

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, UNAN-León  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS Y VETERINARIAS.  
DEPARTAMENTO DE ACUICOLA.  
INGENIERIA ACUICOLA.



MONOGRAFIA PARA OPTAR AL GRADO DE INGENIERO ACUICOLA

TEMA:

“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”.

Autores:

Br. José Enrique Guevara Navarro.

Br. Edgar Martin Montano Gómez.

León, 01 de abril de 2020

“A la Libertad por la Universidad”

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA- UNAN-León  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS Y VETERINARIAS.  
DEPARTAMENTO DE ACUICULTURA.  
INGENIERIA ACUICOLA.



MONOGRAFIA PARA OPTAR AL GRADO DE INGENIERO ACUICOLA

TEMA:

“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”.

Autores:

Br. José Enrique Guevara Navarro.

Br. Edgar Martin Montano Gómez.

Tutor:

Lic. Grettel Marisol Hernández Fernández

León, 01 de abril de 2020

“A la Libertad por la Universidad”

## **AGRADECIMIENTOS.**

Agradezco primeramente a Dios por brindarme la vida, la salud, la sabiduría y la paciencia para sobrellevar todos los obstáculos y retos que sobrepuso las áreas que forman parte de la carrera.

Seguidamente agradezco especialmente a mi mamá Olga Marina Navarro, por ser ese pilar fundamental de conocimiento, consejo y ánimo a seguir, cuando la situación parecía no tener salida y pensaba en rendirme. A mis hermanos Marina Guevara y Gerson Guevara, ya que sin su ayuda, nada de esto hubiese sido posible, a mis demás hermanos por haber estado siempre ahí cuando los necesite en las distintas etapas de mi vida.

Agradezco al señor Gerardo Cáceres, propietario del Monty's Beach Longe, por facilitarnos y acogernos en las instalaciones de su hotel para que realizáramos nuestro proyecto de investigación, así como al Lic. Alan Quiroz. Encargado del proyecto de conservación de tortugas marinas por ser uno de los pilares fundamentales de conocimiento en el cual nos apoyamos durante el transcurso de nuestra investigación y a la Ing. Karelía Hernández por ser una de esas personas que me ayudaron en momentos esenciales de mi investigación.

A mis maestros, pero en especial a PhD. María Eugenia Cerda Castillo, PhD. Claudia María Dolmus Bustillo y a la Lic. Brenda Quintana por haber sido de las piezas fundamentales en mi formación y crecimiento académico, por haberme brindado más que sus conocimientos y por estar a la disposición siempre que necesite de ellas. A mis amistades por brindarme su cariño y consejo cuando más lo necesite. A mi tutora la Lic. Grettel Hernández, por no dudar cuando se le solicito ser la tutora de nuestra investigación, por brindarnos sus conocimientos, tiempo y dedicación para que pudiéramos salir adelante y por ser más que una maestra, una amiga y consejera.

Br. José Enrique Guevara Navarro.

## **DEDICATORIA.**

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios nuestro señor Jesucristo por haberme permitido finalizar mis estudios satisfactoriamente ya que sin la ayuda de él nada es posible.

A mis padres, gracias al sacrificio que ellos han hecho para darme la oportunidad de recibir el pan del saber y ser persona de bien, de lo cual ellos puedan sentirse muy orgullosos de haber alcanzado una carrera profesional y poderme valer por mí mismo.

A mis docentes que me han transmitido su sabiduría a través de sus enseñanzas y consejos durante los cinco años que me prepararon para ser una persona útil a nuestra sociedad y a las empresas donde me voy a desempeñar con ética, honradez, disciplina y sobre todo con los conocimientos adquiridos de ellos. También los aliento a que sigan preparando a las futuras generaciones de profesionales ya que es un legado de nuestra universidad.

A mi alma mater por permitirme concluir mi carrera y tener un arma con la cual defenderme en mi vida y en mi futuro para pensar en formar una familia y que mis hijos tengan la misma oportunidad de estudiar en mi querida universidad UNAN–LEON.

Br. Edgar Martín Montano Gómez.

