



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA**

TEMA:

Éxito de eclosión, malformaciones en neonatos de tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) y temperatura en nidos *ex situ* en la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena durante el periodo de noviembre del 2022 a marzo del 2023.

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

BIÓLOGA

AUTORA:

MORALES CALDERÓN MELANNY MISHELL

TUTORA:

JODIE J. DARQUEA ARTEAGA M.SC

La Libertad – Ecuador

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

TEMA:

Éxito de eclosión, malformaciones en neonatos de tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) y temperatura en nidos *ex situ* en la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena durante el periodo de noviembre del 2022 a marzo del 2023.

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGA

AUTORA:

MORALES CALDERÓN MELANNY MISHHELL

TUTORA:

JODIE JÉSSICA DARQUEA ARTEAGA M.SC

La Libertad – Ecuador

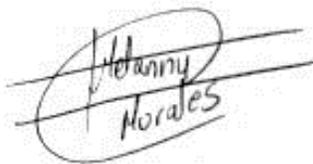
2023

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, Morales Calderón Melanny Mishell expreso bajo juramento que el presente trabajo de integración curricular denominado “**Éxito de eclosión, malformaciones en neonatos de tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) y temperatura en nidos *ex situ* en la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena durante el periodo de noviembre del 2022 a marzo del 2023.**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la facultad de Ciencias del Mar, carrera de Biología, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente a mi autoría.

La responsabilidad por los datos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de integración curricular, corresponden exclusivamente al autor, y el Patrimonio Intelectual de la misma compartido con la Universidad estatal península de Santa Elena y el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature reads "Melanny Morales".

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo:

A Dios por permitirme cumplir una meta más en mi vida y brindarme la fortaleza necesaria para enfrentar todos los obstáculos que se me han presentado durante toda la carrera.

A mi abuela por ser el motor de mi vida, la que siempre estuvo escuchando mis problemas y dándome ánimos para no rendirme.

A mis padres por brindarme el apoyo económico y moral porque aun estando lejos de mi hogar siempre estuvieron presentes.

A mi amigo y compañero de carrera, Blgo. Rommy Cruz ya que con su apoyo logramos superar cada obstáculo a lo largo de nuestra vida estudiantil.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por abrirme las puertas de tan noble institución y darme la oportunidad de ampliar mis conocimientos en el Alma Máter peninsular.

A la Facultad de Ciencias del Mar, Carrera de Biología y sus docentes, que con sus sabias enseñanzas hoy pude ver plasmados esos conocimientos en este trabajo académico.

A mi tutora Blga. Jodie Darquea que con dedicación me ha guiado con sus conocimientos para la elaboración de esta investigación.

A los compañeros que se convirtieron en familia durante todo este periodo académico.

Al INOCAR por la generación de los datos y su aporte al desarrollo de esta investigación científica.

Finalmente, a la Bióloga, Jennifer Montoya, a los guardabosques, personal administrativo y técnico de la REMACOPSE y del MAATE (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica), pues sin su ayuda no hubiera sido posible el desarrollo de este trabajo.

TRIBUNAL DE GRADO



Blgo. Richard Duque Marín, MSc.

DECANO

Facultad de Ciencias del Mar



Ing. Jimmy Villón Moreno, MSc.

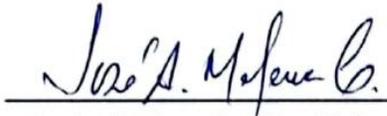
DIRECTOR DE CARRERA

Carrera de Biología



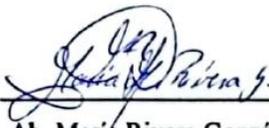
Blga. Jodie Darquea Arteaga, MSc

DOCENTE TUTOR



Ac. José Melena Cevallos, Ph.D.

DOCENTE DE ÁREA



Ab. María Rivera González, Mgt.

SECRETARIA GENERAL

RESUMEN

A partir del 2020 la REMACOPSE optó por el manejo de nidos *ex situ* de tortuga Golfina (*Lepidochelys olivácea*), para asegurar la mayor supervivencia y éxito de eclosión de neonatos, al existir en esta área protegida amenazas como es la presencia de depredadores ferales. Manejo que se encuentra en sus fases iniciales; y donde se ha evidenciado en los nidos *ex situ* malformaciones en los neonatos de Golfina, de las cuales no se conoce directamente las causas que las ocasionan. Por lo que el presente estudio tuvo como objetivo determinar el éxito de emergida y eclosión, malformaciones en neonatos, prevalencia e intensidad y variables ambientales como temperatura y humedad de nidos *ex situ* durante el periodo de noviembre del 2022 a marzo del 2023 en la REMACOPSE. Se registraron un total de 58 nidos y un éxito de emergida del 48.79%, con resultados similares para nidos *in situ* y *ex situ*. El éxito de eclosión general fue del 49.35%, con ligeras diferencias entre los dos tipos de nidos. Se registraron 100 neonatos con malformaciones en los nidos *ex situ*, siendo el caparazón la región más afectada (86%). La malformación más común fue el caparazón atrofiado, seguida de la deformación de la aleta y la desviación del cuello. La mayoría de las malformaciones fueron no letales, con solo una malformación clasificada como letal. El índice de prevalencia fue del 4% y la intensidad de 1.12 malf/org. En cuanto a las variables ambientales, se observaron temperaturas de incubación entre 25.35°C y 35.73°C. La humedad relativa fue alta, con valores de hasta 97.1% en la superficie de la arena y hasta 98.3% en el interior del nido. La conservación de la especie Golfina, es un desafío que involucra el manejo adecuado de nidos *ex situ* y el estudio de las variables ambientales. La detección de malformaciones y la baja tasa de éxito en la emergida destacan la importancia de continuar investigando y aplicar medidas efectivas para asegurar la supervivencia de esta especie.

Palabras clave: *Lepidochelys olivacea*; REMACOPSE; éxito de eclosión; malformaciones; variables ambientales.

ABSTRACT

As of 2020, REMACOPSE opted for the management of ex situ nests of Olive Ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*), to ensure the greatest survival and hatching success of hatchlings, since threats such as the presence of feral predators exist in this protected area. Management that is in its initial phases; and where it has been evidenced in the *ex situ* nests malformations in the hatchlings of Olive Ridley, of which the causes that cause them are not directly known. Therefore, the present study aimed to determine the success of emergence and hatching, malformations in neonates, prevalence and intensity, and environmental variables such as temperature and humidity of ex situ nests during the period from November 2022 to March 2023 in REMACOPSE. A total of 58 nests and an emergence success of 48.79% were recorded, with similar results for in situ and ex situ nests. The general hatching success was 49.35%, with slight differences between the two types of nests. 100 hatchlings with malformations were recorded in ex situ nests, with the carapace being the most affected region (86%). The most common malformation was atrophied carapace, followed by fin deformation and neck deviation. Most malformations were non-lethal, with only one malformation classified as lethal. The prevalence rate was 4% and the intensity 1.12 malf/org. Regarding the environmental variables, incubation temperatures between 25.35°C and 35.73°C were observed. Relative humidity was high, with values up to 97.1% on the sand surface and up to 98.3% inside the nest. The conservation of the Olive Ridley species is a challenge that involves the proper management of ex situ nests and the study of environmental variables. The detection of malformations and the low success rate in the emergence highlight the importance of continuing research and applying effective measures to ensure the survival of this species.

Keywords: *Lepidochelys olivacea*; REMACOPSE; Hatching success; Malformations; Environmental variables.

GLOSARIO

Filopatría. - Tendencia de un animal a permanecer cerca de su lugar de nacimiento o a volver al mismo para reproducirse o nidificar.

Quifosis. - es una malformación en la columna vertebral que puede causar una curvatura o deformidad en forma de "J" o "S".

Factores intrínsecos. - son aquellos que vienen determinados nuestros genes y, por lo tanto, no puede modificarse.

Factores extrínsecos. - se asocian a las condiciones ambientales, como la temperatura, la humedad y la tensión de oxígeno y dióxido de carbono.

Malformaciones. - son consecuencia de problemas que ocurren durante el desarrollo embrionario previo a la eclosión.

Eclosión. - Acción de nacer o brotar un ser vivo después de romper la envoltura (huevo, capullo, etc.) que lo contenía.

Embriogénesis. - La formación y desarrollo del embrión.

Plastrón. - es la estructura aplanada que conforma la parte ventral del caparazón de las tortugas.

ABREVIATURAS

REMACOPSE: Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena.

MAATE: Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

CDB: Convenio sobre la Diversidad Biológica.

CMS: Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres.

CIT: Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.

CPPS: Comisión Permanente del Pacífico Sur.

CIAT: Comisión Interamericana del Atún Tropical.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

TSD: Determinación del sexo dependiente de la temperatura.

NHH: Nidos hechos por el hombre.

NN: Nidos naturales.

SDA: Sin desarrollo aparente.

INOCAR: Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VII
2. INTRODUCCIÓN	1
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
4. JUSTIFICACIÓN	7
5. OBJETIVOS	8
5.1. OBJETIVO GENERAL	8
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
6. HIPÓTESIS	9
7. MARCO TEÓRICO	10
7.1. Poblacionales de tortugas marinas	10
7.2. Taxonomía y abundancia de la tortuga Golfina	11
7.3. Salvaguarda de los huevos, una medida de conservación.	15
7.3.1. Tasas de eclosión y emergencia de las crías.	16
7.3.2. Aumento del riesgo de deformidad embrionaria.....	18
7.3.3. Ambiente de incubación empobrecido.....	18
7.4. Hábitat de la tortuga Golfina (<i>Lepidochelys olivacea</i>).	21
7.5. Reproducción sexual de la tortuga Golfina (<i>Lepidochelys olivacea</i>).	22
7.6. Tipo de anidación de la tortuga Golfina (<i>Lepidochelys olivacea</i>).	23
7.7. Fase reproductiva de la tortuga Golfina (<i>Lepidochelys olivacea</i>).	24
7.8. Factores que intervienen en la incubación de las tortugas marinas.....	24
7.8.1. Temperatura	25

7.8.2.	Humedad	27
7.9.	Marco legal.....	28
7.9.1.	Tratados Internacionales	28
7.9.2.	Normativas nacionales	29
8.	MARCO METODOLÓGICO.....	33
8.1.	Área de estudio	33
8.2.	Metodología.....	34
8.2.1.	Diseño de la investigación	34
8.2.2.	Permiso de investigación.....	35
8.3.	Fase de campo	35
8.3.1.	Duración de la investigación y monitoreos.....	35
8.4.	Éxito de emergida y eclosión	40
8.4.2.	Éxito de eclosión	42
8.5.	Descripción de malformaciones e índice de prevalencia e intensidad	43
8.5.1.	Malformaciones.....	43
8.5.2.	Índice de prevalencia.....	44
8.5.3.	Índice de intensidad.....	44
8.6.	Análisis de las variables temperatura ambiental y humedad relativa de los nidos <i>ex situ</i>	45
8.6.1.	Temperatura	45
8.6.2.	Humedad	46
9.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	46
9.1.	Desarrollo embrionario.....	47

9.1.1.	Éxito de emergida	48
9.1.2.	Éxito de eclosión.....	49
9.2.	Malformaciones, índices de prevalencia e intensidad y periodo de incubación	50
9.2.1.	Malformaciones.....	50
9.2.2.	Índice de prevalencia e intensidad	53
9.3.	Variables de temperatura y humedad ambiental de los nidos <i>ex situ</i>	55
9.3.1.	Temperatura de los nidos <i>ex situ</i> (data logger)	55
9.3.2.	Temperatura	57
9.3.3.	Humedad	59
10.	DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
10.1.	Discusiones	61
10.2.	Conclusiones	64
10.3.	Recomendaciones	65
11.	BIBLIOGRAFÍA	67
12.	ANEXOS	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tortuga Golfina (<i>Lepidochelys olivacea</i>).....	13
Figura 2. Localización de las playas: A (Tres Cruces), B (Punta Blanca), C (Mar Bravo), y vivero de nidos ex situ.	34
Figura 3. Disposición de los nidos en el vivero.	38
Figura 4. Huevos con desarrollo aparente.....	41
Figura 5. Ubicación de los nidos de tortuga Golfina previo a la reubicación.....	46
Figura 6. Estados de desarrollo durante el periodo de incubación, S.D.A (Sin desarrollo aparente), I, II, III, IV (Huevos con desarrollo aparente)	47
Figura 7. Comparación de porcentajes entre nidos ex situ y nidos in situ en cuanto a emergida.....	48
Figura 8. Comparación de porcentajes entre nidos ex situ y nidos in situ en cuanto a eclosión.	49
Figura 9. Porcentajes de las categorías de malformaciones encontrados en los neonatos de <i>Lepidochelys olivacea</i>	52
Figura 10. Periodo de incubación por rangos, en relación con la temperatura ambiental y humedad relativa	54
Figura 11. Variación de la temperatura por semana del nido 10 y del nido 30, con data logger.....	56
Figura 12. Variabilidad de la temperatura del nido, temperatura superficial de la arena y temperatura ambiental.	57

Figura 13. Variabilidad de la humedad superficial de la arena, humedad a la profundidad del nido y humedad ambiental en <i>Lepidochelys olivacea</i>	59
Figura 14. Reubicación de nido encontrado en playa tres cruces.	80
Figura 15. Nido de tortuga Golfina no reubicado en la playa de punta brava.	80
Figura 16. Reubicación y manejo de nidos en el vivero.	81
Figura 17. Reubicación de nidos en monitoreo nocturno.	81
Figura 18. Transporte de nidos.	82
Figura 19. Huevo fértil de <i>Lepidochelys olivacea</i>	82
Figura 20. Huevo infértil de <i>Lepidochelys olivacea</i>	83
Figura 21. Huevo con deformidad.	83
Figura 22. Exhumación de nidos en el vivero.	84
Figura 23. Neonato muerto de <i>L. olivacea</i> con presencia de larvas.	84
Figura 24. Huevo de <i>L. olivacea</i> con presencia de bacterias.	85
Figura 25. Huella de tortuga Golfina (<i>L. olivacea</i>).	85
Figura 26. Embrión de <i>L. olivacea</i> en fase I de desarrollo.	86
Figura 27. Embrión de <i>L. olivacea</i> en fase II de desarrollo.	86
Figura 28. Embrión de <i>L. olivacea</i> en fase III de desarrollo.	87
Figura 29. Embrión de <i>L. olivacea</i> en fase IV de desarrollo.	87
Figura 30. Neonato de tortuga Golfina con múltiples malformaciones.	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Información por cada nido reubicado en el vivero.....	39
Tabla 2. Descripción del nivel de severidad de las malformaciones.....	43
Tabla 3. Descripción de malformaciones por región anatómica y nivel de severidad.	50
Tabla 4. Promedios de temperatura ambiental y humedad relativa por rango en periodos de incubación.....	54
Tabla 5. Valores máximos, mínimos y promedio de las temperaturas en los nidos con data logger de <i>Lepidochelys olivacea</i>	56
Tabla 6. Información de la variabilidad en la temperatura ambiental, de la superficie de la arena, y de los nidos.....	58
Tabla 7. Información de la variabilidad de la Humedad.	60
Tabla 8. Valores de desarrollo embrionario.	72
Tabla 9. Porcentajes de actividad de los embriones encontrados en los huevos no eclosionados.....	74
Tabla 10. Tabla general de nidos ex situ.....	75
Tabla 11. Tabla general de nidos in situ.	76
Tabla 12. Valores para cálculo de éxito de emergida.	77
Tabla 13. Valores para cálculo del éxito de eclosión.....	77
Tabla 14. Cálculo de prevalencia e intensidad.....	78
Tabla 15. Valores de malformaciones ex situ.	78
Tabla 16. Ficha para la recolección de datos.	88

2. INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas pueden adaptarse a ecosistemas totalmente distintos para garantizar su supervivencia, dependiendo de las diferentes fases de desarrollo en las que se encuentren. Siendo el mar donde habitan la mayor parte del tiempo y en el cual las tortugas marinas se desarrollan, crecen y se alimentan. Una vez alcanzada la madurez sexual, las tortugas marinas tienden a migrar hacia las zonas de apareamiento, luego de lo cual las hembras arriban a las playas donde nacieron (esta característica es conocida como “filopatría”) para el desove, creando nidos donde depositan los huevos (Eckert, 2001).

