huevos con una media del 8.45% (D.E.  $\pm$ 7.01%; N=67). Por otra parte, la evaluación de datos permitió establecer que el índice de fecundidad de las nidadas, alcanzó un valor de 0.956.

Para estimar el total de neonatos que emergieron e iniciaron su recorrido hacia el mar en el periodo 2020, se consideró el promedio del tamaño de la nidada y el porcentaje de emergencia alcanzado, ambos obtenidos a partir de la muestra de 142 nidadas exhumadas. Realizados los cálculos, se considera que el número de crías del periodo 2020 ascendió a 11.119 neonatos.

En la Tabla 7, se sintetizan los resultados de los parámetros evaluados para la anidación de *Lepidochelys olivacea* en el periodo 2020, en la playa San Lorenzo, Manta.

**Tabla 7.** *Parámetros reproductivos*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Número de nidadas en el periodo	199
Número de nidadas evaluadas	142
Número de huevos en muestra	12.870
Promedio del tamaño de nidada	91 huevos (D.E. $\pm$ 19.16; N=141)
Número de huevos depredados	547
Número de huevos infértil	566
Número de neonatos encontrados muertos	283
Huevos afectados por hongos	2.470
Nuevos con mortalidad embrionaria	3.565
Índice del éxito de eclosión	64.21% (D.E. $\pm$ 25.55; N=142)
Índice de fecundidad	0.956
Índice del éxito reproductivo (emergencia)	61.91% (D.E. $\pm$ 25.67; N=142)
Porcentaje mortalidad embrionaria	26.98% (D.E. $\pm$ 25.41; N=141)
Neonatos que emergieron de nidos (muestra)	7.909
Proyección total de neonatos que emergieron durante el año	11.119

*Nota.* Se describen valores en función de las 142 nidadas exhumadas.

## Caracterización de amenazas

En el periodo de estudio se identificó un total de quince (15) amenazas entre naturales y antrópicas, que influyen como alterógenos en el éxito reproductivo de *Lepidochelys olivacea* en la playa San Lorenzo, Manta. Las quince (15) amenazas fueron sometidas por pares entre cada una de ellas. En la Tabla 8, se observa que a través de la matriz de jerarquía analítica y mediante operaciones de cálculo estadístico, se logró obtener el peso o ponderación de las amenazas.

La amenaza resultante con mayor ponderación fue la presencia de hongos dentro de las nidadas, cuyo grado de susceptibilidad fue de 0.1298. La aportación sedimentaria por escorrentía y drenajes junto al efecto de las mareas de sicigia alcanzaron un impacto potencialmente alto en el orden de 0.1146 y 0.1128 respectivamente. Estos valores fueron seguidos por los efectos de la erosión costera (0.0856), la afectación por animales silvestre (0.0824) y la carga de visitantes (0.0734), en tanto que la acreción (0.0721); así como la presencia de animales domésticos (0.0596), la iluminación artificial (0.0592) y los residuos sólidos (0.0585) representan el conjunto de amenazas de mediano impacto. El efecto de las raíces de plantas sobre la nidada (0.0557), la remoción de arena (0.0350), el ingreso de vehículos motorizados (0.0235), el camping (0.0191) y las fogatas (0.0186) componen el grupo de menor impacto potencial.

De acuerdo con los resultados de la matriz, el conjunto de amenazas naturales (65.3%) tienen mayor impacto y relevancia frente a las amenazas antrópicas (34.7%) en una relación de 2:1.

Dentro del grupo de las amenazas antrópicas, la carga de visitantes en la playa ocupa el primer lugar. Se relaciona directamente con los disturbios humanos generados en la franja de playa. En orden de prevalencia, se incluyen las huellas de pisadas y actividades erosivas que modifican el relieve. Durante la investigación, se observó que afectan principalmente el desplazamiento de los neonatos, volviendo su recorrido hacia el mar, más lento y con mayor desgaste energético.

**Tabla 8.** Matriz de jerarquía analítica para la ponderación de amenazas

	A1= Marea	A2= Erosión	A3= Acreción	A4= Animales silvestres	A5= Animales domésticos	A6= Hongos	A7= Iluminación artificial	A8= Residuos sólidos	A9= Sedimentación	A10= Extracción de arena	A11= Ingreso de vehículos	A12= Raíces	A13= Cargas de visitantes	A14= Camping	A15= Fogatas	$\sum xy$	$\frac{1}{n} \sum xy$	Ponderación $\frac{\sum (xy^{\frac{1}{n}})}{\sum (xy^{\frac{1}{n}})}$
A1	1.00	2.00	4.00	2.00	4.00	0.33	3.00	4.00	0.50	4.00	4.00	2.00	2.00	4.00	4.00	40.83	2.72	0.1128
A2	0.50	1.00	2.00	2.00	4.00	0.50	2.00	2.00	0.50	2.00	4.00	4.00	0.50	3.00	3.00	31.00	2.07	0.0856
A3	0.25	0.50	1.00	0.33	4.00	0.50	0.50	2.00	0.50	2.00	4.00	4.00	0.50	3.00	3.00	26.08	1.74	0.0721
A4	0.50	0.50	3.00	1.00	4.00	0.33	3.00	2.00	0.50	3.00	4.00	1.00	1.00	3.00	3.00	29.83	1.99	0.0824
A5	0.25	0.25	0.25	0.25	1.00	0.25	3.00	3.00	0.50	3.00	3.00	0.50	0.33	3.00	3.00	21.58	1.44	0.0596
A6	3.00	2.00	2.00	3.00	4.00	1.00	4.00	4.00	2.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	47.00	3.13	0.1298
A7	0.33	0.50	2.00	0.33	0.33	0.25	1.00	2.00	0.33	3.00	4.00	4.00	0.33	1.00	2.00	21.42	1.43	0.0592
A8	0.25	0.50	0.50	0.50	0.33	0.25	0.50	1.00	0.33	3.00	3.00	3.00	1.00	4.00	3.00	21.17	1.41	0.0585
A9	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.50	3.00	3.00	1.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	41.50	2.77	0.1146
A10	0.25	0.50	0.50	0.33	0.33	0.25	0.33	0.33	0.25	1.00	4.00	0.33	0.25	2.00	2.00	12.67	0.84	0.0350
A11	0.25	0.25	0.25	0.25	0.33	0.25	0.25	0.33	0.25	0.25	1.00	0.50	0.33	2.00	2.00	8.50	0.57	0.0235
A12	0.50	0.25	0.25	1.00	2.00	0.33	0.25	0.33	0.25	3.00	2.00	1.00	2.00	4.00	3.00	20.17	1.34	0.0557
A13	0.50	2.00	2.00	1.00	3.00	0.33	3.00	1.00	0.25	4.00	3.00	0.50	1.00	3.00	2.00	26.58	1.77	0.0734
A14	0.25	0.33	0.33	0.33	0.33	0.25	1.00	0.25	0.25	0.50	0.50	0.25	0.33	1.00	1.00	6.92	0.46	0.0191
A15	0.25	0.33	0.33	0.33	0.33	0.25	0.50	0.33	0.25	0.50	0.50	0.33	0.50	1.00	1.00	6.75	0.45	0.0186

$$\sum xy = 24.13 \quad 1.0000$$

*Nota.* El grupo de amenazas con mayor ponderación corresponden a las de origen natural, destacando en primer lugar la presencia de hongos.

En el caso de las eclosiones diurnas, si los neonatos no logran llegar rápido al mar, están expuestos a muerte por deshidratación o ser atrapados por predadores como los cangrejos o las aves marinas. En los patrullajes de monitoreo, se encontraron en la playa veintiuno (21) neonatos de *Lepidochelys olivacea* con evidencia de deshidratación.