## **RESUMEN.**

Con el propósito de conocer las malformaciones en neonatos de tortuga paslama (*Lepidochelys olivácea*) en la franja Jiquilillo-Padre Ramos, Chinandega, se muestrearon 15 nidos de estos organismos, para registrar el número total de huevos, el total de neonatos con algún tipo de malformación y el total de neonatos; los datos se analizaron con los índices de prevalencia, incidencia e intensidad, además de la correlación de la temperatura y salinidad con la presencia de malformaciones. Se obtuvo como resultado una sobrevivencia del 69%, se identificaron 12 tipos de malformaciones presentadas por los neonatos, agrupadas en 4 regiones anatómicas: caparazón (54.5%), aleta (4.5%), cabeza (27.3%) y cuerpo (13.7%). La región corporal de los neonatos con mayor frecuencia de malformaciones fue el caparazón. Los tipos de malformaciones más frecuentes fueron enanismo, caparazón abultado y el caparazón atrofiado, con un 14% cada uno. Se observó una correlación escasa entre la temperatura y las malformaciones ( $R=0.222$ ), entre salinidad y malformaciones presentes tampoco se observa correlación ( $R=0.049$ ), en cambio la temperatura y salinidad mostraron una correlación inversa ( $R=-0.141$ ). Los índices obtenidos la prevalencia (2.42%), resultado elevado en comparación con estudios previos realizados en México por Bárcenas y Maldonado (2009), mientras que la intensidad (1.26), presentó un valor menor, en comparación con dichos estudios. Se obtuvo una incidencia de malformaciones de 0.028. Las tortugas de Jiquilillo-Padre Ramos pueden estar expuestas a contaminantes antropogénicos, así como una influencia de la poca variabilidad genética debido a ser una zona de anidación solitaria, pero hace falta realizar estudios a largo plazo para corroborar esta relación.

## **AUTORIZACION.**

Grettel Marisol Hernández Fernández, Profesora del Departamento de Acuícola, Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinaria de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, (UNAN-León),

### **CERTIFICA:**

Que la presente memoria titulada “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” presentada por los Br. José Enrique Guevara Navarro y Br. Edgar Martin Montano Gómez para optar al grado de Ingeniero acuícola por la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, ha sido realizada bajo su dirección y que hallándose concluida autoriza su presentación para que pueda ser juzgada por el tribunal correspondiente.

Y para que así conste y surta los efectos oportunos, firmo el presente en León, a los 28 días del mes de febrero del año 2020.

---

Lic. Grettel Marisol Hernández Fernández

## INDICE.

<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 GENERAL.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 ESPECÍFICOS.....</b>	<b>4</b>
<b>III. MARCO TEORICO.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 TORTUGAS MARINAS EN NICARAGUA.....</b>	<b>5</b>
3.1.1 Situación de las tortugas marinas.....	5
3.1.2 Amenazas sobre las tortugas marinas.....	5
<b>3.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA <i>LEPIDOCHELYS OLIVÁCEA</i>.....</b>	<b>7</b>
3.2.1 Biología.....	7
3.2.2 Taxonomía.....	8
3.2.3 Morfología Externa.....	8
3.2.4 Ciclo de Vida.....	9
3.2.5 Hábitat y Alimentación.....	12
3.2.6 Abundancia y Distribución.....	13
3.2.7 Diversidad Genética.....	14
3.2.8 Malformaciones Congénitas en tortuguillos.....	15
<b>3.3 ÍNDICES DE PREVALENCIA E INCIDENCIA.....</b>	<b>17</b>
3.3.1 Prevalencia.....	17
3.3.2 Incidencia.....	18
3.3.3 Incidencia acumulada.....	19
<b>IV. DISEÑO METODOLOGICO.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 TIPO DE ESTUDIO.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>20</b>
<b>4.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO.....</b>	<b>20</b>
<b>4.4 MUESTRA.....</b>	<b>21</b>
<b>4.5 FUENTE DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>4.6 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>21</b>
<b>4.7 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>22</b>

<b>4.8</b>	<b>PLAN DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....</b>	<b>22</b>
4.8.1	Malformaciones congénitas: Prevalencia e intensidad. ....	22
4.8.2	Temperatura. ....	23
4.8.3	Salinidad. ....	24
<b>4.9</b>	<b>PLAN DE ANÁLISIS.....</b>	<b>24</b>
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1</b>	<b>SOBREVIVENCIA.....</b>	<b>25</b>
<b>5.2</b>	<b>MALFORMACIONES CONGENITAS.....</b>	<b>27</b>
5.2.1	Medición del tamaño de la aleta y el caparazón en los neonatos. ....	27
5.2.2	Tipos de malformaciones presentes en los neonatos. ....	28
<b>5.3</b>	<b>CORRELACION DE MALFORMACIONES CONGENITAS CON FACTORES MEDIOAMBIENTALES.....</b>	<b>33</b>
5.3.1	Temperatura monitoreada en los nidos. ....	33
5.3.2	Salinidad monitoreada en los nidos. ....	34
5.3.3	Correlación de Temperatura, salinidad y malformaciones presentes. ....	35
<b>5.4</b>	<b>INDICES DE PREVALENCIA, INCIDENCIA E INTENSIDAD.....</b>	<b>36</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>VIII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>39</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>46</b>
9.1	DISEÑO DEL CRIADERO UTILIZADO. ....	46
9.2	FORMATO DE HOJA DE CAMPO UTILIZADA. ....	47
9.3	CORRELACIONES REALIZADAS.....	48