Posterior al desove las tortugas marinas regresan al mar, a partir de aquí el tiempo de incubación de los huevos es de 55 a 60 días. Durante este proceso (embriogénesis), los huevos se ven expuestos a factores tanto intrínsecos (genéticos y fisiológicos) y extrínsecos (ambientales, físicos y químicos) que inciden las posibilidades de un desarrollo adecuado, lo que podría reducir la supervivencia de las crías (Moustakas-Verho *et al.*, 2014). Además, de otros factores contaminantes como es la presencia de agentes microscópicos, por ejemplo: los virus y las bacterias, que causan diversos daños (Rojas & Walker, 2012).

Entre los factores intrínsecos genéticos, se ha encontrado el albinismo, que es un trastorno que afecta la producción de melanina. Los individuos con esta condición resultan en la despigmentación reducida o ausente en su caparazón y extremidades. Estas alteraciones genéticas pueden ser resultado de mutaciones espontáneas o de factores hereditarios (Bárceñas Ibarra & Maldonado Gasca, 2009). De igual forma, entre los factores intrínsecos fisiológicos, se encuentra la quifosis, condición que impide a futuro la movilidad y el desarrollo normal de la tortuga.

Sumado a esto, los embriones son vulnerables a cualquier cambio estacional como por ejemplo el incremento de la temperatura. Rafferty & Reina, (2014) mencionan que después de la ovoposición, el proceso de desarrollo de los embriones de tortuga es significativamente afectado, especialmente por la temperatura debido a la fuerte influencia en el desarrollo embrionario, para la determinación de sexo y el éxito de eclosión.

Contreras-Mérida & Morales-Mérida, (2021) en un estudio realizado con neonatos de *Lepidochelys olivacea* en Guatemala, detallan que el rango de incubación a temperaturas extremas máximas (de hasta 35-36 °C) y bajas extremas (de menos 26°C) los tortuguillos presentaron asimetría alta en los caparazones de los neonatos, y los valores superiores a 35°C o menores a los 23°C resultaron mortales para los organismos y en otros casos resultaron perjudicaron altamente el desarrollo (Guevara Navarro & Montano Gómez, 2020).

En cuanto a Garduño & Cervantes, (1996) otro factor ambiental consecuente es la humedad, su falta o exceso tiene efectos sobre los nidos y los neonatos. La falta de humedad causa deshidratación en los huevos, lo que provoca que los embriones se sequen y deterioren. Además, de alterar el equilibrio hídrico interno, lo que resulta en efectos negativos en su estructura y funcionalidad (Garduño, 2021). Por otro lado, el exceso de humedad puede conducir a problemas como la putrefacción de los huevos, el crecimiento de hongos y la reducción de la disponibilidad de oxígeno en el interior del nido (López, 2002).

Por otro lado Contreras-Mérida & Morales-Mérida,(2021), indican que un buen porcentaje de humedad (14%), beneficia el intercambio de gases en la cámara y ayuda a que la arena se mantenga y no se derrumbe (Sandoval, 2017). Por eso, cualquier alteración en la temperatura y en la humedad pueden repercutir negativamente en el embrión y ser responsable de la aparición de malformaciones o impedimentos del desarrollo.

Rojas y Walker (2012), mencionan que factores que causan malformaciones también son los virus y bacterias; los virus al incorporar material genético en el genoma del embrión, generan problemas durante síntesis de proteínas, lo que ocasiona un

desequilibrio de proteínas en el embrión; Y, las bacterias, por su parte, se incorporan durante la organogénesis, causando daños muy graves a los órganos internos del embrión, por ejemplo, que no se desarrollen por completo.

La Tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*), es catalogada entre las tortugas marinas más importantes en la actualidad debido a su abundancia (Márquez, 2008) y también se considera la especie que más anida en el Ecuador continental, siendo la Reserva de Producción Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE) del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) (Ministerio del Ambiente y Agua, 2020) uno de los sitios de anidación de esta especie, teniendo los picos más alto de arribada entre los meses de agosto a noviembre y en los cuales se ha registrado un promedio anual de 50 o más nidos por temporada, liberando aproximadamente mil neonatos durante los últimos 5 años (Inter-American Sea Turtle Convention, s. f.).

A pesar de ser un área de protección y conservación, las amenazas para la tortuga Golfina están presentes, principalmente, como es la presencia de perros ferales, que están en el área en busca de alimento y agreden a especies vulnerables. Esto ha llevado a tomar medidas de prevención para evitar la depredación de los nidos, como es la implementación del manejo de nidos *ex situ*. Delimitando un área de la playa para la reubicación de los nidos, con la finalidad de preservar la especie y

evitar pérdidas (Didiher Chacón, 2007). Donde se tratan de simular las condiciones ambientales de los nidos, por lo que es importante determinar para este estudio, el éxito reproductivo en el manejo de los nidos *ex situ*, y analizar los tipos de malformación en neonatos de *L. olivacea* de nidos relocados tomando en cuenta la intensidad y prevalencia de las malformaciones.

Bárcenas-Ibarra y Maldonado (2009) y Camacho-Muñoz (2018), mencionan que la tortuga Golfina (*L. olivacea*), a comparación de otras especies de tortugas marinas estudiadas, han presentado un bajo índice de prevalencia e intensidad por organismo, cabe recalcar que aún se desconoce los índices “normales” de prevalencia e intensidad de malformaciones en tortugas marinas, sin embargo, estas no sobrepasan el 7% en cuanto a prevalencia y a 5 malformaciones por organismo en intensidad.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A partir del 2020 la REMACOPSE optó por la implementación de un nuevo método de protección y conservación para los huevos de tortugas marinas. Método utilizado por otros países como lo es Costa Rica, México y Chile, el cual consiste en el manejo de nidos *ex situ*, que tiene como objetivo asegurar la mayor supervivencia y éxito de eclosión de neonatos. El uso de este método se recomienda solo cuando hay actividades antropogénicas o las condiciones naturales del ambiente representan una amenaza para los nidos en las playas. (MAATE, 2021).

Al existir en esta área protegida amenazas como es la presencia de depredadores ferales se desarrolla este método de protección, el cual se encuentra en sus fases iniciales; y donde se ha evidenciado por observaciones directas en los nidos *ex situ* malformaciones en los neonatos de Golfina, de las cuales no se conoce directamente las causas que las ocasionan. Por lo que, determinar el tipo de malformaciones en los neonatos de los nidos *ex situ* y recopilar datos de las variables ambientales como la temperatura y humedad, parámetros claves en el desarrollo embriogénico y neonatal en tortugas, permitirá analizar cómo estos factores varían dentro del proceso de desarrollo y eclosión de los nidos *ex situ* de la tortuga Golfina.

4. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo proporciona información relevante de la categorización y descripción de las malformaciones que se presenten en los neonatos de Golfina de nidos *ex situ*, y se determinará mediante el índice de prevalencia que tan letales o no se presentan las malformaciones y como afectarían a largo plazo en el desarrollo de esta especie. Esto ayudará también a futuro en estudios relacionados con la salud de la población de tortugas marinas.

Además, se describirá las variables ambientales como temperatura y humedad, lo que permitirá registrar la variación de estos parámetros a lo largo del proceso de incubación de los huevos, para el establecimiento un mejor manejo de los nidos reubicados.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el éxito de eclosión, malformaciones en neonatos de *Lepidochelys olivacea* y temperatura de nidos *ex situ* mediante monitoreos y observación directa en la REMACOPSE durante el periodo de noviembre del 2022 a marzo del 2023.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el éxito de emergencia y eclosión que presentan los neonatos de Golfina mediante exhumación de los nidos *ex situ*.
- Establecer el índice de prevalencia en cuanto a malformaciones observadas en neonatos de *Lepidochelys olivacea*, describiendo como estas afectarían el desarrollo a largo plazo.
- Analizar las variables ambientales (temperatura y humedad) durante el tiempo de estudio en los nidos *ex situ*.

6. HIPÓTESIS

H₀: En el periodo de estudio de noviembre del 2022 a marzo del 2023, existieron malformaciones en neonatos y variabilidad de los parámetros ambientales en nidos *ex situ* de tortuga Golfina.

H₁: En el periodo de estudio de noviembre del 2022 a marzo del 2023, no existieron malformaciones en neonatos y variabilidad de los parámetros ambientales en nidos *ex situ* de tortuga Golfina.

CAPÍTULO 1

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Poblacionales de tortugas marinas

Actualmente, las poblaciones de varias especies de tortugas marinas están disminuyendo (Didiher Chacón, 2007). reduciendo en gran medida la capacidad de estas especies de desarrollarse debido a la contaminación y de anidar por la intervención antropogénica que reduce las zonas de anidación, por lo que mayor parte de sus poblaciones están llegando a niveles críticos (MAATE, 2021).

Los estudios estiman la disminución de más del 97% (reportando un poco más de 15.000 nidos en 1988 a menos de 1.500 nidos en el 2009) de la población anidadora de la tortuga Laúd (*D. coriacea*) del Océano Pacífico Oriental (Wallace *et al.*, 2019), por lo que esta especie ha sido categorizada en Peligro Crítico de extinción en esta región.

Por otra parte, la población de tortuga Laúd al Noroeste del Océano Atlántico ha mostrado algunos signos de recuperación (reportando 42.158 nidos durante la década de los 70's a 52.842 nidos para el 2010) y es considerada en Preocupación

Menor por la lista roja de la UICN (Tiwari *et al.*, 2018). En suma, a nivel global la tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*) está clasificada como Vulnerable según *la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN* en 2008. (Abreu-Grobois, 2008).

La población contemporánea de tortuga Carey (*E. imbricata*) anidadora del Océano Pacífico Oriental ha mostrado una reducción significativa, reportando 27 nidos en el 2007 a 3.508 nidos para el 2016 (Gaos *et al.*, 2017). En el 2007, esta población reflejaba una pequeña fracción (2.9%) respecto de la población histórica (Gaos *et al.*, 2010). Actualmente, la especie es inestable y aún dependiente de la protección en las áreas mencionadas (Gaos *et al.*, 2017).

7.2. Taxonomía y abundancia de la tortuga Golfina

Las tortugas Golfinas pertenecen a la Clase Sauropsida, del Orden Testudines, de la familia Cheloniidae, del género *Lepidochelys*, propuesto en Fitzinger, 1843 (Alvarado y Delgado, 2004).

L. olivacea o comúnmente llamada tortuga Golfina, es la más pequeña de las tortugas marinas. Una tortuga adulta pesa menos de 50 kg y el caparazón en los juveniles es liso pero elevado, algunos son tectónicos (en forma carpa), con un

caparazón ligeramente superpuesto.

En adultos y juveniles, la cabeza constituye aproximadamente el 20 % de la longitud, mientras que los juveniles tienen una proporción mayor del 39 %. En total, la cabeza tiene dos pares de escamas frontales, mientras que el caparazón tiene cinco escamas centrales, cinco o más pares de escamas laterales y 12 pares de escamas marginales. La aleta con una o dos garras distintas en el margen anterior y, a veces, con una garra pequeña en el extremo distal. Cada aleta caudal también tiene dos garras. (Figura. 1)

Los adultos son verde oliva dorsalmente, mientras que el plastrón es blanco amarillento. Los juveniles son completamente negros, pero después de unos 10 meses, la espalda es gris, el plastrón se vuelve casi blanco y hay un pequeño orificio distintivo en el borde de cada una de las cuatro escápulas marginales inferiores. (Eckert y Eckert, 1990).

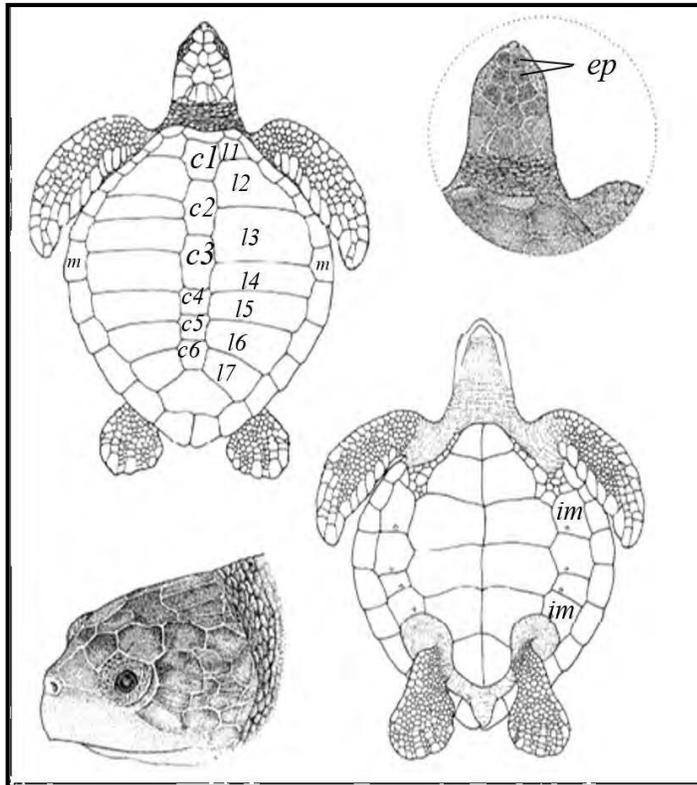


Figura 1. Tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*).
Fuente: Ecker, (1990).

En adultos el caparazón de esta especie es corta y ancha, muy estrecha y alta; 5-9 pares de discos costales, a menudo en una configuración asimétrica; Longitud del caparazón (LC) 72 cm. Cabeza: relativamente grande, triangular vista desde arriba; 13 cm de ancho; dos pares de protectores frontales. Extremidades: dos garras en cada aleta (algunos adultos pueden perder la segunda garra en la aleta delantera). Color: verde oliva en el dorso, amarillo en el envés (plastrón). Plastrón: debajo del escudo (im) hay cuatro crestas. Distribución: aguas tropicales de los océanos Pacífico, Índico y Atlántico. Peso: de 35 a 50 kg.

Esta especie habita en aguas tropicales del Pacífico y el Atlántico Central. En el Pacífico Mexicano las colonias anidadoras más grandes han sido registradas en los estados de Oaxaca (La Escobilla, Morro Ayutla y Chacahua), Guerrero (Piedra Tlacoyunque) y Jalisco (Mismaloya- La Gloria). Los rescates son menos comunes en las playas de Baja California Sur y Colima. En el caso de Michoacán, también hay una gran afluencia de hembras, destacando la alta concentración de nidos en Playa Ixtapilla desde 2001, con aproximadamente 1.300 nidadas protegidas cada temporada. (Alvarado y Delgado, 2019).

Las tortugas marinas son organismos de vida longeva y de crecimiento lento que usan una variedad de hábitats a lo largo de su vida. A pesar de estas limitaciones, actualmente se sabe que las poblaciones de *L. olivacea* en todo el mundo se encuentran en la categoría vulnerable (Abreu-Grobois, 2008), demostrándose que en el Pacífico oriental se está recuperando (Wallace *et al.*, 2018), particularmente debido a la prohibición de la comercialización de productos de tortugas marinas y la reducción de la captura incidental (Sykora-Bodie *et al.*, 2017).

Aunque esta misma especie en el Noroeste del Océano Índico, se encuentra en alto riesgo y amenaza a (Wallace *et al.*, 2016). Los conteos de desoves para esta región han mostrado drásticos decrementos para Malasia (de 250.000 desoves en 1980 a poco menos de 1.000 para el año 2000), Myanmar (de 1.5 millones de desoves

anuales en 1910 a poco menos de 0.1 millón para el 2000) y Tailandia (de 300 nidos en los 80's a 30 nidos para los 90's) (Shanker, 2018).

7.3.Salvaguarda de los huevos, una medida de conservación.