Reportes de control levantados por el personal del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, determinan que otras actividades de la carga turística incluyen el ingreso de personas al interior del cerramiento de protección de nidadas, la excavación cercana a los nidos y la manipulación directa de neonatos. Como medida de mitigación para las eclosiones diurnas, se realizan barridos de playa y delimitación del perímetro de desplazamiento de neonatos (Pincay Ch., 2020).

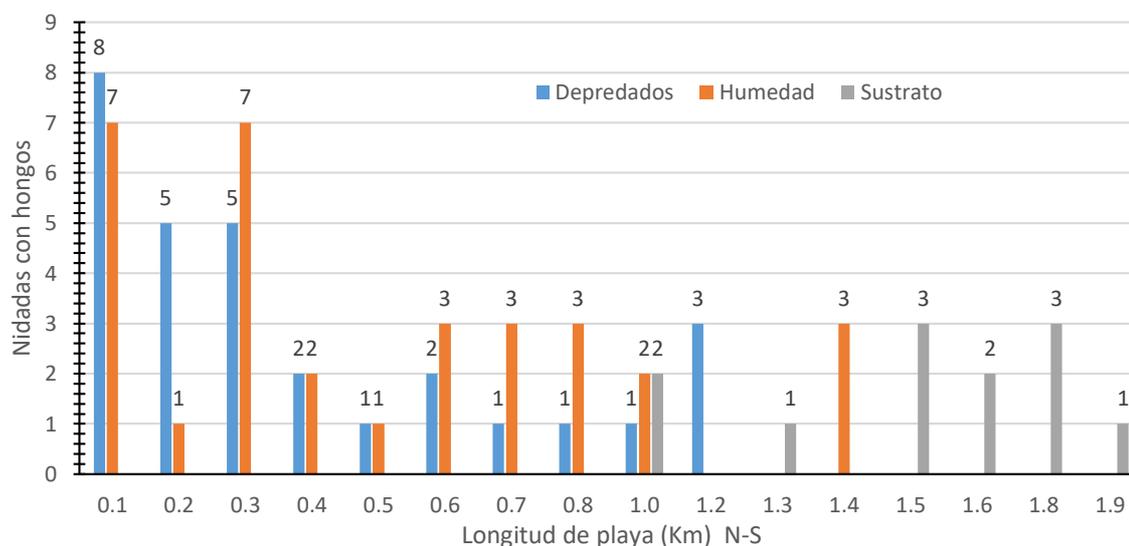
Otra amenaza registrada que generó impacto negativo fue la presencia de perros domésticos procedentes de la misma localidad o como mascotas de turistas. Se registró que cinco (5) nidadas fueron afectadas parcialmente por la excavación de perros domésticos con un aproximado de 58 huevos alterados y/o consumidos. La iluminación artificial focalizada, impacto en la desorientación de 27 neonatos que fueron encontrados en calles o terrenos baldíos contiguos a las zonas de anidación.

Se determina que la menor jerarquía de las amenazas antrópicas en relación con las amenazas naturales se debe al permanente e ininterrumpido control en territorio que realiza el Ministerio del Ambiente y Agua a través de la administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche.

En el grupo de amenazas naturales, la más importante fue la generada por la proliferación de hongos con una ponderación de 0.1298. Se observó cómo tres factores tienen incidencia directa sobre la colonización de hongos dentro de las nidadas. En orden de importancia constaron como posibles causas: el exceso de humedad e inundación de la cámara de incubación, los restos de material vitelino desprendido en nidadas que fueron depredadas parcialmente y la presencia de arcilla / limo en el sustrato de incubación.

Según estudios de (Sarmiento-Ramírez JM, 2014), en playas del Parque Nacional Machalilla en Manabí, existe evidencia de afectación de huevos de tortugas marinas a causa del hongo *Fusarium solani*. A partir de las exhumaciones, se determinó que 73 nidadas mostraron afectación parcial o total provocada por hongos. Tal como se observa en la Figura 12, el mayor número de nidadas con hongos se registró en el extremo norte de la playa (37 casos), influenciado posiblemente por el exceso de humedad durante la ocurrencia de mareas de consideración y la depredación de animales silvestres y domésticos. Por lo contrario, en el extremo sur de la playa, se registró 17 nidadas afectadas por hongos, posiblemente a causa de la naturaleza del sustrato en este tramo (limo / arcilla).

**Figura 12.** Distribución de nidadas afectadas por hongos



*Nota.* Acumulación espacial de nidadas afectadas por hongo. Su evaluación permitió vincular el origen de su ocurrencia con factores asociados a exceso de humedad, alteración por predadores y naturaleza del sustrato.

El número de huevos en los que se identificó mortalidad embrionaria causada por la presencia de hongos fue de 2.470 unidades, distribuidos en 73 nidadas.

Los resultados evidencian que las nidadas ubicadas en zonas propensas a predadores naturales, humedad por infiltración capilar o inundaciones de marea, o con contenidos de arcilla / limo, mostraron mayores tasas de mortalidad embrionaria y presencia de hongos, en comparación con nidadas ubicadas en zonas arenosas sin exposición a factores tensores.

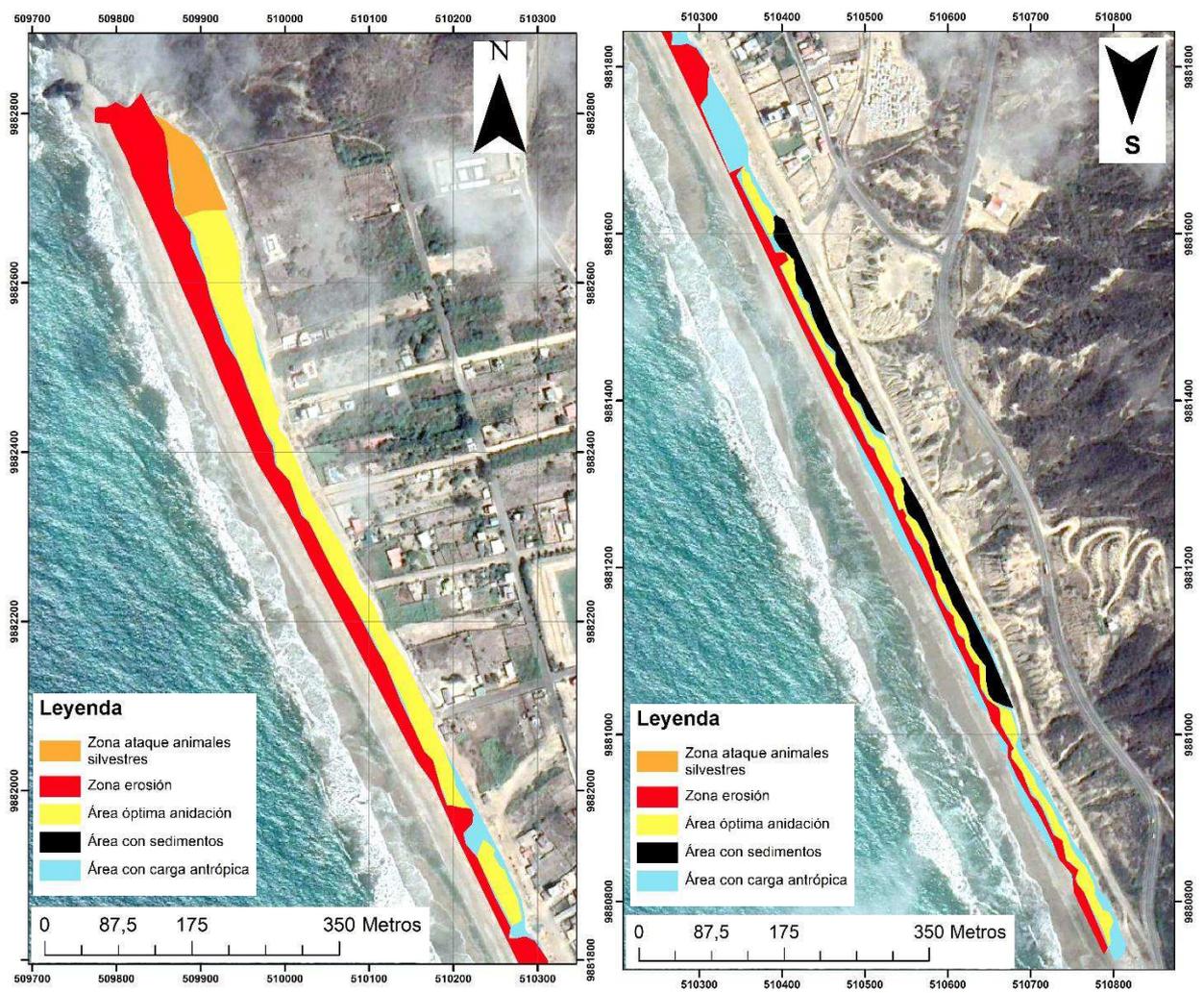
Lo evidenciado en sitio es acorde con lo descrito en la literatura técnica, en donde los factores referidos favorecen la colonización de hongos, probablemente impidiendo el intercambio de gases a través de la cáscara de huevo al embrión que conduce al estrés embrionario y la muerte. Además, los huevos con embriones muertos funcionan como foco de colonización de nuevos agentes fúngicos y bacterianos (Sarmiento-Ramírez JM, 2014).