## **LISTADO DE TABLAS.**

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la tortuga olivácea. .... 8

Tabla 2: Número y proporción de malformaciones por región anatómica, por tipo y nivel de severidad. .... 29

Tabla 3: Correlación de la Temperatura, salinidad y malformaciones en neonatos. .... 48

## LISTADO DE FIGURAS.

Figura 1: Valores de sobrevivencia por cada nido muestreado.....	25
Figura 2: Promedio del tamaño del caparazón en los neonatos de <i>Lepidochelys olivacea</i> .....	27
Figura 3: Promedio del tamaño de la aleta de los neonatos de <i>Lepidochelys olivacea</i> .....	28
Figura 4: Neonato de tortuga paslama ( <i>Lepidochelys olivácea</i> ) con el caparazón abultados.....	30
Figura 5: Neonato de tortuga paslama ( <i>Lepidochelys olivácea</i> ) con el caparazón comprimido.....	30
Figura 6: Neonatos de tortuga paslama ( <i>Lepidochelys olivácea</i> ) con presencia de caparazón redondo y enanismo.....	30
Figura 7: Neonato de tortuga paslama ( <i>Lepidochelys olivácea</i> ) con agenesia ombligal (ombligo malformado).....	30
Figura 8: Neonato de tortuga paslama ( <i>Lepidochelys olivácea</i> ) con el caparazón de lado.....	30
Figura 9: Neonato de tortuga paslama ( <i>Lepidochelys olivácea</i> ) con presencia de caparazón atrofiado y aleta deforme.....	30
Figura 10: Neonato de tortuga paslama ( <i>Lepidochelys olivácea</i> ) con el labio superior hendido.....	31

Figura 11: Neonato de tortuga paslama ( <i>Lepidochelys olivácea</i> ) con los globos oculares sobresaltados.....	31
Figura 12: Neonato de tortuga paslama ( <i>Lepidochelys olivácea</i> ) con ceguera.....	31
Figura 13: Neonato de tortuga paslama ( <i>Lepidochelys olivácea</i> ) con el labio leporino.....	31
Figura 14: Porcentajes de las malformaciones encontrados en los neonatos de <i>Lepidochelys olivácea</i> .....	32
Figura 15: Temperaturas presentes en los nidos de <i>Lepidochelys olivácea</i> muestreados.....	34
Figura 16: Salinidades presentes en los nidos de <i>Lepidochelys olivácea</i> muestreados.....	35
Figura 17: Estructura del criadero de tortugas marinas utilizado.....	47
Figura 18: Estructura y orientación de las incubadoras utilizadas.....	47

## I. INTRODUCCION.

Nicaragua cuenta con una importante riqueza biológica marina costera, su posición Geográfica privilegiada en el centro del Istmo centroamericano la dota de dos costas oceánicas, el Océano Pacífico y el mar Caribe. El litoral Pacífico se extiende desde los Farallones en la Península de Cosigüina en el Golfo de Fonseca, al noroeste, hasta las playas rocosas en la Bahía de Salinas en Rivas, en el Suroeste. Este tiene una extensión de 360 Km de largo. Las playas en este litoral tienen condiciones para la anidación de tortugas marinas, siendo, los sitios de mayor importancia: La Flor y Chacocente, los cuales han sido declarados protegidos como Refugios de Vida Silvestre. En éstas playas anidan en forma de arribadas la tortuga olivácea (*Lepidochelys olivácea*) y la tora (*Dermochelys coriacea*). (González, 2001)

Las tortugas marinas son un grupo primitivo de vertebrados con características anatómicas y adaptaciones a la vida marina que no han cambiado substancialmente desde que aparecieron en la Tierra. (Márquez M. , 1996). Al igual que otros testudines (dulceacuícolas y terrestres), las tortugas marinas parecen ser conservativas en términos de su variación molecular (Instituto Nacional de Ecología, 1999), exhibiendo típicamente bajos niveles de diversidad entre especies y bajas tasas de evolución molecular en comparación con otros grupos de organismos (Bowen & Avise, 1995)