Hay muchos enfoques destinados a fomentar la recuperación de las poblaciones de tortugas marinas mermadas, pero los más comunes son:

- Preservación del hábitat
- Protección de las hembras grávidas durante la anidación
- Mitigación de la captura incidental
- Intensificación de campañas de concienciación pública
- La salvaguarda de los huevos, mediante su reubicación a viveros

La implementación de los viveros son una herramienta importante para la conservación de las poblaciones de tortugas marinas en todo el mundo y se han practicado durante décadas. La incubación de huevos en NHH (Nidos hechos por el hombre) se lleva a cabo en sustrato natural (arena) y condiciones de luz, pero con requisitos mínimos de construcción y personal (Vargas, Efectos de la exposición crónica al estrés asociados a la incubación de huevos hechos por el hombre y a la retención de neonatos de tortuga golfina, 2018). Sin embargo, se han documentado algunos efectos adversos de la recuperación de incubación de huevos en la incubadora NHH, que incluyen:

7.3.1. Tasas de eclosión y emergencia de las crías.

Entre 1961 y 1980 en Malasia, se logró que el cociente general de la tasa de eclosión para la tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) fuera del 51.6 % para los nidos “*ex situ*” (NHH), mientras que se alcanzó un 65% para los nidos “*in situ*” (NN) (Siow, 1981; Siow y Moll, 1982). En Puerto Rico, la tasa de eclosión “*in situ*” promedio de tortuga Laúd fue del 72% (Tucker y Hall, 1984). Eckert y Eckert (1990) establecieron una proporción consistentemente mayor de huevos eclosionados y neonatos muertos en los NHH del vivero, así como la reducción en la tasa de eclosión, en comparación con los NN (53.7% frente a 64.1%, respectivamente). De modo parecido la tasa de eclosión fue reducida a un 20% en las nidadas “*ex situ*” de *Chelonia mydas* (Pintus *et al.*, 2009) y de *Eretmochelys imbricata* (Garduño-Andrade y Cervantes, 1996).

Cuando el huevo permanece inmóvil después de la puesta, la yema se posiciona en la parte superior. Esta orientación puede ser crítica para la supervivencia del embrión en desarrollo. La sensibilidad de los embriones a la rotación y agitación provocada por la manipulación humana puede ocasionar la ruptura de la membrana que se desarrolla entre las 36 horas y posterior en un tercio del período de incubación (17 a 34 días) (Chan *et al.*, 1985), debido a que impide la unión de la

membrana embrionaria a la cáscara del huevo, deteniendo así el desarrollo, (Limpus *et al.*, 1979; Parmenter, 1980).

La diferenciación sexual de todas las especies de tortugas marinas está determinada por la temperatura de incubación (Mrosovsky y Yntema, 1980; Morreale *et al.*, 1982; McCoy *et al.*, 1983), un fenómeno conocido como determinación del sexo dependiente de la temperatura (TSD). Las temperaturas de incubación más bajas producen crías predominantemente machos, mientras que las temperaturas más altas producen crías predominantemente hembras (Ewert *et al.*, 1994). Sin embargo, a cierta temperatura llamada temperatura crítica alrededor de 29°C, se obtiene una proporción de sexos de 1:1 (Mrosovsky, 1994). El rango de temperatura de incubación de ambos sexos, también conocido como rango de temperatura de transición (TRT), es generalmente estrecho (2 a 3 °C) en las tortugas marinas. El período termosensible de determinación del sexo ocurre durante el tercer período (17 a 34 días) de incubación del embrión (Mrosovsky e Yntema, 1982). Con esto en mente, se sabe que se genera progresivamente más calor metabólico en el nido durante el desarrollo embrionario (Godfrey y Mrosovsky, 1997). Dependiendo de su intensidad y momento, el calor puede influir en la determinación sexual de estas especies (Godfrey y Mrosovsky, 1997).

7.3.2. Aumento del riesgo de deformidad embrionaria.

Diversos estudios han reportado que el manejo de los huevos durante la fase de desarrollo embrionario genera tanto una menor masa corporal como variaciones en el número de los escudos de *L. olivacea* (Hill, 1971; Mast y Carr, 1989), *C. mydas* (Sonmez *et al.*, 2011) y *C. caretta* (Turkozán *et al.*, 2013). Además, las crías de *C. mydas* provenientes de NHH presentaron extremidades anteriores más pequeñas y menor longitud corporal respecto de las crías de los NN (Sonmez *et al.*, 2011). Por tanto, la incubación en NHH pueden tener un efecto negativo sobre el tamaño y morfología de las crías reduciendo su capacidad de realizar adecuadamente el desplazamiento en tierra y en mar. (Hill, 1971, Whitmore y Dutton, 1985; Sonmez *et al.*, 2011).

7.3.3. Ambiente de incubación empobrecido.

Como se mencionó anteriormente, en la investigación realizada por Vargas (2018), en la ciudad de Morelia, Michoacán, las temperaturas de incubación en el segundo y tercer tercio del período (entre los días 21 y 42) de NHH (Nidos hechos por el hombre) fueron más altas que las registradas en NN (Nidos naturales). Además, se informó el porcentaje de contenido de humedad de NHH ($40 \pm 7,6$ %) en comparación con NN ($46,6 \pm 8,55$ %). Por el contrario, en cuanto a porcentaje de

arena se encontró una mayor proporción de granos de arena fina (53 %) en NHH, mientras que los granos de arena más grandes tendieron a encontrarse en NN (59 %, escala de Wentworth), esto porque los granos de arena más grandes aseguran una mejor distribución del oxígeno entre el espacio intersticial y el embrión (Arzola-González, 2007). En general, los parámetros encontrados en NHH contribuyeron de manera positiva para una eclosión más rápida ($53 \pm 0,8$ días), al contrario de los NN que tardaron aproximadamente 2 días de diferencia (57 ± 1.0 días) (De Gregorio y Southwood, 2011).

También se ha documentado la presencia de hongos y bacterias en huevos de tortuga al momento de sus arribadas (Bézy *et al.*, 2014); En un estudio realizado por Patiño, Quiñones, Abella, Muriel y Uribeondo (2011), en huevos de tortuga laúd en Colombia se observó que en los huevos expuestos a sustratos de incubación previamente utilizados, especialmente en la primera mitad del desarrollo embrionario, se encontraron microorganismos como: *Fusarium solani*, *F. oxiporum*, *Acinetobacter lwoffii*, *A. baumannii*, *Bordetella bronchiseptica*, *Brevundimonas vesicularis* and, *Corinebacterium aquaticum* y *Pseudomonas stutzeri*). Para este caso, se produjeron neonatos más pequeños y/o más livianos que los controles y tenían un mayor riesgo de infección.

Así también, como se mencionó anteriormente, la alta densidad de nidos (Shanker *et al.*, 2003; Ozdemir y Turkozan, 2006) afecta la calidad del sustrato de

reproducción, incluido el aumento de materia orgánica y microorganismos en la arena.

Otras prácticas frecuentes en los viveros son: La retención de las crías emergentes durante varias horas (Hewavisenthi, 2001), lo cual puede provocar lesiones o también letargo para comportarse frenéticamente al entrar al mar. De hecho, se ha reportado que la movilidad disminuyó progresivamente cuando las crías se retuvieron en el criadero durante 1, 3 y 6 horas después de la emergida (Van de Merwe *et al.*, 2013; Dunbar *et al.*, 2015). Este letargo se opone a su comportamiento natural, conocido como "frenesí natatorio", que comienza en la eclosión y se extiende hasta la emergida del nido y dura alrededor de un día más cuando llegan a mar abierto. Las crías usan esta táctica para permitirles la movilidad desde el nido hacia el mar lo que reduce mucho la probabilidad de depredación.

En conclusión, aunque la reubicación en NHH es una medida de conservación importante, tiene varias consecuencias negativas que pueden afectar la viabilidad de los neonatos, porque pueden exponerlos a diversas variables tanto naturales como antropogénicas (Chan *et al.*, 1985; Van de Merwe *et al.*, 2013), ocasionándoles eventualmente una exposición crónica al estrés y lesiones.

7.4. Hábitat de la tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*).

La especie se encuentra ampliamente distribuida en aguas templadas y tropicales de los océanos Pacífico, Índico y Atlántico (Pritchard, 1969; Pitmann, 1990; Spotila, 2004). Sin embargo, varios estudios han demostrado que fenómenos climáticos como “El Niño” pueden influir en su distribución, como es la ocurrencia de esta especie en Alaska, Nueva Zelanda y Chile (Plotkin, 1994; Spotila, 2004). En el Pacífico Oriental Tropical (POT) se presenta desde el sur de California, México hasta el norte de Perú (Márquez-Millán, 1990). *Lepidochelys olivacea* migran largas distancias y también son nómadas, es decir, nadan constantemente sin ser fieles a un hábitat de alimentación específico por lo que se desarrollan varios territorios (Plotkin, 2010).

El género *Lepidochelys* posee mandíbulas fuertes y picos gruesos que son buenos para triturar alimentos sólidos. En cuanto a la especie *L. olivacea*, solo se conocen hábitos de subadultos y adultos (Márquez-Millán, 1996), como, por ejemplo: prefieren forrajear cerca de arroyos y estuarios con alta riqueza biológica (Reichart, 1993). Se alimenta de una variedad de organismos bentónicos, tales como: peces, crustáceos, moluscos, medusas, calamares, marsupiales, langostas, algas, salpas, lubinas, musgos, y de manglares. (Colman *et al.* 2014; Behera *et al.* 2015).

7.5.Reproducción sexual de la tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*).

Esta especie alcanza la madurez sexual entre los 10 y 18 años (Zug *et al.*, 2006) y es reproductivamente activa durante al menos 21 años (Pandav y Kar, 2000). La capacidad reproductiva puede depender de muchos factores endógenos (genética, edad, tamaño corporal, salud y condición e historial reproductivo) y exógenos (distancia de migración, amplitud del área de alimentación y calidad del área de alimentación) (Lutz *et al.*, 2003).

A diferencia de la mayoría de las especies de tortugas que buscan zonas específicas de alimentación, *L. olivacea* utiliza una variedad de sitios de alimentación antes de viajar a sus áreas de reproducción (Plotkin, 1994). En la costa del Pacífico de México, los lugares de desove de la especie se extienden desde la costa de Baja California Sur hasta la costa de Chiapas (Peñaflores y Nataren, 1989), y el período de anidación es de julio a noviembre. La mayor arribada ocurre en agosto y septiembre, que coincide con la estación más húmeda del año (Casas-Andreu 1978).

Las tortugas marinas son organismos heterosexuales con fecundación interna, se aparean en el mar y su ciclo reproductivo está regulado por el estado fisiológico y los cambios ambientales. Estos ciclos son diurnos, es decir, se repiten cada año,

cada dos años, cada tres años, o se vuelven irregulares en ocasiones especiales; el componente decenal (Márquez-Millán, 1996).

El período de reproducción en una temporada, llamado intervalo de anidación es el número de días entre eventos de anidación sucesivos, mientras que el intervalo de migración es el tiempo que se tarda en regresar a la playa para anidar entre temporadas de anidación sucesivas, las cuales están reguladas por factores ambientales (Carr y Carr, 1970; Broderick *et al.* 2001; Tripathy y Pandav, 2008; Matos *et al.* 2012).

7.6. Tipo de anidación de la tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*).

Por otro lado, esta especie tiene dos tipos de actividad reproductiva, 1) Tipo arribada (raro), donde cientos a miles de hembras se reproducen sincrónicamente en noches consecutivas (Miller, 1997; Valverde *et al.*, 2012); 2) Tipo solitario formado por pequeños grupos de hembras que se reproducen de forma asincrónica y se encuentran dispersas a lo largo de la playa (Kalb, 1999). Este tipo de anidación tiene un mejor éxito de eclosión y por tanto un mayor reclutamiento poblacional (García-Romero *et al.* 2007; Dornfeld *et al.* 2015). Porque las altas densidades de llegada durante el desove afectan negativamente el éxito de la resiembra, se ocasiona una reducción de las concentraciones de oxígeno, aumenta la depredación y la

contaminación por hongos y bacterias (Valverde *et al.* 1998. Hornaval *et al.* 2008; Okana *et al.* Betsy, 2014).

7.7.Fase reproductiva de la tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*).

La fase reproductiva está asociada a playas arenosas donde las hembras ponen huevos sin cuidado parental (Briceño-Dueñas y Abreu-Grobois, 1998). La playa de anidación es una incubadora para el desarrollo de los embriones y proporciona un espacio climático adecuado para su desarrollo. (Ackerman, 1997).

En el Pacífico Oriental se ha registrado la época reproductiva en los meses de agosto, mientras que para Ecuador el pico alto de temporada se da durante los meses de agosto a noviembre (Inter-American Sea Turtle Convention, s. f.). Los neonatos eclosionan después de 45-60 días de incubación y entran al mar durante 5 días para comenzar la etapa marina de su ciclo de vida (Burger y Gochfeld, 2014).

7.8.Factores que intervienen en la incubación de las tortugas marinas.

Para la incubación es necesario contabilizar el número de huevos puestos, el diámetro del huevo y su peso, y al final de la etapa se verifica el número de

eclosiones exitosas; lo que quiere decir, que cualquier cambio significativo en estas variables a lo largo del periodo de incubación puede indicar algún efecto en la población. Por ejemplo, los cambios en el número de huevos incubados pueden indicar que factores como la humedad, la temperatura y factores biológicos han afectado la incubación. (Miller, 2000).

Es importante comprender el efecto de cada factor sobre el éxito reproductivo y el desarrollo del nido de las hembras reproductoras (Colin-Aguilar, 2015). Finalmente, evaluar el éxito de la eclosión y la emergencia es un proceso complejo que involucra múltiples variables ambientales e individuales (Ditmer y Stapleton, 2012).

7.8.1. Temperatura

Muchos aspectos del ciclo de vida de las tortugas están estrechamente relacionados con variables climáticas como la temperatura ambiente (Hawkes *et al.*, 2009; Girondot y Kaska, 2015). Se conoce que la temperatura afecta la determinación del sexo, lo cual es importante durante el desarrollo embrionario (Ackerman, 1997, Poloczanska *et al.*, 2009). Además, los parámetros de la población y las características individuales, la madurez del huevo, el intervalo de desove, el tiempo de eclosión, la proporción de sexos y la duración de la temporada de reproducción están determinados por la temperatura (Gasca, 2009).

Los embriones de tortuga están fuertemente influenciados por las condiciones durante la incubación, en especial por la temperatura, que afectan en gran medida la tasa y el éxito de eclosión (Rafferty y Reina, 2014). La temperatura en el periodo de incubación interviene en el sexo, el tamaño, la forma, el color, el comportamiento, la eclosión, la reserva de energía, el período de incubación y el movimiento de los reptiles (Hewavisenti y Parmenter, 2002; Matsuzawa *et al.* 2002; cabina, 2006; 7 Fischer *et al.* 2014). Las altas temperaturas (superiores a 34 °C) reducen el éxito de la eclosión y aumentan la mortalidad de los embriones de eclosión temprana y tardía (Maulany *et al.* 2012b; Santridrián-Tomillo *et al.* 2015b; Kobayashi *et al.* 2017).

Algunos autores como Poloczanska *et al.*, (2009), Patiño-Martínez *et al.* (2014), y Jordán y Fuentes, (2015) sugieren que, debido al calentamiento global, las proyecciones de cambios en la temperatura global, el aumento del nivel del mar, las lluvias y el aumento de la intensidad de los huracanes y tormentas en los trópicos afectarán el ciclo de vida y el desarrollo reproductivo de las tortugas marinas. Sin embargo, como se espera que estos cambios climáticos varíen de una región a otra, las estrategias de conservación de la biodiversidad deben mirar hacia estos factores. (Hawkes *et al.* 2007).

El calentamiento global exacerbará aún más la reproducción de tortugas hembra en el futuro, por lo que las estrategias para protegerse contra las altas temperaturas,

podría ser la reubicación de los nidos (Laloe *et al.*, 2016). Sin embargo, no se conoce bien la efectividad de las diferentes estrategias de conservación para mitigar las amenazas potenciales (Jourdan y fuentes, 2015).