En otro aspecto, el tercer tercio de la playa San Lorenzo en sentido norte sur, presenta un sustrato en el que predomina una mezcla de arena, arcilla y limo con áreas focalizadas de aportación sedimentaria proveniente de la escorrentía de laderas contiguas y drenajes de microcuencas. Esta condición progresiva a lo largo de los últimos años ha provocado que, en este tramo, la superficie de playa óptima para anidación de *Lepidochelys olivacea* disminuya hasta un 46.6%.

Las mareas de sicigia son responsables de cambios del perfil de la playa en un corto lapso de tiempo. Durante el periodo, se registró una marea de importancia en el mes de diciembre 2020, la que afectó directamente a dos (2) nidadas con pérdida total por efecto erosivo. Así mismo, se registraron nueve (9) nidadas humedecidas por el oleaje, las que potencialmente derivaron en la proliferación de hongos. Con este tipo de mareas, incrementa la humedad del sustrato, la que se transfiere por capilaridad en las capas inferiores de la playa. En la Figura 13, se observa la zonificación de amenazas, donde destaca la franja de permanente erosión.

La presencia de predadores silvestre es otra amenaza identificada en el periodo. Se registró la incidencia del perro de sechura (*Lycalopex sechurae*), especie de hábitos nocturnos que desciende del bosque seco para escavar las nidadas recién desovadas y consumir los huevos de manera total o parcial. Durante los monitoreos diurnos, fue común observar alrededor de los nidos, la presencia de huellas de estos mamíferos de la familia *Canidae*.

**Figura 133.** Mapa de zonificación de amenazas, playa San Lorenzo



*Nota.* Sección de playa norte (N) y sur (S), en la cual se ha zonificado la superficie en función de la frecuencia de amenazas.

En el periodo se registró nueve (9) nidadas afectadas por *Lycalopex sechurae*, de las cuales dos (2) fueran consumidas de manera total y ocho (8) de manera parcial. El número de huevos consumidos por nidada se promedió en 33.7% (D.E.  $\pm$  17.5%; N=8). Una vez revisadas las nidadas depredadas parcialmente, se observó que existían huevos con sus membranas perforadas e incluso restos de material vitelino contaminado el resto de los huevos, degenerando en lo posterior la proliferación de hongos y bacterias.

Al grupo de amenazas por animales silvestre, se sumó la incidencia de aves costeras, cangrejos de playa y hormigas. Se evidenció durante un monitoreo diurno, el ataque de un gallinazo de cabeza roja (*Cathartes aura*) sobre neonatos durante su recorrido hacia el mar; similar situación ocurrió con cangrejos de playa y hormigas dentro de las nidadas, que fueron capaces de perforar la membrana de los huevos, interrumpiendo así el proceso embrionario.

Durante las exhumaciones, se pudo evidenciar que cuatro nidadas presentaban huevos con raíces, afectando directamente a 23 huevos, los que se encontraban en un estadio temprano del desarrollo embrionario. Por otra parte, en el mes de octubre se registró en la zona norte de la playa, la afectación de tres nidadas por efectos de acreción (acumulación de arena sobre el nido); sin embargo esta amenaza fue controlada por personal del área protegida Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, quienes retiraron progresivamente el exceso de arena sobre la nidada.

## **Plan de acción y estrategias adaptativas**

Frente a los resultados y hallazgos de la investigación, resulta pertinente proponer una serie de acciones y estrategias que complementen al protocolo de monitoreo de tortugas marinas, implementado desde el 2012 por el Ministerio del Ambiente y Agua a través del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche.

Tal como se observa en la Tabla 9, las líneas de acción propuestas guardan estrecha relación con el Plan Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas y el Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, con el fin de mantener una estrecha coherencia con los procedimientos técnicos implementados y probados localmente para la protección de nidadas. Por lo tanto, este conjunto de acciones contenidos en un Plan, tendrán por propósito servir como herramienta de referencia para la toma de decisiones de manejo en el ámbito de la conservación de *Lepidochelys olivacea* durante su proceso de anidación en la playa San Lorenzo del cantón Manta.

Cada línea de acción propone diferentes estrategias que aporten al cumplimiento de los objetivos propuestos, entre ellos reducir los impactos que tienen las amenazas naturales y antrópicas identificados en la presente investigación. El Plan está dividido en diferentes puntos estratégicos que unificados permitirán la conservación de la playa y los procesos de anidación de tortugas marinas. Los puntos estratégicos se enfocan en aspectos importantes de manejo en sitio y de educación ambiental.

## Plan de Acción para la protección de la playa de anidación San Lorenzo, Manta

### Objetivo General

Proteger el normal desarrollo de anidación de *Lepidochelys olivácea* en la playa San Lorenzo del cantón Manta, Ecuador.

### Objetivos Específicos

- Proporcionar lineamientos operativos y técnicos para el manejo sostenible de la playa de anidación.
- Adaptar las acciones de conservación de acuerdo con las amenazas naturales y antrópicas que interactúan en el hábitat de anidación.
- Promover el levantamiento de información científica sobre el uso del hábitat para la anidación de tortugas marinas, y los factores intervinientes.

**Tabla 9.** Plan de Acción para la Protección de Playa de Anidación San Lorenzo, Manta

Objetivo general	Proponer acciones de manejo dirigidas a proteger el normal desarrollo de anidación de <i>Lepidochelys olivácea</i> , en la playa San Lorenzo del cantón Manta	
Resultados	Indicadores	Supuestos
Incremento del éxito reproductivo de <i>Lepidochelys olivacea</i> .	Se cuenta con una línea de base anual sobre los parámetros reproductivos de <i>Lepidochelys olivacea</i> .	Existe voluntad institucional para ejecutar los lineamientos de las estrategias.
Se aseguran condiciones óptimas para la anidación de tortugas marinas en la franja de playa.	Incrementa en 50% el área efectiva óptima para anidación de tortugas marinas.  Se reduce en 30% la ocurrencia y afectación de factores antrópicos y naturales sobre los procesos de anidación.	Existen compromisos concertados entre los sectores involucrados en el uso de la playa.
Se proveen resultados de índole científico, necesarios para el manejo de la playa de anidación.	Se ha generado un catálogo de información científica sobre el hábitat de anidación, que permite fortalecer la toma de decisiones de manejo.	Fondos disponibles, involucramiento de la academia.