Por tratarse de reptiles cuyo metabolismo y desarrollo está gobernado por la temperatura ambiental y cuyas áreas de anidación y alimentación son altamente sensibles a cambios en variables oceanográficas, las tortugas marinas son particularmente vulnerables al cambio climático. Gracias a las acciones antropogénicas (contaminación y depredación), la distribución y abundancia de esta se ha disminuido, por la poca sobrevivencia de la especie debido a diversos factores, como las malformaciones congénitas que presentan en la actualidad, las cuales han alcanzado altos niveles de incidencia (Chacón, Dick, Harrison, Sarti, & Solano, 2008)

Estudios anteriores realizados en Nicaragua, se han enfocado al monitoreo de los sitios de anidación y a la cantidad de tortugas marinas que anidan en las zonas costeras como el realizado por Torres y Urteaga (2009); pero, estudios realizados en algunos países del continente americano han identificado la incidencia y los tipos de malformaciones congénitas más comunes presentes en los tortuguillos: deformación y falta de formación del caparazón, albinismo, ceguera, aletas deformes, etc. Enfocándose en dos especies de tortugas: *Eretmochelys imbricata* estudiados por Cañón y Orozco (2004) en Colombia y Luque, Bárcenas, Cuevas y Selem (2010) en México; y *Lepidochelys olivácea* estudiada por Bárcenas y Maldonado (2009) en México.

En los últimos años, las malformaciones congénitas son muy variadas y cada vez más comunes en los tortuguillos de *Lepidochelys olivácea*, por lo cual era necesario saber ¿Cuál es el porcentaje estimado de tortuguillos de *Lepidochelys olivácea* que nacen con malformaciones congénitas por nido? ¿Qué tipo de malformaciones congénitas presentan con mayor frecuencia? ¿El porcentaje de tortuguillos con malformaciones congénitas representa un valor significativo en la disminución de la especie? Determinando la prevalencia e incidencia de malformaciones presente en la zona marino costera.

Es por ello que la presente investigación se realizó en un proyecto de conservación de tortugas marinas en la comunidad de Jiquillo, El viejo, Chinandega, con el objetivo de determinar el porcentaje de tortuguillos de la especie *Lepidochelys olivácea* que eclosionan con malformaciones congénitas, además la identificación de las regiones corporales con mayor presencia de malformación y la correlación del porcentaje de malformaciones presentados en los nidos con respecto a los factores fisicoquímicos monitoreados en los nidos muestreados (temperatura y salinidad), como otros elementos incidentes en la presencia de malformaciones congénitas.

La conservación de las tortugas es uno de los principales retos que los investigadores se han planteado, la descripción y contabilización de las malformaciones congénitas en los tortuguillos funciona como una herramienta de identificación de los elementos incidentes

en la abundancia de estas, determinando acciones encaminadas a la prevención y remediación de los efectos visibles en la actualidad.

## II. OBJETIVOS.

### 2.1 GENERAL.

Determinar el porcentaje de tortuguillos de la especie *Lepidochelys olivácea* que eclosionan con malformaciones congénitas en un proyecto de conservación de tortugas marinas Jiquilillo, Chinandega, agosto a octubre 2019.

### 2.2 ESPECÍFICOS.

1. Identificar los tipos de malformaciones congénitas presentadas por los tortuguillos y la región corporal con mayor frecuencia de las mismas.
2. Correlacionar las malformaciones congénitas presentadas por los tortuguillos con los factores ambientales de temperatura y salinidad.
3. Calcular el porcentaje de malformaciones mediante los índices de prevalencia, incidencia e intensidad.

### III. MARCO TEORICO.

#### 3.1 TORTUGAS MARINAS EN NICARAGUA.

##### 3.1.1 Situación de las tortugas marinas.

En Nicaragua se han reportado 5 especies de tortugas marinas, todas en peligro de extinción. En el Pacífico hay dos playas – La Flor y Chacocente - que reciben arribadas de la Tortuga Pasmala *Lepidochelys olivácea*. En el Atlántico la Tortuga Verde *Chelonia mydas* anida en lugares aislados y además tiene su área de alimentación más importante de todo el Caribe en los Cayos Miskitos. (Martínez Sanchez, Maes, van den Berghe, Morales, & Castañeda, 2001)

Recientemente se ha descubierto que en los Cayos de Perlas anida esporádicamente la Tortuga Carey. Estos cayos se encuentran en la actualidad en medio de una fuerte disputa entre el inversionista Peter Tsokos quien afirma haberlos comprado legalmente, y las comunidades aledañas que reclaman libre acceso a los mismos y a sus bancos de pesca. Por ser el único lugar conocido de anidación de la Tortuga Carey en Nicaragua deberían estar estrictamente protegidos, independientemente de quien sea su dueño legal. (Martínez Sanchez, Maes, van den Berghe, Morales, & Castañeda, 2001)

##### 3.1.2 Amenazas sobre las tortugas marinas.

La tortuga olivácea ocupa varios tipos de hábitats y amplias zonas geográficas en las diferentes fases de su ciclo de vida, estando expuesta a variadas amenazas. Entre ellas se encuentran la degradación y transformación del hábitat, la cosecha de huevos, la captura directa de adultos, la captura incidental en las pesquerías, el calentamiento global, la contaminación marina y la depredación.