7.8.2. Humedad

Otra variable ambiental que afecta a las poblaciones de tortugas en las áreas de anidación es la precipitación, y dado que los huevos de tortuga que eclosionan en los nidos no siempre se mantienen en los niveles de humedad que se encuentran en la naturaleza, esta diferencia puede afectar directamente el desarrollo de las crías. (Mc Gehee, 1979).

Las fuertes lluvias pueden tener efectos positivos, como la reducción de las temperaturas del nido y el equilibrio de la proporción de sexos al enfriar la temperatura de la arena y también pueden promover el desarrollo y la eclosión de los huevos. (Ackerman, 1997; Houghton *et al.*, 2007; Santidrán-Tomillo *et al.* 2012; Lolavar y Wyneken, 2015).

En regiones con climas secos, la producción de juveniles puede aumentar con lluvias prolongadas, mientras que en regiones con altas precipitaciones el efecto puede ser diferente (Santrillán-Tomillo *et al.*, 2015). Sin embargo, todas las etapas

del desarrollo de los huevos en el nido son susceptibles a la asfixia inducida por la lluvia (Kramer y Bell, 1980).

Las lluvias también pueden hacer que los sitios de anidación sean no aptos para desovar (Abreu-Grobois, 2008). La compactación de la arena densa o dura puede dificultar que las crías emerjan o que realicen mayor esfuerzo para salir del nido e incluso les dificulta el intercambio de gases. Asimismo, las lluvias pueden provocar retrasos en la llegada debido a la turbiedad y salinidad de las aguas costeras, así como también los huevos dentro de los nidos pueden presentar muerte total o parcial ocasionado por el exceso de lluvia (Ragotzkie, 1959; Mortimer, 1990; Ackerman, 1997; Foley *et al.* 2006; Arzola-González, 2007).

7.9.Marco legal

7.9.1. Tratados Internacionales

Las tortugas marinas son consideradas en la política internacional como “recursos compartidos”, puesto que son especies migratorias que, durante su periodo de vida, se mantendrán en distintos ambientes recorriendo varios estados. Por lo cual, la conservación incluye acciones regionales y globales que han resultado que estos organismos estén adjuntos en varios convenios, comisiones regionales y organizaciones internacionales, en donde encontramos los siguientes: La

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES); Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB); Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS); Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT); Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS); Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

La FAO, emitió el Código de Conducta para la Pesca Responsable (1997), en la cual *“ha establecido normas universales para orientar a los gobiernos y actores privados en la conservación y gestión de los océanos, ríos y lagos del mundo”* (FAO, 2019). Este código de conducta global trata en detalle el tema de la captura de especies, sugiriendo medidas de manejo de especies objetivo y de las que no son objetivo como las tortugas marinas, en Ecuador este acuerdo se ratificó con la Constitución de la de la República del Ecuador (2008).

7.9.2. Normativas nacionales

En la Constitución de la República del Ecuador (2008), no trata el tema de tortugas marinas, pero en ella hay varios artículos que generan un entorno adecuado para proteger sus diferentes especies en nuestro país, como son: Arts.: 14, 73, 621, 313, 395 400 y 403.

En el “Reglamento al Código Orgánico del Ambiente” (2019), en la sección del Manejo Costero Integrado indica en el: **Art. 744.-** Lineamientos para manejo costero integrado. - El manejo costero integrado se desarrollará bajo los siguientes lineamientos: g) Identificación y protección de Núcleos de conservación de biodiversidad marina.- En el área estuarina y marina, serán considerados como núcleos de conservación de biodiversidad marina los espacios intermareales y submareales adyacentes a la cobertura de ecosistemas frágiles y amenazados como los manglares hasta una (1) milla náutica de distancia del filo costero; la columna de agua, el fondo y subsuelo marino hasta una (1) milla náutica alrededor de comunidades coralinas; áreas marinas de congregación, apareamiento, refugio o descanso de tortugas marinas y mamíferos marinos, así como sus rutas migratorias; espacios intermareales, lagunas costeras y otros humedales donde se concentran aves marinas y costeras con fines de descanso, alimentación o reproducción.

Y señala en el **Art. 760.-** Prohibición de extracción. - La extracción de arena, conchilla y en general de recursos no renovables está prohibida. En los casos que de forma excepcional se autorice dicha extracción, se deberá observar de forma obligatoria las prohibiciones expresas contenidas relacionadas con la protección del hábitat de especies amenazadas, como tortugas marinas, o prohibición de uso de arena de mar para edificaciones, entre otras (Ambiente, 2019).

En el “Plan Nacional del Buen Vivir” (2021), se da a conocer, valorar, conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y su biodiversidad terrestre, acuática continental, marina y costera, con el acceso justo y equitativo a sus beneficios. Conservar el patrimonio natural y cultural, los ecosistemas y la diversidad biológica de la zona marina y costera, respetando los derechos de la naturaleza en Ecuador continental, el archipiélago de las Galápagos, el mar territorial, la zona contigua, la económica exclusiva y la Antártida (Setemar, 2021). En la “Ley de régimen especial para la conservación y desarrollo sustentable de la provincia de las Galápagos”, Tribunal Nacional del Ecuador (2020), se menciona en:

Art.15.- La Dirección del Parque Nacional Galápagos tiene a su cargo la administración y manejo de la Reserva Marina de la provincia de las Galápagos, en cuya zona ejercerá jurisdicción y competencia sobre el manejo de los recursos naturales; mientras que en el “Reglamento especial para la actividad pesquera en la Reserva Marina de las Galápagos” (2008), señala en el: **Art.74.-** Se prohíbe expresamente cualquier actividad pesquera extractiva tortugas marinas.

Según el Ministerio de Ambiente, (2022), actualmente, todas las especies de tortugas marinas se encuentran incluidas en el Apéndice I de la Convención sobre

el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), y en la lista de UICN.

Igualmente, las tortugas están incluidas en la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), y el Apéndice I de la Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres (CMS).

CAPÍTULO 2

8. MARCO METODOLÓGICO

8.1. Área de estudio

La Reserva de Producción de Fauna Marina Costera Puntilla de Santa Elena fue creada el 23 de septiembre de 2008. La Puntilla, como también se la conoce, es el punto más extremo de la costa continental de América del Sur y separa la bahía de Santa Elena del Golfo de Guayaquil.

Esta área protegida posee una extensión de 52.231 hectáreas marinas y 203 hectáreas terrestres, las cuales cuentan con sitios turísticos como La Chocolatera, La Lobería, el mirador del cerro "El Morro" y el circuito entre las playas de Tres Cruces y Punta Brava, donde anida principalmente la tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*), aunque también se han registrado anidaciones de tortuga Verde (*Chelonia mydas*) y tortuga Carey (*Etermochelys imbricata*) (MAATE, 2021)

La tortuga Golfina anida principalmente en las playas de Tres Cruces, Punta Blanca y Mar Bravo, las cuales cubren una extensión de aproximadamente 7 km de perfil de playa. Es de estos sitios donde los nidos son reubicados a un vivero de manejo de nidos *ex situ* de tortugas marinas, que se encuentra ubicado en el sector sur de

la playa de Tres Cruces en las coordenadas (UTM) 499783.02 m E; 9757495.64 m S, y comprende un área de 86 metros cuadrados.



Figura 2. Localización de las playas: A (Tres Cruces), B (Punta Blanca), C (Mar Bravo), y vivero de nidos *ex situ*.
Fuente: Google Earth®

8.2. Metodología

8.2.1. Diseño de la investigación

De acuerdo con la perspectiva de Hernández, Fernández & Baptista (2010) se establece esta investigación como un estudio descriptivo, pues consta de una base de datos que permite la descripción.

Por lo que la presente investigación detalla la frecuencia (prevalencia e intensidad) y las características más importantes en cuanto a las malformaciones encontradas en los neonatos de tortuga Golfina.

8.2.2. Permiso de investigación

Para el estudio, se obtuvo el permiso de investigación número MAATE-ARSFC-2022-2733, en el cual se establece la Autorización de Recolección de Especímenes de la Diversidad Biológica Sin Fines Comerciales para Investigación Científica, el Ministerio del Ambiente y Agua en uso de las atribuciones que confiere el Acuerdo Interministerial SENESCYT-MAE N°001, al haber cumplido con los parámetros técnicos, administrativos y legales, establecidas en la ley.

8.3. Fase de campo

8.3.1. Duración de la investigación y monitoreos

La investigación se llevó a cabo durante un periodo de 5 meses, desde noviembre del 2022 a marzo del 2023, en los cuales se realizó la toma de datos en base al programa de manejo de biodiversidad del área por medio de monitoreos diurnos y nocturnos y basado en el Protocolo Operativo Estándar para la Protección, MAATE (2022).

8.3.1.1. Monitoreos diurnos

Los monitoreos diurnos comenzaron a partir del mes de junio y se realizaron diariamente en las primeras horas de la mañana durante aproximadamente 2 horas. En donde se recorrió las playas de anidación, registrando huellas de ascenso/descenso e identificación de nidos

8.3.1.2. Monitoreos nocturnos

Los monitoreos nocturnos se realizaron 4 veces a la semana y consistieron en recorridos por las playas a nivel de la zona intermareal por aproximadamente dos horas antes de la marea alta, con el fin de encontrar a las hembras mientras arriban a desovar.

En caso de identificar la tortuga en la playa se procedió a esperar en un lugar estratégico donde la tortuga no logre evidenciar la presencia humana. Una vez, que la tortuga ubica el sitio de anidación, comienza a armar la cámara, por lo que se procede acercarse a la tortuga durante la puesta de los huevos. Donde se realiza primeramente la identificación de la especie y a observar si no presentaba alguna característica propia o marcas de INCONEL en las aletas. Posterior a esto se toman datos morfométricos ((Largo Curvo del Caparazón – LCC y Ancho Curvo del Caparazón – ACC), se aplican placas de INCONEL con la codificación nacional

para hembras anidadoras, y se cuenta el número de huevos totales desovados en la cámara.

8.3.2. Proceso de Reubicación

Para el proceso de reubicación es sumamente importante conocer la dinámica de cada playa, tanto de las mareas y agujajes. Los monitoreos se los realizó de acuerdo al MAATE (2021), en el cual se detalla que tanto para la recolección de los huevos como para la reubicación es indispensable el uso de guantes de látex para evitar cualquier contaminación directa a los huevos. Una vez encontrado el nido, se procede a colocar los huevos en una maleta previamente desinfectada y tratada con vitamina C, tomando en cuenta el orden de los huevos para así mismo ser reubicados tal cual, sin girarlos. Durante el proceso, se registró datos de profundidad y ancho de la cámara del nido, con el fin de recrear una similar al momento de reubicar el nido.

Luego de este proceso se transportó los huevos hacia la zona delimitada (vivero). En este trayecto, es vital que los huevos no se giren, batan o roten verticalmente, puesto que, el movimiento de los huevos puede afectar gravemente a la sobrevivencia del embrión, ocasionando que la membrana interna del huevo pueda romperse (Didiher Chacon, 2008).

8.3.3. Área de nidos *ex situ* (vivero)

El vivero consta de un área delimitada de 86 metros cuadrados con un cerramiento de malla galvanizada hexagonal de 25 mm a un aproximado de 2 m de altura y sin techo. Los nidos fueron reubicados en un intervalo de tiempo de 45 minutos a dos horas posterior a la puesta de los huevos, y resguardados previo a la elaboración de la cámara, donde se recrea un nido similar al original, tomando en cuenta una profundidad media inicial de 43.5 cm y ubicándolos a una densidad no menor a 1 nido/m².



Figura 3. Disposición de los nidos en el vivero.

Al momento de trasladar y colocar los huevos dentro de la cámara elaborada, se ubicó a un lado de esta, una rotulación con letreros que incluía información sobre la fecha de anidación y de posible emergida (Figura 3), contabilizando de acuerdo con Vega y Robles (2007) entre 51 y 58 días para la eclosión. También, se registró el número de nido y a la especie a la que pertenecía.

Tabla 1. Información por cada nido reubicado en el vivero

Nido	Coordenadas (UTM)		Fecha de Anidación	Profundidad de la cámara (cm)		N° total de huevos
	Latitud	Longitud		Inicial	Final	
LO-008	506268	9751043	17/09/2022	28	44	89
LO-009	502037	9755215	18/09/2022	36	52	106
LO-010	503404	9753933	18/09/2022	17	38	90
LO-011	500772	9756285	23/09/2022	30	S/D	66
LO-012	500173	9757030	27/09/2022	28	44	99
LO-013	499441	9757895	02/10/2022	30	S/D	80
LO-014	502102	9755176	05/10/2022	33	44.5	88
LO-015	500480	9756671	07/10/2022	27	45	94
LO-016	502821	9754520	09/10/2022	24	58	115
LO-017	S/D	S/D	09/10/2022	28	48	86
LO-018	501614	9055578	10/10/2022	26	37	109
LO-019	501258	9755887	16/10/2022	34	48	105
LO-020	500106	9757082	17/10/2022	18	44	105
LO-021	501628	9755596	18/10/2022	19	45	127
LO-022	500714	9756315	20/10/2022	34	49	110
LO-023	501897	9755337	20/10/2022	30	38	93
LO-025	507061	9750325	22/10/2022	32	39	81
LO-026	500373	9756831	25/10/2022	38	42	84
LO-027	499727	9757574	25/10/2022	36	50	90
LO-029	S/D	S/D	31/10/2022	28	41	91
LO-030	506957	9750414	31/10/2022	31	49	119
LO-031	501416	9755765	01/11/2022	15	42	79
LO-034	507411	9749987	31/10/2022	S/D	S/D	74

LO-035	S/D	S/D	06/11/2022	22	43	103
LO-036	502114	9755128	16/11/2022	32	43	106
LO-037	503073	9756247	23/11/2022	25	39	115
LO-038	507147	9750255	29/11/2022	33	51	100
LO-039	507530	9749882	29/11/2022	20	40	100
LO-040	499631	9757735	30/11/2022	26	41	82
LO-041	505861	9751433	08/12/2022	32	42	116
LO-042	500467	9756688	10/12/2022	19	44	76
LO-043	S/D	S/D	13/12/2022	33	48	81
LO-044	500710	9756333	15/12/2022	15	34	90
LO-045	502698	9754645	20/12/2022	15	41	109
LO-046	502190	9753068	20/12/2022	S/D	S/D	88
LO-047	502760	9756385	21/12/2022	15	30	79
LO-048	501445	9755732	24/12/2022	40	47	84
LO-049	503374	9753960	24/12/2022	23	44	139
LO-050	501331	9755342	03/01/2023	30	48	114
LO-051	S/D	S/D	08/01/2023	S/D	S/D	58
LO-052	S/D	S/D	12/01/2023	30	45	107
LO-053	500239	9756981	13/01/2023	24	42	59
LO-054	S/D	S/D	11/01/2023	S/D	S/D	93
LO-055	501427	9755769	27/01/2023	21	43	105
LO-056	500328	9756897	29/01/2023	12	38	99
LO-057	507199	9750220	02/02/2023	26	41	102

8.4.Éxito de emergida y eclosión

Al momento de la exhumación del nido se procedió con la metodología utilizada por López Correa, (2010), y el Protocolo del Ministerio del Ambiente (MAATE, 2021). Una vez, removida la arena del nido, se procedió a retirar los cascarones de las crías que lograron emerger, además de los neonatos vivos encontrados en la cámara y los huevos no eclosionados. Registrándose datos de crías vivas, crías muertas y los diferentes estadios de desarrollo en los que se encontraban los huevos.

Categorizándolos acorde a su estado de desarrollo: a) Sin desarrollo embrionario aparente (SDA), b) Huevos indeterminados, c) Huevos infértiles, d) Huevos con presencia de hongos y bacterias y e) Huevos con desarrollo aparente (I, II, III y IV) (MAATE, 2021).