<b>Resultado 1</b>	Incremento del éxito reproductivo de <i>Lepidochelys olivacea</i>	
<b>Líneas de acción</b>	<b>Actividades estratégicas</b>	<b>Actores clave</b>
Delimitar áreas de protección estricta para la anidación de tortugas marinas.	<p>Contribuir a la elaboración de un plan de ordenamiento específico para el manejo integral de las zonas críticas de anidación de tortugas marinas.</p> <p>Georeferenciación de los sitios críticos de anidación.</p> <p>Socialización de cartografía de playa, zonas críticas y zonas sensibles para anidación.</p> <p>Elaboración de mapas de amenazas y zonas de riesgo en franja de playa.</p>	MAAE, administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, GAD Manta, GAD Parroquial San Lorenzo.
Actualización de protocolo de monitoreo de tortugas marinas.	<p>Actualización de técnicas de manejo para personal que realiza monitoreo permanente (criterios y técnicas para reubicación de nidadas).</p> <p>Protección de nidadas de tortugas marinas, mediante el uso de rejillas.</p>	MAAE, administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche.
Acciones de control de playas	<p>Contar con mecanismos ágiles que potencien el control de la playa, con énfasis en manejo de desechos, iluminación artificial y actividades turísticas.</p> <p>Generar acuerdos con instancias competentes, para normar el alumbrado público en zonas de malecón y playa.</p> <p>Establecer y poner en ejecución planes de ordenamiento turístico que promuevan la participación de actores locales en la gestión y manejo de la playa.</p>	MAAE, administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, Policía Nacional, Armada del Ecuador, CNEL EP, GAD Parroquial San Lorenzo, GAD Manta, ASO de proveedores turísticos San Lorenzo.

<b>Resultado 2</b>	Se aseguran condiciones óptimas para la anidación de tortugas marinas en la franja de playa.	
<b>Líneas de acción</b>	<b>Actividades estratégicas</b>	<b>Actores clave</b>
Recuperar zonas de playa deterioradas.	<p>Diseñar y realizar un programa de restauración del hábitat de anidación en playa San Lorenzo.</p> <p>Estudio del aporte sedimentario y estrategias de mitigación del impacto en playa San Lorenzo, zona sur.</p> <p>Canalizar la ejecución de obras y medidas para la recuperación de franjas de playa, con énfasis en contención de drenajes de aportación.</p> <p>Ejecución de trabajos de recuperación de dunas de arena en la zona sur de playa.</p>	MAAE, administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, ONG's, GAD Parroquial San Lorenzo, GAD Manta.
Campañas de educación ambiental.	<p>Coordinar e integrar los esfuerzos locales enfocados en la conservación de las tortugas marinas y su hábitat de anidación.</p> <p>Implementar campañas que fomenten al cambio de conductas no sostenibles y turismo no responsable en playa de anidación San Lorenzo, Manta.</p> <p>Desarrollar un programa de capacitación, orientado a la formación y fortalecimiento de voluntarios de la comunidad San Lorenzo.</p>	MAAE, administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, ONG's, GAD Manta, Armada del Ecuador, jóvenes voluntarios de la comunidad.

<b>Resultado 3</b>	Se proveen resultados de índole científico, necesarios para el manejo de la playa de anidación.	
<b>Líneas de acción</b>	<b>Actividades estratégicas</b>	<b>Actores clave</b>
Desarrollar programas de investigación sobre tortugas marinas en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche.	<p>Diseño, puesta en marcha y divulgación de un programa de investigación científica.</p> <p>Establecer alianzas con instituciones académicas para promover la investigación de tortugas marinas (zonas de forrajeo, reproducción, migración).</p>	MAAE, administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, Academia, ONG's.
Fomentar líneas de investigación alrededor del impacto de las amenazas naturales en playa de anidación.	<p>Caracterización y nivel de incidencia de hongos y bacterias que afectan las nidadas de tortugas marinas.</p> <p>Determinación de tasa de humedad relativa, temperatura y granulometría en playa San Lorenzo, Manta.</p> <p>Evaluación del nicho ecológico de <i>Lycalopex sechurae</i>, y su incidencia sobre el índice de eclosión de tortugas marinas.</p>	MAAE, administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, Academia, ONG's, Universidades.

## Discusión

Históricamente, los habitantes de la comunidad San Lorenzo (López Reyes, 2021), reconocieron la presencia de tres especies diferentes de tortugas marinas que llegaban a desovar a la playa San Lorenzo del cantón Manta. Lamentablemente, en la actualidad solo la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) llega constantemente, con unos aislados eventos reproductivos de tortuga verde (*Chelonia mydas*), quedando la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) solo para el recuerdo en la memoria local.

La playa San Lorenzo, situada dentro del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, es el sitio de mayor importancia en la costa ecuatoriana para la anidación de *Lepidochelys olivacea*. En el año 2019, la administración del área protegida logró registrar y proteger un total de 148 nidadas de esta especie, en donde se obtuvo un porcentaje de emergencia del 50.14% (D.E.  $\pm$  32.31 %; N=104) (Pincay Ch., 2020).

Los resultados de la investigación, establecen que la anidación de *Lepidochelys olivacea* en el periodo 2020 alcanzó 199 nidadas. Según datos de la Administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche (Pincay Choez & Solorzano Solorzano, 2019), en los últimos cinco años se han registrado y protegido 1063 nidadas en la playa San Lorenzo, de los cuales el periodo con más desoves fue el 2018 con 230 nidadas, seguido por el 2020 y 2016 con 199 y 179 nidadas respectivamente. En la provincia de Santa Elena se encuentra la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena, en cuyas playas se registraron 31 nidadas en el periodo 2017 (Ladines & Salinas , 2017).

En Ecuador, entre el año 2016 al 2020 fueron registradas 2.787 nidadas de *Lepidochelys olivacea*, de las cuales el 50,52% se encuentran en la provincia de Manabí (Ministerio del Ambiente y Agua, Red de Áreas Marino Costeras del Ecuador, 2020). Éste número de registros es relativamente bajo en comparación con otros lugares de anidación como playa de Morro Ayuta en Oaxaca, México, en donde durante la temporada 2019-2020 ocurrieron diez arribadas, con aproximadamente más de 1.340.000 anidaciones (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2020).

El tamaño promedio de la nidada para San Lorenzo, Manta en el 2020 fue de 91 (D.E.  $\pm 19.16$  huevos; N=141), valor que se encuentra por debajo del intervalo mundial descrito por (Mortimer, 1999) para la especie (110 – 130 huevos). En playa Punta Banco del Pacífico del Sur de Costa Rica, durante dieciséis años de monitoreo permanente han estimado el tamaño de la nidada en 96.76 (D.E.  $\pm 5.3$  huevos) (Viejobueno Muñoz & Arauz, 2015). En playas del Parque Nacional Machalilla y la Reserva de Producción de Fauna Marina Costera Puntilla de Santa Elena, el promedio de tamaño de la nidada fue de 69.5 y 94.04 huevos respectivamente (Ministerio del Ambiente – Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2015).

El porcentaje de emergencia de 61.91% (D.E.  $\pm 25.67$ ; N=142) encontrado, es inferior al reportado para San Cristóbal de Baja California en México con  $69.5 \pm 10.15\%$  (N=2913) (Abilene Giseh, 2015), mientras que en playa Drake de Costa Rica, el promedio fue de 76.6% (D.E.=8.89%) (James & Melero, 2015). En playa Punta Brava en la Provincia de Santa Elena, el promedio fue del 71% (Ministerio del Ambiente – Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2015). Las comparaciones, reflejan que esta variable para San Lorenzo ha sido relativamente baja, por lo que resulta necesario incorporar nuevas estrategias y adaptaciones de manejo para la conservación del hábitat de anidación y protección de las nidadas.