**Degradación y transformación del hábitat en zonas costeras.** El desarrollo urbanístico y la transformación del paisaje en las zonas costeras destruyen el hábitat natural e incrementan la erosión, disminuyendo así el área disponible para la anidación y alterando las condiciones del sustrato. Estas modificaciones también afectan a la

incubación de los huevos y al comportamiento de las crías. La contaminación lumínica es una de las causas de mortalidad en las crías, ya que las desorientan al salir del nido dificultando que alcancen el mar (Witherington & Martin, 2003)

**Cosecha de huevos y captura de adultos.** Los nidos de tortuga olivácea han sido saqueados a lo largo de todo el mundo. Las leyes de regulación varían entre países, así como la implementación y control de su cumplimiento. En las zonas de anidación del Pacífico oriental, los huevos se usan para consumo humano y de animales domésticos, y con fines comerciales, sea esta una práctica legal o ilegal. En las playas de anidación solitarias y sin protección, la extracción puede ser del 100% (Abreu Grobois & Plotkin, 2014).

**Captura accidental en artes de pesca.** La captura accidental de la tortuga olivácea ocurre a nivel mundial y con pesca de arrastre, palangre de superficie, redes de cerco, redes de enmalle y pesca de línea, entre otras. En el oeste del Atlántico, la captura accidental por pesca artesanal e industrial se considera la principal amenaza, destacando la pesca de arrastre de fondo (Marcovaldi, 2001)

**Contaminación marina.** La contaminación marina afecta a la salud, supervivencia y éxito reproductor de las tortugas marinas, pero se desconoce el riesgo que supone a nivel global (Keller, 2013). Los contaminantes llegan desde tierra o son vertidos directamente al mar.

Entre los elementos de la contaminación encontramos una amplia variedad de componentes, desde objetos de gran tamaño a sustancias químicas disueltas. Parte de la basura marina es ingerida por las tortugas marinas al confundirla con alimento, como es el caso de algunos objetos plásticos. Los restos de material de pesca a la deriva (redes, cabos y anzuelos) pueden causar la amputación de miembros o directamente la muerte. (Keller, 2013)

**Calentamiento global.** Se espera que las tortugas marinas se vean afectadas por los múltiples procesos asociados al cambio climático y sus posibles consecuencias, como el aumento de la temperatura del aire y de los océanos (Hawkes, Broderick, Godfrey, & Godley, 2009), cambios en la circulación del océano, en las precipitaciones y en las tormentas, cambios en la productividad, y aumento del nivel del mar que haría desaparecer playas de puesta (Fuentes, Limpus, & Hamann, 2011)

Otro de los impactos importantes en las playas estaría relacionado con el calentamiento de la arena, ya que los huevos sólo se desarrollan en un rango de temperatura y, además, de ella depende la determinación del sexo de los embriones (Witt, Hawkes, Godfrey, Godley, & Broderick, 2010)

### **3.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA *LEPIDOCHELYS OLIVÁCEA*.**

#### **3.2.1 Biología.**

La tortuga olivácea, es la especie de tortuga marina más pequeña, los adultos pueden llegar a alcanzar los 78 cm de largo recto del caparazón, con un peso promedio de 38 kg; alcanza la madurez sexual a tallas pequeñas, aproximadamente a 62 cm de largo recto del caparazón, y exhibe tasas de maduración y crecimiento más rápidas que otras tortugas marinas (Márquez M. , 1996).

Todas las tortugas marinas derivan de un mismo ancestro clasificado en el suborden Cryptodira, cuyos miembros más antiguos datan de unos 150 millones de años atrás (Pritchard, 1997).

Las tortugas marinas actuales se caracterizan por poseer adaptaciones a la vida marina: cuerpo hidrodinámico, glándulas que les permiten excretar los excesos de sal en el cuerpo, extremidades planas en forma de remos, sistemas internos que las capacitan para bucear a grandes profundidades y permanecer ahí por lapsos relativamente largos. Además, se diferencian de otros grupos de tortugas por su incapacidad de retraer la

cabeza y extremidades dentro del caparazón, por cerrar este y pasar largos períodos fuera del agua (Meylan & Meylan, 2000).