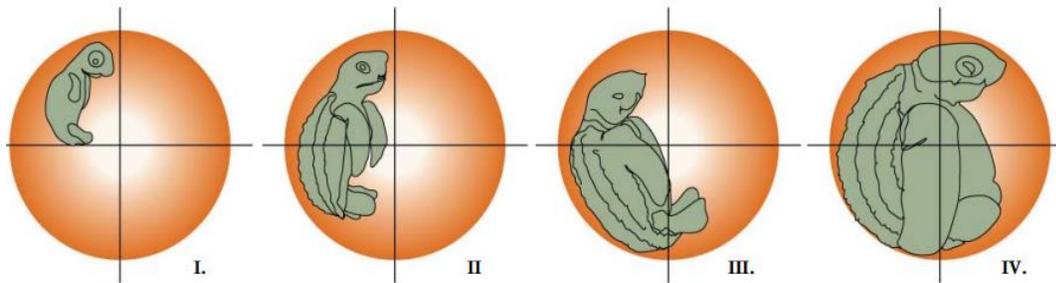


Figura 4. Huevos con desarrollo aparente.
Fuente: (Didiher Chacon, 2008; MAATE, 2021)

8.4.1. Éxito de emergida

Para evaluar el éxito de emergida de los nidos, que hace referencia a los neonatos que salieron de su cascarón y posteriormente salieron con éxito del nido, se aplicó la metodología utilizada en el Protocolo para la Protección, Manejo y Monitoreo de Nidos de Tortugas Marinas en Ecuador (MAATE, 2021).

Para esto se siguió la siguiente fórmula:

$$\text{Éxito de emergida} = \frac{C (V + M)}{C + HSDA + HNE + \# D} * 100$$

Donde:

C = Número de cascarones vacíos contados

V = Vivas dentro del nido o crías vivas entre los cascarones (no aquellas en el cuello del nido)

M= Número de crías muertas 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)

8.4.2. Éxito de eclosión

Para evaluar el éxito de eclosión de cada uno de los nidos se aplicó la metodología utilizada por Didier Chacón, (2008). Para esto se siguió la siguiente fórmula:

$$\text{Éxito de eclosión} = \frac{CM + CV}{Nt} * 100$$

Donde:

CM: Crías muertas

CV: Crías vivas

Nt: Total de neonatos

Esto hace referencia a las crías completamente formadas o desarrolladas, muertas fuera de su cascaron, las cuales lograron eclosionar y probablemente vivir por un periodo corto de tiempo dentro del nido.

8.5. Descripción de malformaciones e índice de prevalencia e intensidad

8.5.1. Malformaciones

El procedimiento de identificación de malformaciones se realizó posterior a la exhumación de cada nido bajo dos criterios: el primero mediante la observación y el tacto, enfocándose principalmente en el caparazón y en las extremidades o aletas; y el segundo mediante un registro fotográfico que nos ayudó a describir las malformaciones que se presentaron en cada organismo.

Se categorizó las malformaciones de acuerdo con Guevara y Montano, (2020), en relación del nivel de severidad en: letales, subletales y no letales.

Tabla 2. Descripción del nivel de severidad de las malformaciones.

Niveles de severidad	
Letal	Aquellas que afectan de manera significativa la supervivencia de las tortugas marinas: pueden incluir defectos graves en el desarrollo de órganos vitales, deformidades en el caparazón o extremidades, o cualquier otra anomalía que impida su desarrollo y función.
Sub letal	Aquellas que no tienen un impacto inmediato en la supervivencia, pero pueden afectar la salud y el bienestar de las tortugas marinas a largo plazo.
No letal	Aquellas que no afectan directamente la supervivencia de los organismos.

Fuente: (Gasca, 2009)

8.5.2. Índice de prevalencia

De acuerdo a la metodología utilizada por Guevara & Montano, (2020), se utilizó el índice de prevalencia el cual se obtiene al dividir el número de organismos o de nidos en los que se encontraron malformaciones entre el total de organismos o de nidos revisados. Para esto se aplicó la siguiente formula:

$$P = \frac{\text{número de organismos que presentan malformaciones}}{\text{Neonatos totales}}$$

8.5.3. Índice de intensidad

En cuanto a la intensidad, Gómez (2021), nos indica la cantidad de malformaciones que se encontraron en cada organismo. Para esto se aplicó la siguiente formula:

$$I = \frac{\text{número de malformaciones encontradas}}{\text{número de organismos que presentan malformaciones}}$$

Se obtiene dividiendo el número de malformaciones encontradas entre el número de organismos con malformaciones.

8.6. Análisis de las variables temperatura ambiental y humedad relativa de los nidos *ex situ*

Los datos de temperatura y humedad relativa ambiental fueron solicitados y proporcionados por el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (INOCAR); adicional a esto también se aplicó otros métodos para la toma de los siguientes datos:

8.6.1. Temperatura

Para tomar los datos de temperatura durante el periodo de incubación, la REMACOPSE proporcionó dos termómetros con data logger (grabador independiente pequeño que monitorea y registra datos en tiempo real) los cuales fueron introducidos en la cámara del nido antes de depositar los huevos, a una profundidad de 40 cm aproximadamente, para el registro diario en tiempo real de la temperatura.

Adicional a esto, también se tomó la temperatura de la superficie de la arena y del nido con un termohigrómetro de forma manual durante las exhumaciones, y se comparó ambas temperaturas. Dado que la profundidad de los nidos varió entre ellos, se tomó la temperatura del nido a una profundidad estándar de 30 cm por debajo de la superficie.

8.6.2. Humedad

Para tomar la humedad, al igual que la temperatura se la realizó manualmente con el termohigrómetro durante las exhumaciones registrando dos datos: a) una superficial (en la arena sobre el nido) y b) a 30 cm por debajo de la superficie, con el fin de observar la variabilidad entre ambas.

9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se registró 5.546 huevos, los cuales se dividieron en dos grupos: 12 nidos se mantuvieron en el mismo sitio de puesta (*in situ*), y 46 nidos fueron reubicados (*ex situ*) en el vivero localizado en la playa de Tres Cruces.



Figura 5. Ubicación de los nidos de tortuga Golfina previo a la reubicación.

Fuente: Google Earth®

9.1.Desarrollo embrionario

Durante las exhumaciones se registraron las fases de desarrollo de cada huevo: resultando un 43% de huevos sin desarrollo aparente (SDA) (huevos que no presentaron un embrión visible), siguiendo con el 16% de huevos indeterminados, (huevos con grado de descomposición o presencia de gusano); y encontrándose en estadio IV un 13% (embrión completo en su formación, pero sin eclosionar), en estadio III un 11%, en estadio I 10%; y en menor proporción huevos en estadio II e infértiles suman un 8% (Tabla 8).

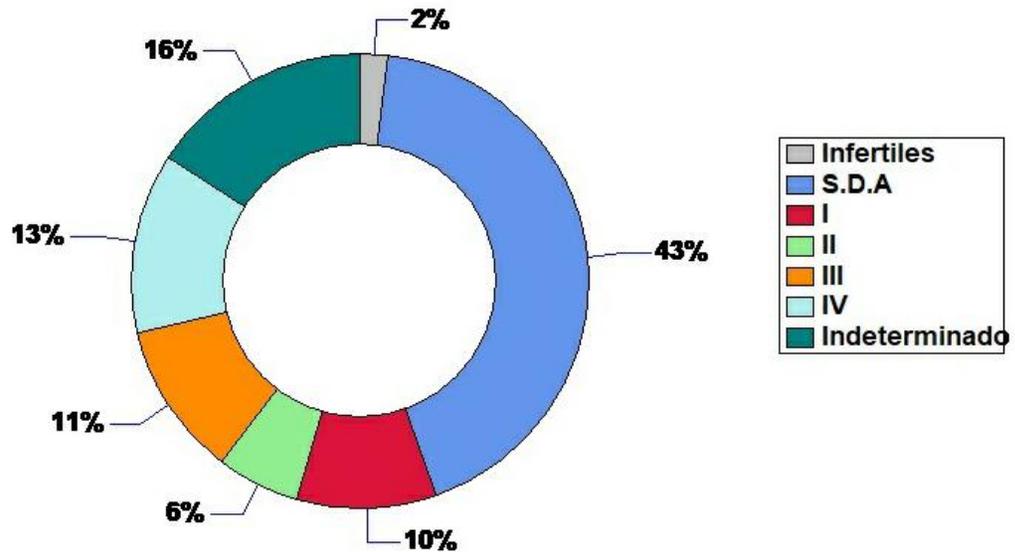


Figura 6. Estados de desarrollo durante el periodo de incubación, S.D.A (Sin desarrollo aparente), I, II, III, IV (Huevos con desarrollo aparente)

9.1.1. Éxito de emergida

El éxito de eclosión comprende a los neonatos que lograron salir del cascarón mas no salir del nido, mientras que el éxito de emergida comprende a los neonatos que salieron de su cascarón y posteriormente salieron con éxito del nido.

Al finalizar el estudio de la temporada de anidación de la tortuga Golfina (*L.olivacea*) de noviembre del 2022 a marzo del 2023, se registró un total de 58 nidos de los cuales 46 pertenecieron a nidos *ex situ* y 12 a nidos *in situ*, obteniendo un porcentaje de éxito de emergida general del 48.79%, representando 48.44% para nidos *in situ* y un 48.88% para nidos *ex situ* (Tabla 10,11 y 12).

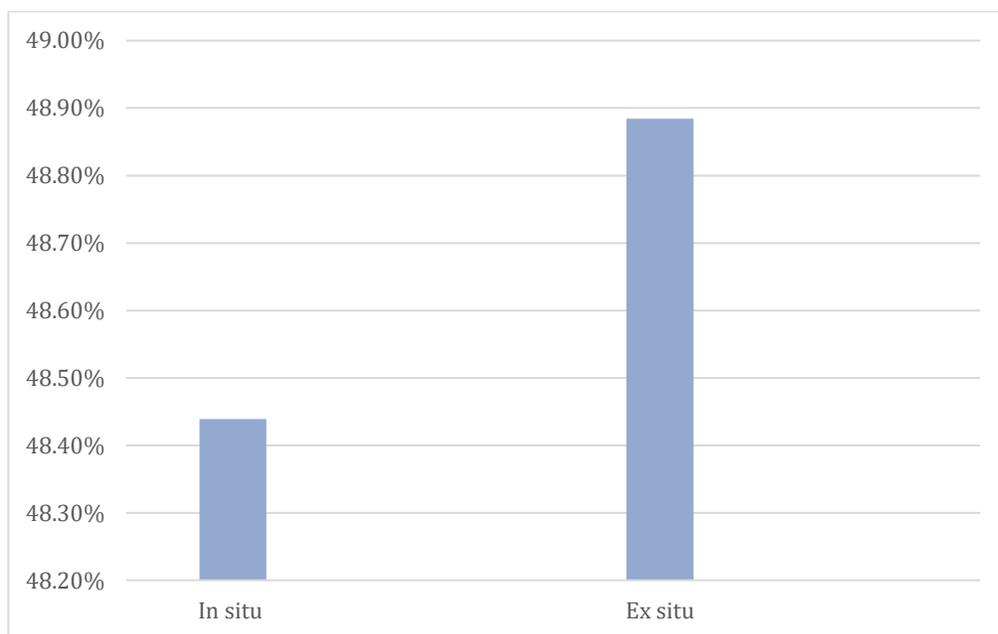


Figura 7. Comparación de porcentajes entre nidos *ex situ* y nidos *in situ* en cuanto a emergida.

9.1.2. Éxito de eclosión

En base a los 58 nidos registrados se dividieron en dos estaciones: 46 nidos *ex situ* y 12 nidos *in situ*, dando como resultado 2.521 CV (Crías Vivas) y 216 CM (Crías Muertas), de un total de 5.546 huevos, obteniendo un porcentaje de éxito de eclosión general del 49.35% general, siendo el 49.87% para nidos *ex situ* y un 47.37% para nidos *in situ* (Tabla 10, 11 y 13).

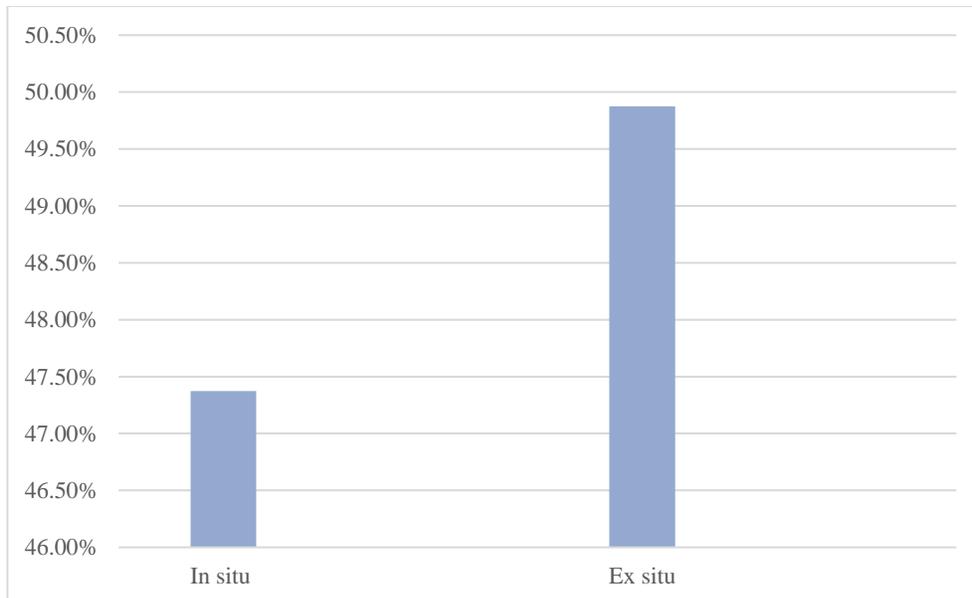


Figura 8. Comparación de porcentajes entre nidos *ex situ* y nidos *in situ* en cuanto a eclosión.

9.2. Malformaciones, índices de prevalencia e intensidad y periodo de incubación

9.2.1. Malformaciones

Se registraron 100 malformaciones en 89 neonatos en nidos *ex situ*, agrupadas en 7 tipos, que se presentaron en solo 3 regiones anatómicas de los neonatos: en el caparazón cinco tipos de malformaciones, un tipo de malformación en la aleta y una en el cuello (**Tabla 15**).

El caparazón atrofiado, comprimido y redondo fue el tipo de malformación más abundante (87), siendo la deformación de la aleta (10) y la desviación de cuello (3) las menos abundantes (**Tabla 3**). Cabe mencionar que estos datos fueron tomados solo en crías vivas, debido a que al realizar las exhumaciones la mayor parte de crías muertas no se logró identificar si poseían malformaciones, por el grado de descomposición o la presencia de gusanos que se encontró en algunos nidos.

Tabla 3. Descripción de malformaciones por región anatómica y nivel de severidad.

Región anatómica	Tipo de malformación	Descripción	Nivel de severidad	Nº
 Caparazón	Compresión del caparazón	Variación en la relación longitud anchura del caparazón.	No letal	87

 <p>Caparazón</p>	<p>Caparazón atrofiado</p>	<p>División de alguna placa o presencia de placas más pequeñas dentro de una grande.</p>	<p>No letal</p>	
 <p>Caparazón</p>	<p>Caparazón desviado del eje</p>	<p>Desviación de la columna vertebral.</p>	<p>No letal</p>	
 <p>Caparazón ventral</p>	<p>No cicatrización umbilical</p>	<p>Falta del proceso de cicatrización en el orificio por donde el vitelo está unido a la tortuga.</p>	<p>Letal</p>	
 <p>Caparazón</p>	<p>Caparazón redondo</p>	<p>Curvatura de la columna vertebral que produce un arqueamiento o redondeo del caparazón.</p>	<p>No letal</p>	
 <p>Aleta</p>	<p>Aleta deformada</p>	<p>Variación de la longitud de una aleta con respecto a la otra.</p>	<p>Subletal</p>	<p>10</p>
 <p>Cabeza</p>	<p>Desviación en el cuello</p>	<p>Desviación lateral de los huesos del cuello.</p>	<p>Subletal</p>	<p>3</p>

En cuanto al porcentaje de malformaciones encontradas (**Figura 9**), se identificó que las malformaciones con mayor porcentaje se dieron en el caparazón, con un 87%, seguido con las extremidades con el 10% y en menor proporción en la cabeza con un 3%. En cuanto al nivel de severidad en las malformaciones (**Tabla 3**), en su mayoría fueron no letales, se identificaron dos tipos de malformaciones subletales: ejemplo de estas la desviación en el cuello y aleta deforme; y una letal como fue la no cicatrización umbilical.