En el periodo 2020, se generó una asociación significativa en los acumulados mensuales para los meses de agosto a noviembre, registrando en este periodo el 67,8% de nidadas de *Lepidochelys olivacea* del corte anual. Esta tendencia en el periodo de anidación permite prever y proyectar la intensidad de los controles; así como la adopción de estrategias de manejo y mecanismos de control focalizados para disminuir la presión de los tensores externos de origen natural y antrópico.

Estudios determinan que *Lepidochelys olivacea*, muestra un patrón en la selección del sitio de anidación y este depende en especial de la humedad que tiende a disminuir de manera considerable al alejarse de la línea de marea. (López, 2002). Sin embargo, en San Lorenzo la relación entre desoves realizados en sitios de riesgos potenciales y manejados *in situ* fue de 3:1, procediendo con la reubicación del 76% de nidadas. Los criterios para determinar el riesgo del sitio se basaron principalmente en la memoria local de inundaciones por marea y frecuencia en la incidencia de predadores naturales.

Durante esta investigación, se determinó que la tortuga golfina muestra una preferencia significativa para anidar en el extremo norte de la playa, zona que posee una berma amplia a diferencia de la zona sur en donde existe reducción progresiva de la franja de playa, debido a la aportación de sedimentos, escorrentía y drenaje de microcuencas circundantes. El extremo norte de la playa acaparó al 59.29% de las nidadas registradas en el periodo.

Una evaluación realizada a 181 playas de Colombia, permitió conocer que 18 playas con importancia de anidación de tortugas marinas, poseen un grado de amenaza medio, generado por iluminación artificial, depredación, compactación de arena y contaminación por desechos urbanos y actividades portuarias (Ceballos Fonseca, 2004). En playas del cantón Puerto López, Ecuador, estudios reflejan que el incremento de contaminación lumínica en zonas costeras, incide directamente sobre la reducción de playas de anidación y número de nidadas, al evitar las tortugas desovar en costas con intensa contaminación lumínica (Arizaga Medina, 2019).

Algunas playas de anidación en función de su temperatura media y humedad relativa tienen mayor predisposición a desarrollar la colonización de hongos y bacterias. Se ha disminuido esta amenaza con el traslado de las nidadas a viveros o tortugarios provistos de condiciones ambientales controladas (Salomé Hernández, 2020). En la playa Cabo Verde en España, se ha determinado que la tasa de mortalidad embrionaria causada por hongos, puede ascender hasta un 75% de los huevos en *Caretta caretta* (Unidad Editorial El Mundo, 2013); sin embargo esta media se incrementa hasta un 90% con el aumento de la humedad y temperatura (EFE, Agencia, 2013).

Los resultados establecen que la afectación por colonización de hongos en las nidadas de *Lepidochelys olivacea* en la playa San Lorenzo es la principal causa de disminución del éxito reproductivo; sin embargo estudios específicos podrán determinar si la presencia de hongos es un efecto de algún factor determinado que interactúe en el medio.

Un parámetro no abordado con suficiente profundidad fue la temperatura ambiental. El análisis estadístico del índice o porcentaje de emergencia, permitió identificar que a medida que la temperatura ambiental de las nidadas descendió, disminuyó proporcionalmente el éxito de emergencia a comparación de nidadas desovadas en meses más calientes (diciembre - marzo), en donde este índice incrementó hasta en 20 puntos porcentuales sobre la media de los meses fríos (junio – septiembre).

Aunque la ocurrencia de amenazas antrópicas influyen directamente sobre el éxito reproductivo de la tortuga golfina, en San Lorenzo, las amenazas de naturaleza antrópica son controladas efectivamente por la administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche; sin embargo, la capacidad de manejo y previsibilidad sobre las amenazas naturales aún es reducida, limitándose su manejo solo a la reubicación de nidadas. Esto motiva el planteamiento de futuras investigaciones sobre causas, consecuencias y efectos de las amenazas naturales en el éxito reproductivo de la tortuga golfina.

## Conclusiones

La playa San Lorenzo del cantón Manta en Ecuador, ubicada dentro de los límites protegidos del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, es una playa índice y santuario para la anidación de la tortuga golfina en el Ecuador. Esta premisa implica que este reducto de 2.2 km de costa es la primera playa de producción de crías de *Lepidochelys olivacea*, y por lo tanto su conservación debe ser una prioridad en la agenda pública nacional.

La anidación en playa San Lorenzo ocurrió durante todo el año a excepción de los meses de abril y mayo. Presentó su pico de anidación entre los meses de octubre y noviembre congregando el 55.8% de los registros del periodo. El análisis de productividad de anidación fue menor en el mes de octubre, alcanzando índices de emergencia en el orden del 31.32%, mientras que la mayor productividad se alcanzó en el mes de diciembre con una media de 76.95%.

Las principales amenazas naturales que afectan las nidadas de *Lepidochelys olivacea* en San Lorenzo, son derivadas de la contaminación por hongos, seguido por la perturbación de la erosión costera producto del viento, oleajes, mareas de sicigia y depredación por animales silvestres. La amenaza antrópica de mayor impacto corresponde a la carga turística sobre la franja de playa.

Se identificó que la aportación sedimentaria es capaz de reducir significativamente la distribución de nidadas en la extensión de la playa. La zona sur de la playa San Lorenzo a pesar de tener 1/3 de la longitud total, acogió apenas al 8.5% de nidadas registradas en el periodo.

Los tensores antrópicos a pesar de tener un peso de ponderación, poseen menor incidencia sobre el éxito reproductivo en comparación con las amenazas naturales, por una parte debido a las medidas de manejo implementadas in situ por la administración del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, lo que garantiza el cumplimiento de normas de uso y control.

## Recomendaciones

Estudiar con mayor detalle la relación existente entre la variabilidad de temperatura y la incidencia en la presencia de hongos, ya que es probable que la variabilidad térmica que experimenta la playa San Lorenzo este influyendo como causa principal para la proliferación de hongos.

En referencia a las amenazas de depredación, la playa San Lorenzo es frecuentada por perros de sechura que están consumiendo y alterando nidadas de *Lepidochelys olivacea*. Es necesario realizar un estudio poblacional de estos mamíferos con el fin de conocer si la población de perros de sechura presenta algún equilibrio trófico en la zona, o si existe una sobrepoblación de estos organismos.

Durante las reubicaciones, los huevos están expuestos a movimientos rotatorios y a vibraciones causadas por la manipulación humana, lo que puede afectar negativamente al desarrollo embrionario. Esto motiva a que se deba actualizar el protocolo en cuanto a reubicaciones, considerando en precisar la dinámica temporal y espacial de la playa, así como los criterios base para la toma de las decisiones del manejo.

Incorporar como parte de la gestión del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, la propuesta del Plan de Acción para la protección de la playa de anidación San Lorenzo, con la finalidad de actualizar y fortalecer el protocolo de monitoreo de tortugas marinas que se implementa localmente.

Fortalecer los procesos de conservación de tortugas marinas a partir del involucramiento de actores locales y academia, generación de conciencia colectiva, participación de la comunidad y apropiación de buenas prácticas ambientales.