### 3.2.2 Taxonomía.

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la tortuga olivácea.

Reino:	Animalia
Fillum:	Chordata
Clase:	Sauropsida
Orden:	Testudines
Familia:	Cheloniidae
Género:	<i>Lepidochelys</i>
Especie:	<i>L. olivácea</i>

Fuente: (Eschscholtz, 1829)

### 3.2.3 Morfología Externa.

La cabeza de la tortuga olivácea es relativamente grande, ligeramente triangular y con dos pares de escamas prefrontales. El caparazón es corto y ancho, más redondeado que el de las especies de otros géneros. Presenta de cinco a nueve pares de escudos costales, frecuentemente seis o siete, y con configuración asimétrica, siendo ésta la característica principal que la suele diferenciar de la tortuga lora, que presenta cinco pares simétricos (Reichart, 1993).

Dorsalmente la coloración es gris en inmaduros y gris oscuro, marrón o verde oliva en adultos. Ventralmente es blanca en inmaduros y amarillo crema en adultos. Las dos especies de este género presentan un poro en cada uno de los cuatro pares de escudos inframarginales, y que es la salida externa de la glándula de Rathke. Esta glándula secreta una sustancia de función desconocida, aunque se ha hipotetizado que podría estar relacionada con la comunicación intraespecífica para la anidación masiva y sincronizada o “arribada” –característica de las especies de este género–, actuar como antifouling o tener una función antimicrobiana (Bernardo & Plotkin, 2007).

Cada aleta suele tener dos uñas, aunque en el caso de las delanteras pueden tener una. Los machos adultos, al igual que ocurre en el resto de especies de la familia Cheloniidae, tienen la cola más larga y las uñas más largas y curvadas que las hembras (Pritchard & Mortimer, 2000)

El tamaño medio de los recién nacidos de tortuga olivácea es de 4,2 cm de longitud recta del caparazón rango: 3,8-5,0 cm (Pritchard & Mortimer, 2000) y el peso varía entre 12 y 22,3 g (Márquez, 1990) Los datos disponibles sobre los tamaños de los adultos incluyen diferentes tipos de medidas por lo que limitan las comparaciones entre las diferentes localidades. Varían entre 53 y 79 cm de longitud recta del caparazón, con valores medios para las poblaciones entre 60,6 y 73,3 cm (Reichart, 1993). En cuanto a la longitud curva del caparazón los valores varían entre 60,8 y 83,0 cm; y las medias para hembras nidificantes, entre 65,9 y 73,1 cm. El peso de los adultos varía entre 35 y 50 kg (Pritchard & Mortimer, 2000).

#### 3.2.4 Ciclo de Vida.

Las tortugas marinas siguen relacionadas con su ancestro terrestre por poseer escamas como otros reptiles y desovar e incubar sus huevos en tierra; además, no tienen cuidado parental con sus crías. La mayoría de sus estadios inmaduros tienen hábitos pelágicos. Conforme maduran, se acercan a zonas costeras; esto sucede cuando alcanzan longitudes de entre 20-40 cm, según la especie (Meylan & Meylan, 2000).

Las tasas de crecimiento indican que son animales de crecimiento muy lento; alcanzan su madurez sexual entre los 10 y 50 años, dependiendo de las especies y la zona geográfica; normalmente ellas permanecen la mayor parte de sus vidas en áreas de alimentación, las cuales usualmente están lejos de las playas de anidación. Sólo presentan dimorfismo sexual en etapa adulta o subadulta. Los machos tienen una uña delantera más desarrollada y la cola más grande que las hembras (Meylan & Meylan, 2000).

Durante los periodos reproductivos, el apareamiento puede suceder durante la migración hacia las áreas de anidación, el cual tiene su origen en los sitios de alimentación y en las zonas frente a las playas de desove. Cada especie tiene un modelo propio de cortejo, apareamiento y desove. (Chacón, Dick, Harrison, Sarti, & Solano, 2008).

En algunas especies, las hembras pueden guardar por más de una temporada el esperma en sus cuerpos; además, pueden ser receptivas a varios machos, de manera que los huevos de una sola nidada pueden presentar paternidad múltiple. Cada hembra muestra la capacidad de anidar varias veces en la misma temporada; a este fenómeno se le denomina reanidación. La reanidación puede suceder varias veces (de dos o más veces, según la especie) en una temporada.