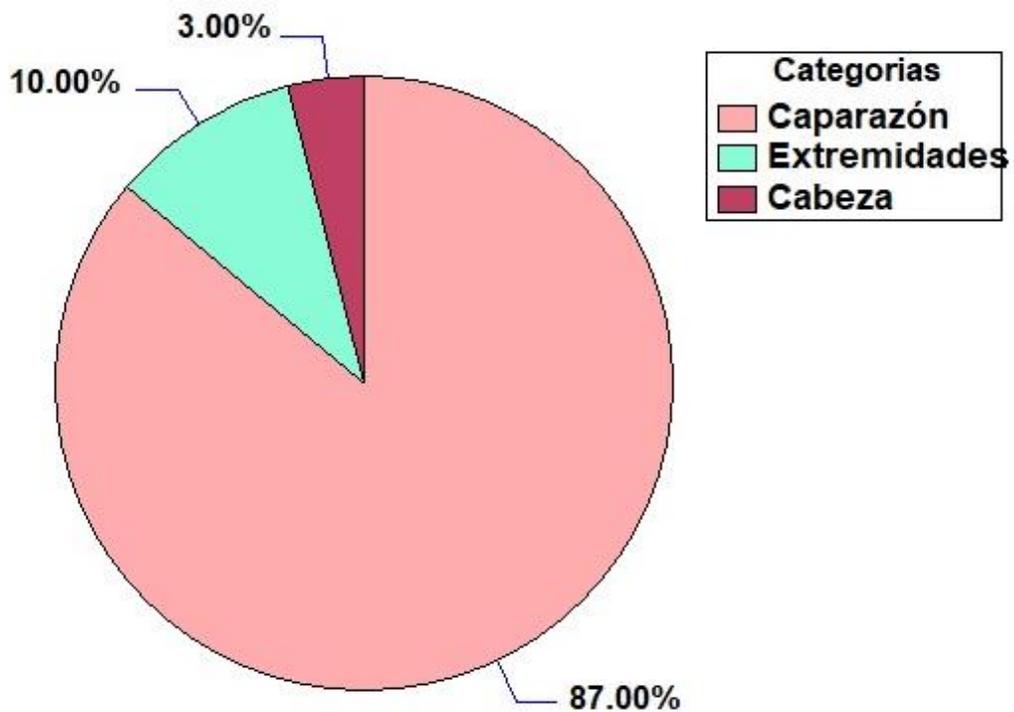


Figura 9. Porcentajes de las categorías de malformaciones encontrados en los neonatos de *Lepidochelys olivacea*.

9.2.2. Índice de prevalencia e intensidad

Se encontró un total de 89 neonatos con malformaciones en los 46 nidos *ex situ* registrados, de los que se contabilizó 100 malformaciones, lo que significó que algunas crías presentaron más de una malformación, alcanzando así un 4% de prevalencia (proporción de organismos en los que se registró al menos una malformación) y una intensidad de 1.12 malformaciones/organismo (cantidad de malformaciones que se encuentran por organismo) en esa temporada (**Tabla 14**).

9.2.3. Periodo de incubación

En cuanto al registro obtenido de temperatura ambiental y humedad relativa durante el periodo de incubación en relación con el éxito de eclosión durante la temporada en nidos *ex situ*. Se observó un valor de eclosión (57.72%) entre los rangos de 65 a 80 días de incubación, teniendo un promedio de humedad y temperatura de $76.70 \pm 0.8 \%$ y $21.99 \pm 0.6 \text{ }^\circ\text{C}$ respectivamente durante todo el periodo. Periodo de incubación que se encuentra por encima de los rangos establecidos por Contreras-Mérida & Morales-Mérida (2021). Sin embargo, el menor éxito de eclosión (39.89%) se dio entre los 50 a 65 días de incubación con humedad del $72.84 \pm 1.3 \%$ y temperatura de $25.41 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ (**Tabla 4**).

Siendo así como lo menciona Colin (2015) a medida que las temperaturas disminuyen el periodo de incubación se extiende, sin embargo, este no se vio afectado en el éxito de eclosión de los neonatos en el presente estudio.

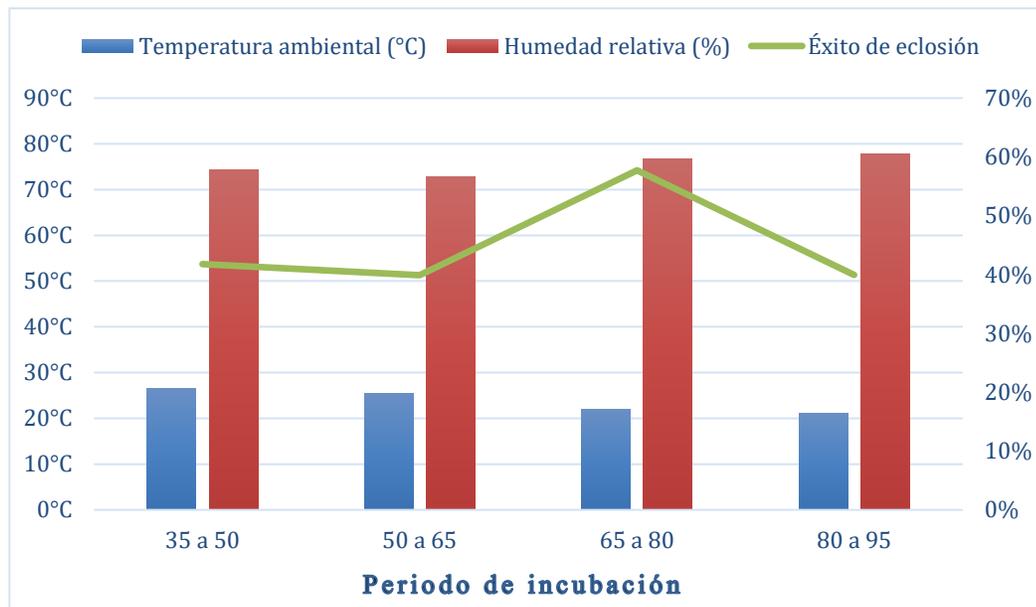


Figura 10. Periodo de incubación por rangos, en relación con la temperatura ambiental y humedad relativa

Tabla 4. Promedios de temperatura ambiental y humedad relativa por rango en periodos de incubación

Días	Temperatura ambiental (°C)	Humedad relativa (%)	Éxito de eclosión
35 a 50	26.62	74.25	41.80%
50 a 65	25.41	72.84	39.89%
65 a 80	21.99	76.70	57.72%
80 a 95	21.07	77.75	39.93%

9.3. Variables de temperatura y humedad ambiental de los nidos *ex situ*

9.3.1. Temperatura de los nidos *ex situ* (data logger)

Se registró información de dos nidos de *Lepidochelys olivacea*, en el cual el tamaño promedio de nidada fue de 105 ± 20.5 huevos. El periodo de incubación para el nido 10, fue de 86 días, registrando temperaturas entre 25.35°C y 30.2°C , con un promedio de $26.26 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ para el primer tercio, $25.84 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ para el segundo y $27.92 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$ para el tercero.

En cuanto al nido 30, el periodo de incubación fue de 68 días con temperaturas entre 24.24°C y 35.73°C , registrando un promedio de $25.44 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ para el primer tercio, $27.86 \pm 0.9^{\circ}\text{C}$ para el segundo y $33.40 \pm 1.4^{\circ}\text{C}$ para el tercero.

Si comparamos ambos nidos (10 y 30), el nido 30 tuvo un incremento a 35.73°C temperatura fuera de rango, por lo que Ackerman (1997), menciona que estos rangos de temperatura pueden ser mortales, debido a que los valores óptimos para la incubación de los huevos de tortuga olivácea esta entre los 25 y 34°C .

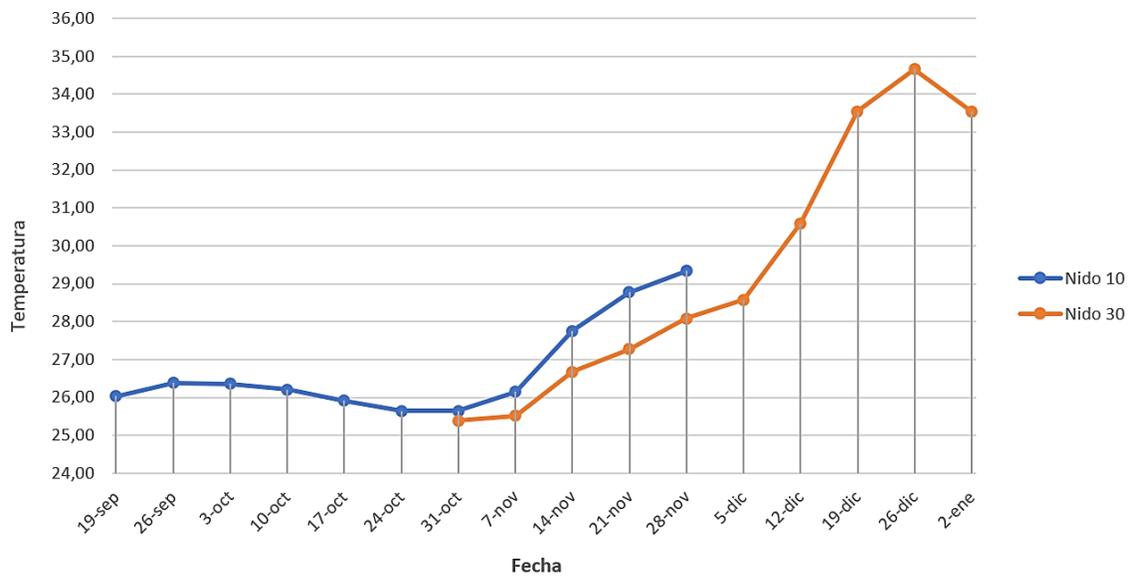


Figura 11. Variación de la temperatura por semana del nido 10 y del nido 30, con data logger.

Tabla 5. Valores máximos, mínimos y promedio de las temperaturas en los nidos con data logger de *Lepidochelys olivacea*.

Nido	T. Max	T.Min	1er tercio (°C)	2do tercio (°C)	Último tercio (°C)	Periodo de incubación (Días)
Nido 10.	30.2	25.35	26.26	25.84	27.92	86.00
Nido 30.	35.73	24.24	25.44	27.86	33.40	68.00
Promedio	32.97	24.80	25.85	26.85	30.66	77.00

9.3.2. Temperatura

En cuanto a temperatura se obtuvo tres datos. Primero, el de la temperatura ambiental, donde se registró un promedio de 25.3 ± 1.66 °C, con rangos máximos de 28°C y mínimos de 22.8 °C.

En cuanto a temperatura del nido, este presento un promedio más alto con relación a la temperatura ambiental, con 30.2 ± 2.17 °C y con rangos máximos de 33.7 °C y mínimos de 26.4 °C.

Sin embargo, en cuanto a la temperatura de la superficie de la arena se registró un promedio de 29.5 ± 1.74 °C con temperaturas máximas de 32.5 °C y mínimas de 25.8°C (Tabla 6).

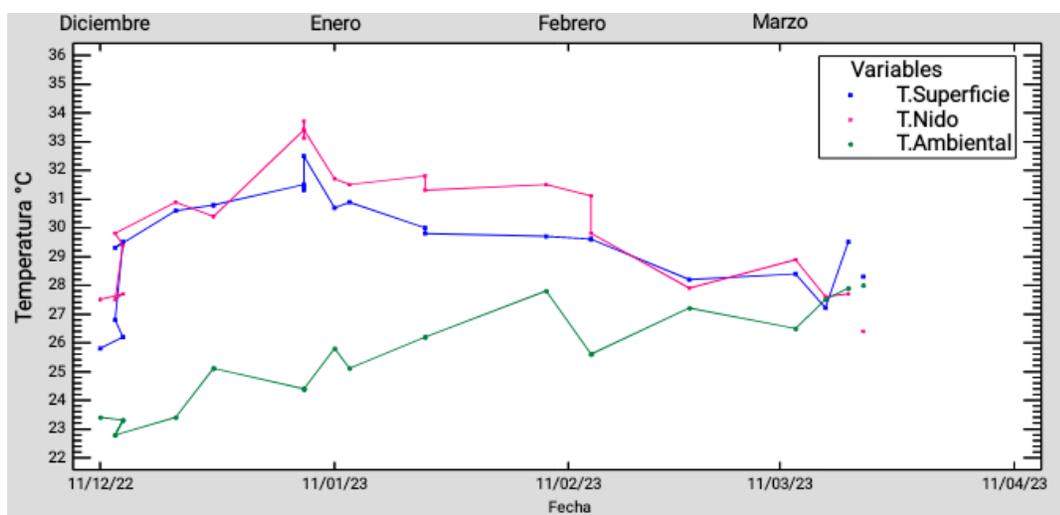


Figura 12. Variabilidad de la temperatura del nido, temperatura superficial de la arena y temperatura ambiental.

Tabla 6. Información de la variabilidad en la temperatura ambiental, de la superficie de la arena, y de los nidos.

Nidos	Fechas	Temperatura Superficie (°C)	Temperatura Nido (°C)	Temperatura Ambiental (°C)
8	11/12/2022	25.8	27.5	23.4
9	14/12/2022	26.2	27.7	23.3
10	13/12/2022	26.8	27.5	22.8
11	14/12/2022	29.5	29.4	23.3
12	13/12/2022	29.3	29.8	22.8
13	21/12/2022	30.6	30.9	23.4
16	26/12/2022	30.8	30.4	25.1
17	26/12/2022	30.8	30.4	25.1
25	07/01/2023	31.5	33.4	24.4
26	07/01/2023	31.3	33.1	24.4
29	07/01/2023	31.4	33.7	24.4
30	07/01/2023	32.5	33.4	24.4
34	11/01/2023	30.7	31.7	25.8
37	13/01/2023	30.9	31.5	25.1
39	23/01/2023	30	31.8	26.2
40	23/01/2023	29.8	31.3	26.2
43	08/02/2023	29.7	31.5	27.8
46	14/02/2023	29.6	31.1	25.6
49	14/02/2023	29.6	29.8	25.6
50	27/02/2023	28.2	27.9	27.2
52	13/03/2023	28.4	28.9	26.5
55	17/03/2023	27.2	27.6	27.5
56	20/03/2023	29.5	27.7	27.9
57	22/03/2023	28.3	26.4	28
Desviación estándar		1.74	2.17	1.66
Promedio		29.5	30.2	25.3
Máximo		32.5	33.7	28
Mínimo		25.8	26.4	22.8

9.3.3. Humedad

En cuanto a la humedad se registró de igual manera tres datos: la humedad de la superficie de la arena en la cual se obtuvo un promedio de $83.2 \pm 8.9 \%$ con rangos máximos de 97.1% y mínimos de 65.5% . La humedad del nido fue en promedio de $92 \pm 6.6 \%$ con un máximo de 98.3% y un mínimo de 73% , y por último la humedad ambiental con un promedio de $74.5 \pm 3.8 \%$ con rangos máximo y mínimo de 82.6% y 66.3% respectivamente (**Tabla 7**).