## Referencias

- Abilene Giseh, C. (2015). *Anidación y conservación de la tortuga golfina (Lepidochelys olivacea) en dos playas de la costa occidental de Baja California Sur, México: 1995-2013*. Baja California.
- Abreu-Grobois, A. &. (2008). *The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T11534A3292503*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T11534A3292503.en>
- Ackerman, R. (1997). *The nest environment and the embryonic development of sea turtles*.
- Amorocho, D., Rodríguez-Zuluaga, L., Payán, L., & Zapata, &. (2015). *Plan de manejo de las tortugas marinas del Parque Nacional Natural Gorgona*. Calí: WWF Colombia y Parques Nacionales Naturales.
- Arenas, P. & M. Hall. (1992). *The association of sea turtles and other pelagic fauna with floating objects in the Eastern Tropical Pacific Ocean*. US: NOAA Tech.
- Asrar, F. (1999). *Decline of marine turtle nesting populations in Pakistan*. Marine Turtle Newsletter.
- Bárcenas Ibarra, A. (2009). *Diferenciación genética de las colonias anidantes de tortuga golfina (Lepidochelys olivacea) en el Pacífico Mexicano con base en análisis de ADN mitocondrial*. Baja California, Mexico.
- Bernardo & Plotkin. (2007). *An evolutionary perspective on the Arribada phenomenon and reproductive behavioral polymorphism of olive ridley sea turtles (Lepidochelys olivacea)*. Baltimore.
- Bolongaro-Crevenna, A., G. A., Torres, R. V., & García, V. A. (2010). *Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático*. Campeche.
- Chacon, D., Valerín, N., Cajiao, M., Gamboa, H., & Marín, G. (2000). *Manual para mejores prácticas de conservación de las tortugas marinas en Centroamérica*.
- Eckert, K. L. (2000). *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Washington, DC.
- Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. AbreuGrobois y M. Donnelly. (2000). *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas*. Washington: UICN/CSE.
- Frazier, J. (1975). *Marine turtles of the Western Indian Ocean*.

- Frazier, J. (1982). *Marine turtle fisheries in Ecuador and Mexico: The last of the Pacific Ridley?* Washington D.C.
- Frazier, J. (2014). *La Situación Regional de las Tortugas Marinas en el Pacífico Sudeste*. Guayaquil.
- Frazier, J. (2014). *La Situación Regional de las Tortugas Marinas en el Pacífico Sudeste*. Comisión Permanente del Pacífico Sur - CPPS. Guayaquil.
- GAD Manta. (2019). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial con especial énfasis en la gestión del riesgo Manta -2019*. Manta.
- GAD Parroquial San Lorenzo. (2015). *Diagnóstico preliminar San Lorenzo*. Manta.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hurtado, M. (1982). *Turtle Farming in Ecuador Proposed*. Marine Turtle Newsletter.
- J., F. (2014). *La Situación Regional de las Tortugas Marinas en el Pacífico Sudeste*. Guayaquil.
- Jack, F. (2003). *Prehistoric and ancient historic interactions between humans and marine turtles*. Florida.
- Jhon, F. (2014). *La Situación Regional de las Tortugas Marinas en el Pacífico Sudeste*. Comisión Permanente del Pacífico Sur - CPPS. Guayaquil.
- Kar, C. S. (1982). *The status of sea turtles in the Eastern Indian Ocean*. Washington: Biology and Conservation of Sea Turtles.
- MAAE, WildAid, GIZ. (2020). *Plan de Acción para la Conservación de las Tortugas Marinas en Ecuador 2020 - 2030*. Ministerio del Ambiente y Agua de Ecuador, WildAid Inc., Cooperación Técnica Alemana – GIZ. Proyecto Conservación de Tortugas Marinas en la Costa de Ecuador. Guayaquil, Ecuador.
- Márquez, M. (1990). *FAO species catalogue. Vol.11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date*.
- Marquéz, R. (1990). *FAO species catalogue. Vol.11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date*. Roma.
- Márquez, R. (1996). *Las tortugas y nuestro tiempo*. México.
- Miller, J. D. (2000). Determinación del Tamaño de la Nidada y el Éxito de Eclosión. En K. Eckert, K. Bjorndal, F. Abreu-Grobois, & M. Donnelly, *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas* (págs. 143-149).

- Ministerio del Ambiente. (2017). *Estrategia Nacional de Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible*. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche*. Quito.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2014). *Plan Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Guayaquil, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente y Agua. (2020).
- Ministerio del Ambiente y Agua. (2021). Manta.
- Ministerio del Ambiente y Agua. (24 de Enero de 2021). *Comunicamos*. Obtenido de Noticias: <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-cuenta-con-el-plan-de-accion-para-la-conservacion-de-las-tortugas-marinas/#:~:text=El%20plan%202020%20%E2%80%93%202030%2C%20es,medio%20hacia%20las%20tortugas%20marinas%3B>
- Ministerio del Ambiente y Agua, Red de Áreas Marino Costeras del Ecuador. (2020).
- Moises Mug, M. H. (2008). *Informe de avances en experimentos de pesca con artes modificados (2004-2007)*. WWF.
- Mrosovsky, N. (1993). *World's largest aggregation of sea turtles to be jettisoned*.
- Orellana Nirian, P. (05 de 06 de 2020). *Método analítico*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/metodo-analitico.html>
- Pincay Ch., R. (2015). *Protocolo de Monitoreo de Eventos de Anidación de Tortugas Marinas en el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche*. Manta.
- Pincay Ch., R. (2020). *Informe del proyecto “Conservación de tortugas marinas, reducción de las amenazas al hábitad de anidación dentro del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche y su zona de influencia, Manabí – Ecuador, temporada 2019 -2020”*. Manta.
- Pincay, R. (2015). *Informe anual de temporada 2014 – 2015, del proyecto “conservación de tortugas marinas, reducción de las amenazas al hábitad de anidación dentro del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche y su zona de influencia”*. Manabí – Ecuador. Manta.
- Ponce, L. (2012). *Avances del Proyecto de Conservación de Tortugas Marinas; Reducción de las amenazas al hábitad de anidación dentro del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, playas La Botada y San Lorenzo*. Manta.
- Rodríguez, H. (2019). *Monitoreo anidación de tortugas marinas REMACOPSE Temporada 2018 – 2019*. Santa Elena.

- Sandoval, S. (2008). *Pronóstico de la temperatura de los nidos de tortuga golfina (Lepidochelys olivacea) en función de la temperatura ambiente, la profundidad y el calor metabólico*. La Paz: Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar.
- Sarmiento-Ramírez JM, A.-P. E.-U. (2014). Global Distribution of Two Fungal Pathogens Threatening Endangered Sea Turtles. *PLOS ONE* 9.
- SGMC. (2019). *Informe de monitoreo de tortugas marinas en Ecuador continental*. Guayaquil.
- Smith & Smith. (1979). *Synopsis of the herpetofauna of Mexico*. North Bennington.
- Witherington, B. (2000). *Reducción de las Amenazas al Hábitat de Anidación*. En: *Eckert, K., K. Bjorndal, F. Abreu-Grobois y M. Donnelly (Eds.). Técnicas de investigación y manejo para la conservación de tortugas marinas. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE*. Washington D.C.
- Zárate, P. (2007). *Ecuador - Informe Anual (2007). Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas*. Ecuador.

Anexos

Anexo 1.