Las hembras que anidan por primera vez en su vida se les llama neófitas o primerizas; cuando una hembra regresa a anidar en temporadas fuera de las áreas de anidación, los adultos de esta especie son principalmente neríticos; se desplazan habitualmente a lo largo de las plataformas continentales, y se alimentan en aguas someras, convergiendo en verano y otoño para anidar sobre playas de suave pendiente conformadas por granos de arena fina y media. (Chacón, Dick, Harrison, Sarti, & Solano, 2008).

Las playas de anidación de la tortuga golfina se encuentran asociadas a desembocaduras de ríos o sistemas lagunares y estuarinos (Márquez, 1990). En cuanto a las zonas de alimentación, no se conoce muy bien su localización, pero al igual que en otras especies de tortugas marinas, se cree que se encuentran separadas por cientos o miles de kilómetros de las zonas de anidación (Márquez, 1996).

El ciclo reproductivo es anual en la mayoría de las tortugas; más del 60% anida todos los años, el 29% cada dos años y el 11% cada tres años (Márquez, 1996). Para la reproducción, hembras y machos migran desde las zonas de alimentación hasta las zonas de anidación; el apareamiento se realiza cerca de las playas de anidación o a lo largo de las rutas migratorias, y se produce principalmente en la superficie del mar.

Después del apareamiento los machos regresan a las zonas de alimentación, las hembras permanecen en aguas poco profundas con un promedio de 15 días entre cada anidación. Al finalizar la temporada de anidación (julio-febrero) las hembras regresan a las zonas de alimentación, donde permanecen hasta la siguiente temporada reproductiva.

La tortuga olivácea presenta dos comportamientos de anidación: 1) solitario, que es la forma más común e involucra de 40 a 50 hembras anidantes en la playa (Márquez, 1996), y 2) masivo o “arribada”, comportamiento único entre las tortugas marinas, que se caracteriza por un gran número de hembras anidando sincrónicamente en la misma playa (Valverde & Gates, 2000); se han estimado desde 5,000 a 150,000 hembras anidantes durante unas cuantas noches.

El tipo de comportamiento de anidación puede tener impacto en el crecimiento poblacional (Plotkin & Bernardo, 2003), en los niveles de paternidad múltiple (Jensen, Abreu-Grobois, Frydenberg, & Loeschcke, 2006) y en la diversidad genética (Rodríguez-Zárate, 2008). En este sentido, algo importante de señalar es el efecto diferencial de la deriva genética en playas de anidación solitaria y playas de arribada; el tamaño de la población efectiva es considerablemente mayor en playas de arribada, y, por lo tanto, el efecto de la deriva sería menor y habría mayor diversidad genética en comparación con las playas de anidación solitaria.

No obstante, las tortugas marinas pasan la mayor parte de su vida en el mar, donde las observaciones directas son un tanto inaccesibles; las crías al eclosionar migran hacia el mar y se desconoce que ocurre durante y después de estas migraciones, generalmente se les vuelve a ver cuándo ya han alcanzado la madurez en el caso de las hembras, ya que reaparecen en las playas de anidación, los machos rara vez se observan en tierra. Por estas razones, los estudios de ecología molecular se han convertido en una herramienta muy importante para estudiar la biología de las tortugas marinas; en años recientes, han esclarecido muchos aspectos de la historia natural y la evolución de las tortugas marinas que son relevantes para los programas de conservación (Bowen & Avise, 1995).

### 3.2.5 Hábitat y Alimentación.

Como la mayoría de las especies de tortugas marinas, la tortuga olivácea presenta un ciclo de vida complejo, visitando regiones distantes y usando diferentes tipos de hábitats. Al igual que en otras especies, el ciclo de vida presenta diferencias inter- e intrapoblacionales, que resaltan la flexibilidad de la ecología trófica de estos reptiles (Hawkes, y otros, 2006).

Los machos y hembras adultos reproductivamente activos migran generalmente cada año desde las zonas de alimentación a las de reproducción, aunque algunos podrían ser residentes (Morreale, Plotkin, Shaver, & Kalb, 2007). Las hembras salen a tierra para anidar, varias veces en una temporada. Tras la incubación y la emergencia a la superficie, los neonatos se dirigen hacia la orilla y se adentran en el mar hasta alcanzar las grandes corrientes marinas que los alejan de la costa.

Así se adentran en el hábitat oceánico, donde se alimentan de presas pelágicas. Los juveniles podrán permanecer en dicho hábitat durante toda esa etapa de sus vidas o pasar a ocupar zonas neríticas cuando estén próximos a alcanzar la madurez sexual (Plotkin, 2010).