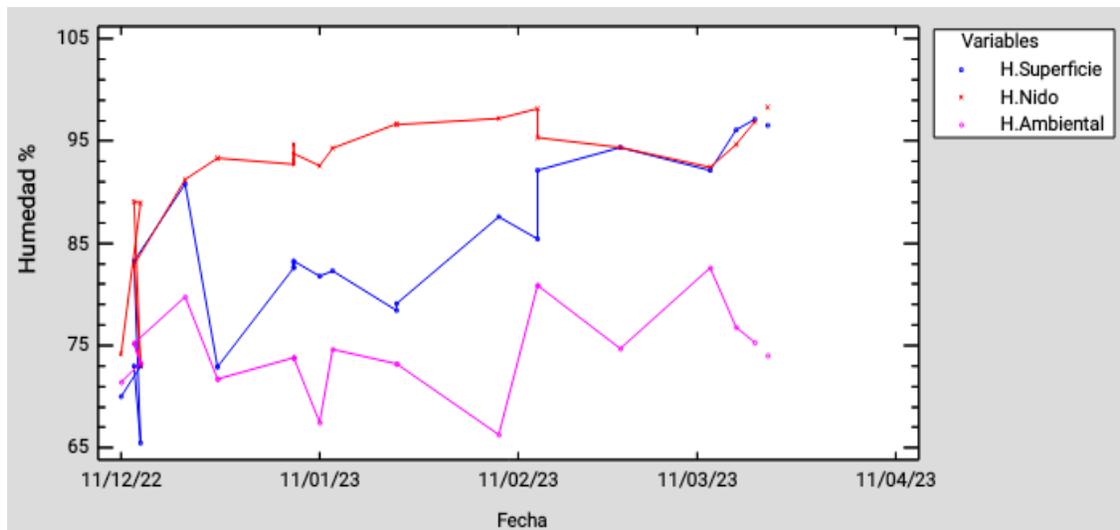


Figura 13. Variabilidad de la humedad superficial de la arena, humedad a la profundidad del nido y humedad ambiental en *Lepidochelys olivacea*.

Tabla 7. Información de la variabilidad de la Humedad.

Nidos	Fechas	Humedad Superficie (%)	Humedad Nido (%)	Humedad Ambiental (%)
8	11/12/2022	70	74.2	71.4
9	14/12/2022	73	88.9	73.3
10	13/12/2022	73	89.1	75.2
11	14/12/2022	65.5	73	73.3
12	13/12/2022	83.3	82.9	75.2
13	21/12/2022	90.8	91.2	79.8
16	26/12/2022	72.9	93.3	71.7
17	26/12/2022	72.9	93.3	71.7
25	07/01/2023	82.6	92.7	73.8
26	07/01/2023	83.1	94.7	73.8
29	07/01/2023	82.7	93.1	73.8
30	07/01/2023	83.3	93.8	73.8
34	11/01/2023	81.8	92.6	67.5
37	13/01/2023	82.3	94.3	74.6
39	23/01/2023	78.4	96.7	73.2
40	23/01/2023	79.1	96.6	73.2
43	08/02/2023	87.6	97.2	66.3
46	14/02/2023	85.4	98.2	80.9
49	14/02/2023	92.1	95.3	80.9
50	27/02/2023	94.4	94.4	74.7
52	13/03/2023	92.1	92.4	82.6
55	17/03/2023	96.1	94.7	76.8
56	20/03/2023	97.1	96.9	75.3
57	22/03/2023	96.5	98.3	74
Desviación estándar		8.98	6.58	3.80
Promedio		83.2	92.0	74.5
Máximo		97.1	98.3	82.6
Mínimo		65.5	73	66.3

10. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1. Discusión

En el periodo de noviembre 2022 a marzo 2023 se registraron 58 nidos donde se contabilizó un total de 5.546 huevos, con un éxito de emergida y eclosión del 48.79% y 49.35% respectivamente tanto para nidos *ex situ* como *in situ*. En cuanto a nidos *in situ* se registró un total de 12 nidos contabilizando 1.161 huevos, con una 48.44% de emergida y un 47.37% de eclosión. Los porcentajes registrados de ambos índices en este estudio fueron menores a los reportados por la REMACOPSE en el informe de la Convención Inter-Americana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas, donde registraron 58 nidos contabilizando 5.079 huevos, con éxito de emergida del 66.88% y de eclosión de 69.69% pero para nidos *in situ* (CIT, 2020)

En relación al tipo de malformaciones encontradas (7) en este estudio, estas fueron menores a las registradas por Guevara y Montano (2020) en Jiquilillo - México, en neonatos de *Lepidochelys olivacea*, quienes identificaron 12 tipos de malformaciones, diferenciándose en cuanto a los resultados, que en la presente investigación no se encontraron malformaciones como: enanismo y caparazón abultado, los cuales fueron las principales malformaciones registradas por Guevara

y Montano. Sin embargo, si se dio una similitud en cuanto al tipo de malformación de caparazón atrofiado.

Bárcenas y Maldonado (2009) reportaron en neonatos de tortuga Golfina en Nuevo Vallarta - México, prevalencias de malformaciones en un 1.8 %, con una intensidad de 1.57 malformaciones por organismo en nidos *ex situ*, siendo los valores documentados en el presente estudio superiores en cuanto a prevalencia, con un 4%. Pero, presentando una intensidad menor en 1.12 malformaciones por organismo. Al contrario, Gómez (2021), en su estudio realizado para la misma especie en playas de Nicaragua registró valores superiores en cuanto a prevalencia e intensidad de malformaciones en el vivero (nidos *ex situ*) obteniendo hasta un 6.9% y 1.62 malformación/ organismo, respectivamente.

El periodo de incubación promedio para nidos *ex situ* fue de 66 días, lo cual de acuerdo con Verho (2014), se encuentra fuera de los rangos establecidos (entre 55 a 60 días). Sin embargo, Collin (2015), menciona que, en nidos de tortuga Golfina en Ensenada, Baja California, el periodo de incubación puede extenderse hasta 80 días en los meses más fríos, lo cual coincide con lo encontrado en el presente estudio, donde al inicio de la temporada de anidación de la T. Golfina en la REMACOPSE, se registraron temperaturas ambientales bajas de 19°C, lo que prolongo el periodo de incubación de los huevos en los nidos, llegando hasta 87 días.

De la Torre-Robles; Buenrostro-Silva y García Grajales (2014), menciona que para los nidos de *L. olivacea* en Playa San Juan, Oaxaca, México, la temperatura de la cámara del nido promedio más baja fue de 22.2 °C y la más alta de 36.1 °C. Difiriendo un poco con este estudio, donde se obtuvo valores diferentes, siendo el promedio de temperatura del nido de 26.4°C y el valor máximo de 33.7°C, temperaturas que pueden verse influenciadas por diversos factores, como nubosidad, lluvias o condiciones climáticas varias.

10.2. Conclusiones

- El promedio de éxito de emergida y eclosión entre nidos *ex situ* e *in situ* de T. Golfina fue de 48.79%, y 49.35%, respectivamente, resultando en un porcentaje menor a lo registrado en la temporada de anidación 2019-2020 en la REMACOPSE.
- Se identificó 7 tipos de malformaciones, encontradas en 3 regiones anatómicas (caparazón, cabeza y aleta), donde, la gran mayoría se registraron a nivel del caparazón, siendo el caparazón atrofiado el tipo de malformación más frecuente con relación a las otras.
- El índice de prevalencia (4 %), resultó en un porcentaje mayor con respecto a estudios realizados por distintos investigadores en otras regiones. No obstante, al no ser registradas anteriormente en el área protegida en la cual se realizó el estudio, no se puede determinar si esto ha sucedido antes, sin embargo, se observó al menos un neonato con malformación en aproximadamente la mitad de los nidos.

- La temperatura ambiental en esta temporada registró en un rango de variabilidad con temperaturas de 19°C hasta temperaturas de 28°C. Lo cual no se registró en la temperatura de la cámara de los nidos la cual tuvo un rango mínimo de 24.80°C y un rango máximo de 32.97°C.

10.3. Recomendaciones

- La implementación de los viveros en la REMACOPSE se basa en la conservación de las especies amenazadas presentes en el área, donde se han desarrollado los primeros pasos, sin embargo, se requiere del estudio de algunas variables, como son los parámetros ambientales, para lograr una efectividad en el manejo de nidos *ex situ*.
- Se recomienda, contar con más unidades de toma de temperatura dentro de los nidos (data logger), para establecer posibles relaciones de la temperatura con el desarrollo de los neonatos, determinación del sexo y éxito de emergida.
- También se recomienda, realizar estudios de otras variables como la química y granulometría de la arena, que son aspectos que la literatura menciona como relevantes para el desarrollo de los neonatos.
- Considerar también estudios a futuro con la genética de los neonatos de Golfina, con el fin de dar a conocer las posibles causas de enfermedades congénitas y malformaciones que se presentan en las tortugas.

11. BIBLIOGRAFÍA

Abreu-Grobois, A. &. (2008). La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN.

Obtenido de La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN:

<https://www.iucnredlist.org/es/species/11534/3292503>

Ambiente, C. O. (2019). Reglamento al código orgánico del ambiente.

CIT. (2020). Convención Inter-Americana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas.

Colin, A. (2015). Anidación y conservación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en dos playas de la costa occidental de Baja California Sur, México: 1995-2013. Ensenada, Baja California.

Contreras-Merida, M. R., & Morales-Mérida, B. A. (2021). Relación entre la temperatura de incubación y la asimetría del carapacho de neonatos de *Lepidochelys olivacea* incubados en el Área de Usos Múltiples Hawaii (AUMH), Santa Rosa, Guatemala. Santa Rosa, Guatemala.

Didiher Chacon, B. D. (2008). Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica. Costa Rica: Héctor Gamboa.

Didiher Chacón, J. S. (2007). *Manual para el manejo y la conservación de las tortugas marinas en Costa Rica; con énfasis en la operación de proyectos de playas y viveros*. Costa Rica: Asociación ANAI y el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC)-MINAE

- Garduño, M. E. (2021). Ecología de anidación de *Lepidochelys olivacea*, in situ vs. ex situ, en el área natural protegida Parque Nacional Cabo Pulmo, Baja California Sur, México. Ensenada.
- Gasca, A. M. (2009). Malformaciones en embriones y neonatos de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en Nuevo Vallarta, Nayarit, México. Nuevo Vallarta.
- López, M. (2002). Densidad y características de anidación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), en Cabo Pulmo, B.C.S. Baja California Sur, México.
- MAATE, W. G. (2021). Protocolo Operativo Estándar para la Protección, Manejo y Monitoreo de Nidos de Tortugas Marinas en la Costa Continental del Ecuador. Guayaquil, Ecuador.
- Rojas, M., & Walker, L. (2012). Malformaciones Congénitas: Aspectos Generales y Genéticos. Chile.
- Shanker, K. (2018). Marine turtle status and conservation in the Indian Ocean (Kartik Shanker). Obtenido de Marine turtle status and conservation in the Indian Ocean (Kartik Shanker): <https://www.fao.org/3/y5750e/y5750e05.htm#bm05>
- Vargas, A. H. (2018). Efectos de la exposición crónica al estrés asociados a la incubación de huevos en nidos hechos por el hombre y a la retención de neonatos de tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*). Morelia, Michoacán.
- Vega, Y. R. (2007). *Determinación del porcentaje de emergencia en neonatos de tortuga golfina Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1829) en isla cañas, pacífico panameño*. Panamá.

- Cervantes, M. G. (1996). Influencia de la temperatura y la humedad en la sobrevivencia en nidos *in situ* y en corral de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en Las Coloradas. Las coloradas, Mexico: Centro Regional de Investigacion Pesquera de Yucalpeten .
- Eckert, K. L. (2001). Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe – Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo. Santo Domingo, Republica Dominicana: WIDECAST, UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG), WWF y el Programa Ambiental del Caribe del PNUMA.
- Gabriela, M. (2012). Composición y distribución de eufáusidos (crustacea) en el mar ecuatoriano. A.
- MAATE, W. G. (2021). Protocolo Operativo Estándar para la Protección, Manejo y Monitoreo de Nidos de Tortugas Marinas en la Costa Continental del Ecuador. Guayaquil, Ecuador.: WildAid Inc., Cooperación Técnica Alemana – GIZ.
- Ministerio del Ambiente y Agua, W. C.–G. (2020). Plan de acción para la conservación de tortugas marinas en ecuador 2020-2030.
- Ministerio del Ambiente, A. y. (11 de enero de 2022). Puntilla de Santa Elena. Puntilla de Santa Elena una de las áreas protegidas más visitadas en el 2021, pág. 1.
- Abreu-Grobois, F. A., Bjorndal, K. A., Donnelly, M., & Eckert, K. L. (1999). Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/7657>

- Arzola-González, J. F. (2007). Humedad y temperatura en nidos naturales y artificiales de tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz 1829). *Revista de biología marina y oceanografía*, 42(3), 377-383.
<https://doi.org/10.4067/S0718-19572007000300017>
- Bárceñas Ibarra, A., & Maldonado Gasca, A. (2009). Malformaciones en embriones y neonatos de tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en Nuevo Vallarta, Nayarit, México. *Veterinaria México*, 40(4), 371-380.
- Contreras-Mérida, M. R., & Morales-Mérida, B. A. (2021). Relación entre la temperatura de incubación y la asimetría del carapacho de neonatos de *Lepidochelys olivacea* incubados en el Área de Usos Múltiples Hawaii (AUMH), Santa Rosa, Guatemala. *Revista Científica*, 30(1), 27-36.
<https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v30i1.18>
- Guevara Navarro, J. E., & Montano Gómez, E. M. (2020). Determinación del porcentaje de tortuguillos de la especie *Lepidochelys olivácea* que eclosionan con malformaciones congénitas en un proyecto de conservación de tortugas marinas Jiquilillo, Chinandega, agosto-octubre 2019 [Thesis].
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/7780>
- Inter-American Sea Turtle Convention. (s. f.). Recuperado 8 de septiembre de 2022, de <http://www.iacseaturtle.org/informes.htm>
- López Correa, J. Y. (2010). Diferenciación gonádica en crías de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) (Testudinata: Cheloniidae) [Thesis, Instituto

Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas].

<http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/14065>

Márquez, R. (2008). Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Fondo De Cultura Economica.

Marquez, R. (1990). Sea Turtles of the World. En R. Marquez, Fao Species Catalogue (pág. 86). Mexico.

Moustakas-Verho, J. E., Zimm, R., Cebra-Thomas, J., Lempiäinen, N. K., Kallonen, A., Mitchell, K. L., Hämäläinen, K., Salazar-Ciudad, I., Jernvall, J., & Gilbert, S. F. (2014). The origin and loss of periodic patterning in the turtle shell. *Development (Cambridge, England)*, 141(15), 3033-3039.
<https://doi.org/10.1242/dev.109041>

Rafferty, A. R., & Reina, R. D. (2014). The influence of temperature on embryonic developmental arrest in marine and freshwater turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 450, 91-97.
<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.10.018>

Sandoval, J. L. (2017, septiembre 28). Item 1007/1603 | Repositorio CICESE.
<http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/1603>

12. ANEXOS

Tabla 8. Valores de desarrollo embrionario.