Figura 14. Ficha de campo para el monitoreo de *Lepidochelys olivacea*

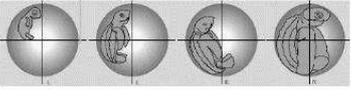
**FICHA DE CAMPO**

**MONITOREO DE ANIDACIÓN DE TORTUGAS MARINAS  
PLAYA SAN LORENZO, MANTA, ECUADOR**

<b>1. NO. DE NIDO O CÓDIGO DE MANEJO</b>																												
1. FECHA (DD / MM / AAAA): <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	5. SECCION DE PLAYA: <input type="text"/>																											
2. HORA INICIO MONITOREO: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	6. HORA FINAL MONITOREO: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>																											
3. CONDICIÓN DE MAREA: a. Pleamar <input type="checkbox"/> b. Bajamar <input type="checkbox"/>	7. CONDICIÓN DE CLIMA: a. Soleado <input type="checkbox"/> c. Nublado <input type="checkbox"/> b. Lluvioso <input type="checkbox"/> d. Nocturno <input type="checkbox"/>																											
4. FASE LUNAR: CC <input type="checkbox"/> CM <input type="checkbox"/> LLL <input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/>	8. CONDICIÓN DE PLAYA: a. Erosión <input type="checkbox"/> b. Acreción <input type="checkbox"/>																											
9. TIPO DE EVENTO REGISTRADO: a. ARRIBADA <input type="checkbox"/> b. NIDO <input type="checkbox"/> c. POSIBLE NIDO <input type="checkbox"/> d. FALSO RASTRO <input type="checkbox"/> e. REUBICACIÓN <input type="checkbox"/>																												
10. ESPECIE: a. GOLFINA <input type="checkbox"/> b. VERDE <input type="checkbox"/> c. LAUD <input type="checkbox"/> d. CAREY <input type="checkbox"/> e. S/D <input type="checkbox"/>																												
* Sección solo para registros de arribadas y marcajes																												
11. ACTIVIDAD EN ARRIBADA a. Emerge <input type="checkbox"/> b. Haciendo cama <input type="checkbox"/> c. Excava cámara <input type="checkbox"/> d. Desove <input type="checkbox"/> e. Cubre cama <input type="checkbox"/>	12. MORFOMETRÍA a. LCC <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> b. LMC <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> c. ACC <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> d. AC <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	13. NÚMERO DE HUEVOS a. Fértil <input type="text"/> <input type="text"/> b. Infértil <input type="text"/> <input type="text"/>	15. PRESENCIA DE MARCA SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>																									
14. HORA PUESTA HUEVOS a. Inicio <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> b. Final <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		16. CODIGO MARCAJE ..... .....																										
* Sección para el registro de nidos, posibles nidos y falso rastros		17. COORDENADAS DE NIDO IN SITU X <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Y <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	18. ZONA UBICACIÓN <input type="text"/> / <input type="text"/>	19. SECCIÓN DE PLAYA a. A (Z. vegetación) <input type="checkbox"/> b. B (Z. centro playa) <input type="checkbox"/> c. C (Z. húmeda) <input type="checkbox"/>	20. CÓDIGO DE MANEJO .....																							
21. HORA AVISTAMIENTO <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	22. ANCHO DE HUELLA (cm) <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	23. TIPO DE HUELLA a. Simétrica <input type="checkbox"/> b. Asimétrica <input type="checkbox"/> c. Sin definir <input type="checkbox"/>	24. TIPO DE MANEJO a. In situ <input type="checkbox"/> b. Reubicado <input type="checkbox"/> c. Vivero <input type="checkbox"/>	25. COORDENADAS REUBICADO X <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Y <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>																								
26. No. DE CUADRANTE <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	27. MUESTREO ALEATORIO DE HUEVOS REUBICADOS (solo en caso de reubicación) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 10%;">DIAMETRO (cm)</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>PESO (gr)</td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>				DIAMETRO (cm)	<input type="text"/>	PESO (gr)	<input type="text"/>																				
DIAMETRO (cm)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																	
PESO (gr)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																	
28. RESPONSABLES _____ _____ _____	29. OBSERVACIONES GENERALES _____ _____ _____																											

**FORMULARIO DE ECLOSIÓN Y EXHUMACIÓN**

1. NO. DE NIDO O CÓDIGO DE MANEJO	
-----------------------------------	--

REGISTROS DE ECLOSIÓN:					
1. FECHA (DD/MM/AAAA):	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	4. PLAYA: _____
2. HORA ECLOSIÓN:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	5. CONDICIÓN DE CLIMA:
3. CONDICIÓN DE MAREA:	a. Pleamar <input type="checkbox"/>	b. Bajamar <input type="checkbox"/>	6. FASE LUNAR:		
4. NÚMERO DE NEONATOS EMERGIDOS		5. NÚMERO DE NEONATOS DEPREDADOS		6. COMPORTAMIENTO DE NEONATOS	
.....		.....		a. Activos <input type="checkbox"/>	
				b. Pasivos <input type="checkbox"/>	
				c. Necesita asistencia <input type="checkbox"/>	
				7. ORIENTACIÓN DE NEONATOS (huellas)	
				a. Oeste <input type="checkbox"/>	
				b. Este <input type="checkbox"/>	
				c. Norte/Sur <input type="checkbox"/>	
8. SE REALIZA BARRIDO DE HUELLAS		9. MUESTREO ALEATORIO – BIOMETRÍA DE NEONATOS			
a. SI <input type="checkbox"/>		b. NO REQUIERE <input type="checkbox"/>			
		LCC			
		ACC			
		PESO (gr)			
10. OBSERVACIÓN: .....					
11. RESPONSABLE: .....					
REGISTROS DE EXHUMACIÓN:					
1. FECHA EXHUMACIÓN:			2. PLAYA: _____		
3. No. NEONATOS DENTRO DEL NIDO VIVOS	4. No. NEONATOS DENTRO DEL NIDO MUERTOS	5. No. TOTAL DE CASCARAS	6. HUEVOS ECLOSIONADOS CON NEONATOS EN PROCESO DE SALIDA - (VIVOS)	7. HUEVOS ECLOSIONADOS CON NEONATOS EN PROCESO DE SALIDA - (MUERTOS)	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
8. ESTADIO EMBRIONARIO	1/4	2/4	3/4	4/4	
9. No. DE HUEVOS CERRADOS SIN EMBRIÓN	10. No. NEONATOS DEFORMES	11. No. APROX DÍAS TRANSCURRIDOS DESDE LA ECLOSIÓN	12. No. HUEVOS DEPREDADOS	13. CAUSA DEPREDACIÓN	14. PERDIDA DE NIDO
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	a. CANGREJOS <input type="checkbox"/>	a. INUNDACIÓN <input type="checkbox"/>
				b. HORMIGAS <input type="checkbox"/>	b. EROSIÓN <input type="checkbox"/>
				c. OTROS <input type="checkbox"/>	c. HONGOS <input type="checkbox"/>
					d. SAQUEO <input type="checkbox"/>
					e. NO APLICA <input type="checkbox"/>
15. OBSERVACIÓN: .....					
16. RESPONSABLE: .....					

## Anexo 2.

**Tabla 10.** Fecha y ubicación geográfica de las nidadas registradas en el periodo 2020 en playa San Lorenzo

Secuencia de nidada	Fecha	Coordenadas UTM WGS8417S	
		X	Y
1	04/01/2020	509836	9882757
2	04/01/2020	510680	9881012
3	12/01/2020	510073	9882239
4	14/01/2020	509919	9882541
5	19/01/2020	509858	9882693
6	23/01/2020	510136	9882102
7	24/01/2020	510069	9882249
8	12/02/2020	510190	9882002
9	20/03/2020	510246	9881873
10	02/06/2020	510239	9881916
11	10/06/2020	510297	9881822
12	10/06/2020	510295	9881803
13	12/06/2020	509839	9882756
14	29/06/2020	510047	9882281
15	29/06/2020	510050	9882301
16	29/06/2020	510156	9882085
17	01/07/2020	510079	9882225
18	02/07/2020	510770	9880892
19	08/07/2020	509925	9882577
20	13/07/2020	509869	9882663
21	15/07/2020	510156	9882079
22	18/07/2020	509927	9882537
23	18/07/2020	510000	9882387
24	18/07/2020	510090	9882201
25	18/07/2020	510092	9882206
26	20/07/2020	509914	9882568
27	20/07/2020	510134	9882128
28	21/07/2020	509951	9882468
29	23/07/2020	509878	9882617
30	29/07/2020	510082	9882331
31	31/07/2020	509943	9882494
32	03/08/2020	509794	9882798
33	03/08/2020	510062	9882268
34	04/08/2020	510576	9881233
35	09/08/2020	510414	9881564
36	12/08/2020	510081	9882222
37	15/08/2020	509858	9882776