Nido	N° total de huevos	Infértiles	S.D.A	I	II	III	IV	Indeterminado	Huevos no eclosionados
LO-001	105	0	2	2	0	1	2	0	7
LO-002	104	0	15	89	0	0	0	0	104
LO-003	83	0	9	3	2	35	11	0	60
LO-004	130	0	0	82	20	28	0	0	130
LO-005	97	0	1	1	2	10	44	0	58
LO-006	88	0	6	3	11	25	34	2	81
LO-007	123	0	20	0	0	0	16	0	36
LO-008	89	0	8	2	11	12	3	0	36
LO-009	106	0	50	5	5	11	9	0	80
LO-010	90	0	17	1	4	3	12	12	49
LO-011	66	0	2	1	1	3	17	0	24
LO-012	99	0	24	1	5	10	6	3	49
LO-013	80	0	32	4	6	6	1	1	50
LO-014	88	0	58	4	3	5	0	13	83
LO-015	94	0	5	5	3	4	3	4	24
LO-016	115	0	8	0	5	10	48	4	75
LO-017	86	0	15	3	4	8	9	0	39
LO-018	109	0	51	1	0	4	16	0	72
LO-019	105	0	4	1	3	3	1	1	13
LO-020	105	0	2	0	0	0	0	0	2
LO-021	127	0	20	0	0	30	50	0	100
LO-022	110	0	10	0	2	0	1	0	13
LO-023	93	2	2	1	0	0	3	4	12
LO-024	83	0	1	2	11	15	8	2	39
LO-025	81	0	21	5	3	0	0	4	33
LO-026	84	4	27	0	3	0	0	12	46
LO-027	90	0	0	0	0	0	1	8	9
LO-028	81	36	0	0	8	0	0	0	44

LO-029	91	0	0	0	4	3	3	20	30
LO-030	119	0	5	0	2	1	0	36	44
LO-031	79	0	4	0	1	1	2	35	43
LO-032	89	3	0	0	0	2	0	5	10
LO-033	89	4	0	1	1	2	30	0	38
LO-034	74	0	15	0	1	0	0	16	32
LO-035	103	0	9	1	1	2	10	17	40
LO-036	106	0	9	1	0	2	5	1	18
LO-037	115	0	31	0	0	3	4	0	38
LO-038	100	0	5	2	3	2	3	24	39
LO-039	100	0	20	4	0	0	0	11	35
LO-040	82	0	8	1	0	2	8	14	33
LO-041	116	0	26	0	2	4	0	13	45
LO-042	76	0	40	6	7	2	0	6	61
LO-043	81	0	57	3	0	0	0	9	69
LO-044	90	0	30	13	6	5	3	12	69
LO-045	109	3	85	3	5	0	1	0	97
LO-046	88	0	15	0	0	5	0	6	26
LO-047	79	0	72	0	0	0	0	0	72
LO-048	84	0	15	2	2	6	0	2	27
LO-049	139	0	24	3	6	20	0	50	103
LO-050	114	0	88	2	0	0	1	2	93
LO-051	58	0	17	11	0	10	2	1	41
LO-052	107	0	107	0	0	0	0	0	107
LO-053	59	0	7	1	5	4	0	5	22
LO-054	93	0	0	0	0	0	0	93	93
LO-055	105	0	8	1	0	0	0	0	9
LO-056	99	0	0	0	0	0	0	1	1
LO-057	102	0	102	0	0	0	0	0	102
LO-058	89	0	2	0	2	0	0	0	4

Tabla 9. Porcentajes de actividad de los embriones encontrados en los huevos no eclosionados.

	HUEVOS	PORCENTAJES
Infértiles	52	2%
S.D.A	1211	43%
I	271	10%
II	160	6%
III	299	11%
IV	367	13%
Indeterminado	449	16%
N° total de huevos no eclosionados	2809	100%

Tabla 10. Tabla general de nidos *ex situ*.

Nido	Fecha de Anidación	Fecha Estimada de Emergida	Fecha Exhumación	Período de incubación	Profundidad		N° total de huevos	Huevos no eclosionados	Huevos eclosionados	Crías muertas	Crías vivas	Total Malf.	Éxito de emergida	Éxito de eclosión
					Inicial	Final								
LO-008	17/09/2022	11/11/2022	11/12/2022	85	28	44	89	36	53	2	51	2	59.55%	59.55%
LO-009	18/09/2022	12/11/2022	14/12/2022	87	36	52	106	80	26	4	22	2	24.53%	24.53%
LO-010	18/09/2022	12/11/2022	13/12/2022	86	17	38	90	49	41	8	33	11	45.56%	45.56%
LO-011	23/09/2022	17/11/2022	15/12/2022	83	30	-	66	24	42	5	37	17	63.64%	63.64%
LO-012	27/09/2022	21/11/2022	13/12/2022	77	28	44	99	49	50	2	48	0	43.02%	50.51%
LO-013	02/10/2022	26/11/2022	21/12/2022	80	30	-	80	50	30	1	29	0	37.50%	37.50%
LO-014	05/10/2022	29/11/2022	26/12/2022	82	33	44.5	88	83	5	0	5	4	5.68%	5.68%
LO-015	07/10/2022	01/12/2022	24/12/2022	78	27	45	94	24	70	3	67	8	74.47%	74.47%
LO-016	09/10/2022	03/12/2022	26/12/2022	78	24	58	115	75	40	17	23	0	34.78%	34.78%
LO-017	09/10/2022	03/12/2022	26/12/2022	78	28	48	86	39	47	11	36	3	54.65%	54.65%
LO-018	10/10/2022	04/11/2022	26/12/2022	77	26	37	109	72	37	0	37	0	33.94%	33.94%
LO-019	16/10/2022	10/12/2022	24/12/2022	69	34	48	105	13	92	7	85	16	87.62%	87.62%
LO-020	17/10/2022	11/12/2022	05/01/2023	80	18	44	105	2	103	1	102	2	98.10%	98.10%
LO-021	18/10/2022	12/12/2022	05/01/2023	79	19	45	127	100	27	0	27	5	21.26%	21.26%
LO-022	20/10/2022	14/12/2022	05/01/2023	77	34	49	110	13	97	3	94	1	88.18%	88.18%
LO-023	20/10/2022	14/12/2022	07/01/2023	79	30	38	93	12	81	8	73	0	87.10%	87.10%
LO-025	22/10/2022	16/12/2022	07/01/2023	77	32	39	81	33	48	0	48	0	59.26%	59.26%
LO-026	25/10/2022	19/12/2022	07/01/2023	74	38	42	84	46	38	4	34	0	45.24%	45.24%
LO-027	25/10/2022	19/12/2022	07/01/2023	74	36	50	90	9	81	4	77	2	90.00%	90.00%
LO-029	31/10/2022	25/12/2022	07/01/2023	68	28	41	91	30	61	3	58	0	67.03%	67.03%
LO-030	31/10/2022	25/12/2022	07/01/2023	68	31	49	119	44	75	3	72	1	63.03%	63.03%
LO-031	01/11/2022	26/12/2022	11/01/2023	71	15	42	79	43	36	6	30	0	45.57%	45.57%
LO-034	31/10/2022	25/12/2022	11/01/2023	72	-	-	74	32	42	4	38	1	56.76%	56.76%
LO-035	06/11/2022	31/12/2022	11/01/2023	66	22	43	103	40	63	17	46	2	61.17%	61.17%
LO-036	16/11/2022	10/01/2023	11/01/2023	56	32	43	106	18	88	1	87	5	83.02%	83.02%
LO-037	23/11/2022	17/01/2023	13/01/2023	51	25	39	115	38	77	4	73	0	65.77%	66.96%
LO-038	29/11/2022	23/01/2023	23/01/2023	55	33	51	100	39	61	9	52	0	61.76%	61.00%
LO-039	29/11/2022	23/01/2023	23/01/2023	55	20	40	100	35	65	0	65	0	63.92%	65.00%
LO-040	30/11/2022	24/01/2023	23/01/2023	54	26	41	82	33	49	2	47	0	59.76%	59.76%
LO-041	08/12/2022	01/02/2023	30/01/2023	53	32	42	116	45	71	1	70	1	61.21%	61.21%
LO-042	10/12/2022	03/02/2023	08/02/2023	60	19	44	76	61	15	0	15	0	19.74%	19.74%
LO-043	13/12/2022	06/02/2023	08/02/2023	57	33	48	81	69	12	0	12	0	14.81%	14.81%
LO-044	15/12/2022	08/02/2023	08/02/2023	55	15	34	90	69	21	1	20	2	23.33%	23.33%
LO-045	20/12/2022	13/02/2023	10/02/2023	52	15	41	109	97	12	0	12	0	11.01%	11.01%
LO-046	20/12/2022	13/02/2023	14/02/2023	56	-	-	88	26	62	8	54	8	70.45%	70.45%
LO-047	21/12/2022	14/02/2023	14/02/2023	55	15	30	79	72	7	0	7	0	8.86%	8.86%
LO-048	24/12/2022	17/02/2023	14/02/2023	52	40	47	84	27	57	0	57	1	67.86%	67.86%
LO-049	24/12/2022	17/02/2023	14/02/2023	52	23	44	139	103	36	8	28	0	25.90%	25.90%
LO-050	03/01/2023	27/02/2023	27/02/2023	55	30	48	114	93	21	0	21	3	18.42%	18.42%
LO-051	08/01/2023	04/03/2023	14/02/2023	37	-	-	58	41	17	1	16	0	29.31%	29.31%
LO-052	12/01/2023	08/03/2023	13/03/2023	60	30	45	107	107	0	0	0	0	0.00%	0.00%
LO-053	13/01/2023	09/03/2023	13/02/2023	59	24	42	59	22	37	0	37	0	72.84%	62.71%
LO-054	11/01/2023	07/03/2023	28/02/2023	48	-	-	93	93	0	0	0	0	0.00%	0.00%
LO-055	27/01/2023	23/03/2023	17/03/2023	49	21	43	105	9	96	6	90	3	91.43%	91.43%
LO-056	29/01/2023	25/03/2023	20/03/2023	50	12	38	99	1	98	1	97	0	98.99%	98.99%
LO-057	02/02/2023	29/03/2023	22/03/2023	48	26	41	102	102	0	0	0	0	0.00%	0.00%

Tabla 11. Tabla general de nidos *in situ*.

Nido	Fecha de Anidación	Fecha Estimada de Emergida	Fecha Exhumación	Período de incubación	Profundidad		N° total de huevos	Huevos no eclosionados	Huevos eclosionados	Crías muertas	Crías vivas	Total Malf.	Éxito de emergida	Éxito de eclosión
					Inicial	Final								
LO-001	27/07/2022	20/09/2022	12/10/2022	77	24	-	105	7	98	2	96	13	93.33%	93.33%
LO-002	05/08/2022	29/09/2022	08/11/2022	95	30	-	104	104	0	0	0	0	0.00%	0.00%
LO-003	21/08/2022	15/10/2022	25/11/2022	96	31	-	83	60	23	10	13	7	31.82%	27.71%
LO-004	01/09/2022	26/10/2022	02/12/2022	92	30	-	130	130	0	0	0	0	0.00%	0.00%
LO-005	03/09/2022	28/10/2022	14/12/2022	102	27	-	97	58	39	17	22	3	40.21%	40.21%
LO-006	03/09/2022	28/10/2022	24/12/2022	112	31	-	88	81	7	6	1	0	6.90%	7.95%
LO-007	17/09/2022	11/11/2022	24/12/2022	98	27	-	123	36	87	20	67	11	74.83%	70.73%
LO-024	20/10/2022	14/12/2022	21/12/2022	62	-	-	83	39	44	0	44	0	53.01%	53.01%
LO-028	24/10/2022	18/12/2022	04/01/2023	72	-	-	81	44	37	0	37	4	45.68%	45.68%
LO-032	27/10/2022	21/12/2022	08/01/2023	73	-	-	89	10	79	1	78	9	88.76%	88.76%
LO-033	27/10/2022	21/12/2022	08/01/2023	73	-	-	89	38	51	5	46	5	57.30%	57.30%
LO-058	03/02/2023	30/03/2023	03/03/2023	28	14	-	89	4	85	0	85	0	95.51%	95.51%

Tabla 12. Valores para cálculo de éxito de emergida.

Cascarones	C	2765
Huevos no eclosionados	HSDA y HNE	2809
Depredados	D	93
Éxito de emergida		48.79%

Tabla 13. Valores para cálculo del éxito de eclosión.

Crías muertas	CM	216
Crías vivas	CV	2521
Número total de huevos	Huevos totales	5546
Éxito de eclosión		49.35%

Tabla 14. Cálculo de prevalencia e intensidad.

Índices			
Prevalencia	$P = (\text{número de organismos que presentan malformaciones}) / (\text{Neonatos totales})$	$P = 89/2032$	4%
Intensidad	$I = (\text{número de malformaciones encontradas}) / (\text{Número de organismos que presentan malformaciones})$	$I = 100/89$	1.12

Tabla 15. Valores de malformaciones *ex situ*.

Nido	Fecha Exhumación	Caparazón	Extremidades	Cola	Cabeza	Malformaciones	Neonatos con malformaciones	Crías vivas
8	11/12/2022	2	0	0	0	2	2	51
9	14/12/2022	0	2	0	0	2	2	22
10	13/12/2022	9	2	0	0	11	9	33
11	15/12/2022	13	4	0	0	17	15	37
12	13/12/2022	0	0	0	0	0	0	48
13	21/12/2022	0	0	0	0	0	0	29
14	26/12/2022	3	0	1	0	4	3	5
15	24/12/2022	7	0	0	1	8	7	67
16	26/12/2022	0	0	0	0	0	0	23
17	26/12/2022	3	0	0	0	3	3	36
18	26/12/2022	0	0	0	0	0	0	37
19	24/12/2022	16	0	0	0	16	16	85
20	05/01/2023	2	0	0	0	2	2	102
21	05/01/2023	5	0	0	0	5	5	27
22	05/01/2023	1	0	0	0	1	1	94
23	07/01/2023	0	0	0	0	0	0	73
25	07/01/2023	0	0	0	0	0	0	48
26	07/01/2023	0	0	0	0	0	0	34
27	07/01/2023	2	0	0	0	2	2	77
29	07/01/2023	0	0	0	0	0	0	58

30	07/01/2023	0	0	0	1	1	1	72
31	11/01/2023	0	0	0	0	0	0	30
34	11/01/2023	0	0	0	1	1	1	38
35	11/01/2023	2	0	0	0	2	2	46
36	11/01/2023	5	0	0	0	5	5	87
37	13/01/2023	0	0	0	0	0	0	73
38	23/01/2023	0	0	0	0	0	0	52
39	23/01/2023	0	0	0	0	0	0	65
40	23/01/2023	0	0	0	0	0	0	47
41	30/01/2023	1	0	0	0	1	1	70
42	08/02/2023	0	0	0	0	0	0	15
43	08/02/2023	0	0	0	0	0	0	12
44	08/02/2023	2	0	0	0	2	1	20
45	10/02/2023	0	0	0	0	0	0	12
46	14/02/2023	6	2	0	0	8	6	54
47	14/02/2023	0	0	0	0	0	0	7
48	14/02/2023	1	0	0	0	1	1	57
49	14/02/2023	0	0	0	0	0	0	28
50	27/02/2023	3	0	0	0	3	2	21
51	14/02/2023	0	0	0	0	0	0	16
52	13/03/2023	0	0	0	0	0	0	0
53	13/02/2023	0	0	0	0	0	0	37
54	28/02/2023	0	0	0	0	0	0	0
55	17/03/2023	2	0	1	0	3	2	90
56	20/03/2023	0	0	0	0	0	0	97
57	22/03/2023	0	0	0	0	0	0	0
Total		85	10	2	3	100	89	2032



Figura 14. Reubicación de nido encontrado en playa tres cruces.



Figura 15. Nido de tortuga Golfina no reubicado en la playa de punta brava.



Figura 16. Reubicación y manejo de nidos en el vivero.



Figura 17. Reubicación de nidos en monitoreo nocturno.



Figura 18. Transporte de nidos.



Figura 19. Huevo fértil de *Lepidochelys olivacea*.



Figura 20. Huevo infértil de *Lepidochelys olivacea*.



Figura 21. Huevo con deformidad.



Figura 22. Exhumación de nidos en el vivero.



Figura 23. Neonato muerto de *L. olivacea* con presencia de larvas.



Figura 24. Huevo de *L. olivacea* con presencia de bacterias.



Figura 25. Huella de tortuga Golfina (*L. olivacea*).



Figura 26. Embrión de *L. olivacea* en fase I de desarrollo.



Figura 27. Embrión de *L. olivacea* en fase II de desarrollo.



Figura 28. Embrión de *L. olivacea* en fase III de desarrollo.



Figura 29. Embrión de *L. olivacea* en fase IV de desarrollo.



Figura 30. Neonato de tortuga Golfina con múltiples malformaciones.

Tabla 16. Ficha para la recolección de datos.

Ficha técnica para la recolección de datos							
Fecha:		N° de nido:	60				
Lugar:	Playa tres cruces						
N° huevos totales:				N° huevos eclosionados:			
Crías	Vivas:		Muertas:		Malformadas:		
I:		II:		III:		IV:	
Observaciones:							
Medidas (cm)							
	Neonato normal			Neonato malformado			
Largo T.							
Largo C.							
Ancho C.							
Malformaciones							
Caparazón:		Cabeza:		Extremidades:		Cola:	
Detalle:							