Secuencia de nidada	Fecha	Coordenadas UTM WGS8417S	
		X	Y
38	15/08/2020	509795	9882795
39	15/08/2020	509859	9882770
40	15/08/2020	509987	9882439
41	18/08/2020	510052	9882293
42	26/08/2020	510058	9882259
43	27/08/2020	510392	9881593
44	27/08/2020	509934	9882509
45	28/08/2020	510222	9881964
46	05/09/2020	510229	9881910
47	06/09/2020	510050	9882289
48	08/09/2020	510400	9881577
49	08/09/2020	510494	9881398
50	12/09/2020	510276	9881820
51	12/09/2020	510427	9881531
52	12/09/2020	510447	9881481
53	12/09/2020	509958	9882461
54	14/09/2020	509839	9882693
55	15/09/2020	509904	9882601
56	16/09/2020	509958	9882472
57	16/09/2020	509996	9882412
58	23/09/2020	510354	9881674
59	25/09/2020	510478	9881398
60	26/09/2020	510086	9882211
61	27/09/2020	510401	9881576
62	27/09/2020	509902	9882626
63	27/09/2020	509905	9882607
64	27/09/2020	510074	9882232
65	27/09/2020	510209	9881971
66	29/09/2020	510167	9882052
67	30/09/2020	510259	9881868
68	30/09/2020	510085	9882227
69	30/09/2020	510176	9882035
70	01/10/2020	509960	9882517
71	01/10/2020	510158	9882089
72	01/10/2020	510151	9882989
73	01/10/2020	510158	9882086
74	01/10/2020	510219	9881973
75	03/10/2020	510114	9882160
76	04/10/2020	509983	9882385
77	06/10/2020	509812	9882762
78	07/10/2020	509863	9882664
79	08/10/2020	509877	9882614
80	09/10/2020	510434	9881524

Secuencia de nidada	Fecha	Coordenadas UTM WGS8417S	
		X	Y
81	09/10/2020	510156	9882087
82	10/10/2020	510561	9881270
83	10/10/2020	509969	9882241
84	11/10/2020	509780	9882790
85	11/10/2020	509798	9882775
86	11/10/2020	509890	9882584
87	11/10/2020	509934	9882510
88	11/10/2020	510105	9882167
89	11/10/2020	510091	9882196
90	12/10/2020	509814	9882718
91	12/10/2020	510591	9881199
92	12/10/2020	510351	9881672
93	12/10/2020	510105	9882182
94	13/10/2020	509798	9882800
95	13/10/2020	510645	9881066
96	13/10/2020	509913	9882533
97	13/10/2020	509990	9882385
98	16/10/2020	510579	9881213
99	16/10/2020	509965	9882448
100	16/10/2020	510119	9882164
101	17/10/2020	509774	9882783
102	17/10/2020	509885	9882625
103	17/10/2020	509952	9882479
104	18/10/2020	509963	9882453
105	19/10/2020	510057	9882284
106	20/10/2020	509797	9882808
107	20/10/2020	510084	9882224
108	21/10/2020	510070	9882262
109	21/10/2020	510177	9882052
110	22/10/2020	509930	9882671
111	24/10/2020	510036	9882328
112	25/10/2020	509813	9882798
113	25/10/2020	510065	9882240
114	25/10/2020	510089	9882211
115	25/10/2020	510186	9882019
116	26/10/2020	510095	9882191
117	27/10/2020	509799	9882799
118	27/10/2020	510101	9882200
119	28/10/2020	509882	9882667
120	28/10/2020	509939	9882494
121	28/10/2020	510089	9882219
122	28/10/2020	510136	9882117
123	29/10/2020	510414	9881570

Secuencia de nidada	Fecha	Coordenadas UTM WGS8417S	
		X	Y
124	29/10/2020	510468	9881438
125	29/10/2020	509960	9882485
126	29/10/2020	509996	9882418
127	31/10/2020	509956	9882477
128	31/10/2020	510195	9881998
129	01/11/2020	510115	9882151
130	02/11/2020	509914	9882539
131	02/11/2020	509957	9882482
132	02/11/2020	509930	9882494
133	02/11/2020	509937	9882502
134	02/11/2020	510016	9882344
135	02/11/2020	510088	9882211
136	03/11/2020	509946	9882501
137	03/11/2020	509975	9882426
138	03/11/2020	510115	9882155
139	04/11/2020	509866	9882663
140	04/11/2020	510295	9881794
141	04/11/2020	510638	9881115
142	04/11/2020	599596	9882446
143	04/11/2020	510026	9882330
144	04/11/2020	510076	9882239
145	05/11/2020	509929	9882504
146	06/11/2020	510830	9880706
147	07/11/2020	510528	9881348
148	08/11/2020	510298	9881795
149	08/11/2020	510797	9880786
150	09/11/2020	510019	9882342
151	09/11/2020	510086	9882222
152	09/11/2020	510094	9882203
153	09/11/2020	510169	9882044
154	10/11/2020	510523	9881323
155	10/11/2020	509895	9882565
156	10/11/2020	510112	9882161
157	10/11/2020	510134	9882124
158	10/11/2020	510114	9882154
159	11/11/2020	509869	9882653
160	11/11/2020	509994	9882485
161	13/11/2020	509801	9882765
162	13/11/2020	509879	9882659
163	13/11/2020	510727	9881156
164	13/11/2020	509889	9882586
165	13/11/2020	509949	9882532
166	14/11/2020	599567	9882434

Secuencia de nidada	Fecha	Coordenadas UTM WGS8417S	
		X	Y
167	15/11/2020	510230	9881939
168	19/11/2020	509857	9882670
169	21/11/2020	509818	9882777
170	21/11/2020	510265	9881844
171	21/11/2020	510299	9881808
172	21/11/2020	510000	9882387
173	22/11/2020	509848	9882792
174	24/11/2020	509882	9882640
175	25/11/2020	510562	9881282
176	25/11/2020	510036	9882321
177	26/11/2020	510078	9882216
178	27/11/2020	510060	9882253
179	28/11/2020	510204	9881981
180	29/11/2020	509996	9882408
181	03/12/2020	510056	9882270
182	03/12/2020	510181	9882027
183	04/12/2020	509929	9882512
184	05/12/2020	509926	9882562
185	05/12/2020	510114	9882158
186	05/12/2020	510119	9882140
187	06/12/2020	510051	9882277
188	06/12/2020	509926	9882562
189	07/12/2020	510035	9882320
190	08/12/2020	509781	9882802
191	11/12/2020	510159	9882060
192	13/12/2020	510246	9881909
193	18/12/2020	510203	9881976
194	19/12/2020	510674	9881038
195	19/12/2020	510779	9880832
196	21/12/2020	510663	9881009
197	24/12/2020	509915	9882511
198	26/12/2020	509859	9882708
199	28/12/2020	510591	9881188

### Anexo 3.

#### Resumen fotográfico



Registro del desove de tortuga golfina en playa San Lorenzo.



Retorno al mar de tortuga golfina, luego de realizar proceso de desove en playa San Lorenzo.



Nidadas de tortuga golfina protegidas.



Huevos con presencia de hongos, encontrados durante exhumación.



Huevos de nidada afectada por exceso de humedad.



Nidada afectada por saqueo de depredadores naturales.



Nidada afectada por erosión costera generada durante marea de sicigia.



La carga de turistas, representa una amenaza antrópica sobre los procesos de anidación.



Neonato de *Lepidochelys olivacea* atacado por cangrejo de playa durante su recorrido hacia el mar.



La formación de muros de erosión costera, impiden el arribo de tortugas desovantes hasta zonas seguras de la playa.



Clasificación del contenido de una nidada durante la exhumación.



Momento en el que emergen de la arena, neonatos de *Lepidochelys olivacea*.