En cuanto al hábitat de alimentación que usan los adultos, se han encontrado variaciones entre poblaciones, pudiendo coexistir diferentes estrategias dentro de la misma población. En el Pacífico oriental, las migraciones tras la reproducción son complejas, varían anualmente y parecen carecer de corredores migratorios, comportándose como migrantes nómadas que ocupan aguas oceánicas (Plotkin, 2010), aunque también se producen desplazamientos por las zonas costeras (Morreale, Plotkin, Shaver, & Kalb, 2007).

La tortuga olivácea generalmente elige playas de altos niveles de humedad, localizándose la mayoría de las zonas de anidación cerca de desembocaduras de ríos o estuarios (Casas Andreu, 1978).

Parece tener una dieta bastante oportunista (Márquez, 1990) y omnívora (Jones & Seminoff, 2013), dependiente del hábitat usado para alimentarse y de la localización. Juveniles y adultos de ambos lados del Pacífico ocupan las aguas oceánicas del Pacífico Norte central (Polovina, Balazs, Howell, Parker, Seki, & Dutton, 2004), y entre las presas halladas en contenidos estomacales se han encontrado taliáceos (pirosomas y salpas), gasterópodos (caracoles de mar) y actinopterigios (peces; informe no publicado citado en Jones y Seminoff, 2013).

En el Pacífico Este tropical, juveniles y adultos también comparten el hábitat oceánico con una dieta a base de organismos gelatinosos, principalmente cnidarios (medusas) y ctenóforos (Kopitsky, Pitman, & Dutton, 2004). El análisis de los contenidos estomacales de ejemplares capturados frente a la costa de México reveló además de cnidarios (medusas), invertebrados bentónicos, principalmente cangrejos y moluscos bivalvos y gasterópodos (Bjorndal, 1997).

### 3.2.6 Abundancia y Distribución.

La tortuga olivácea presenta una distribución circumtropical que abarca el este y el oeste del Pacífico, el océano Índico y ambos lados del océano Atlántico. La variación geográfica en la tortuga olivácea es sutil. Los ejemplares del Pacífico Este son normalmente más oscuros, con el caparazón más alto por los lados y aplanado en su parte superior, una característica que podría estar relacionada con el hábito generalizado de solearse en la superficie del mar en estas aguas relativamente frías (Pritchard, 2007).

La amplia distribución de la tortuga olivácea, en general, apenas se solapa con la de la tortuga lora, cuya anidación se restringe fundamentalmente al Golfo de México. Los estudios genéticos han confirmado que son especies distintas dentro del mismo género, siendo taxones hermanos respecto a otras especies de tortugas marinas (Bowen, Meylan, & Avise, 1991). La divergencia genética entre las tortugas oliváceas y lora coincide con el cierre del istmo de Panamá (Bowen, Clark, Abreu-Grobois, Chavez, Reichart, & Ferl, 1998).

Las secuencias genéticas del ADN mitocondrial de la tortuga olivácea presentan una divergencia limitada, indicando una historia evolutiva más breve que la de otras especies de tortugas marinas, como la boba, la verde y la carey (Bowen & Karl, 2007).

La expansión global de la tortuga olivácea se habría producido a partir de una población localizada en el Índico-Pacífico Oeste (Shanker, Ramadevi, Choudhury, Singh, & Aggarwal, 2004) que habría originado la distribución contemporánea de las poblaciones de esta especie, con una colonización del Atlántico a través del cabo de Buena Esperanza, y del Pacífico a través del Índico (Jensen, y otros, 2013).

En el Pacífico oriental, la anidación está ampliamente distribuida a lo largo de la costa, desde México a Ecuador (México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador; (Aguirre & Lutz, 2004)). Algunas de las escasas playas donde se producen arribadas se sitúan en esta costa, en México, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Los avistamientos más extremos hacia el sur se han registrado cerca de Valparaíso (Chile) y hacia el norte desde California (Reichart, 1993) hasta Alaska (Hodge & Wing, 2000). En esta región, los adultos son altamente migratorios y ocupan zonas oceánicas cuando no están en temporada de reproducción (Plotkin, 2010). Se conocen zonas de alimentación desde Guatemala a Perú.

### 3.2.7 Diversidad Genética.

La estructura genética, que es la distribución de material genético a lo largo del rango de una especie, es de suma importancia para la conservación de la biodiversidad. Las especies con poblaciones relativamente estables y abundantes que pueden entrecruzarse fácilmente suelen tener una variabilidad genética reducida entre los individuos de distintas poblaciones a lo largo de todo su rango de distribución.

En el pasado, la especie de tortuga olivácea fue asignada a otros géneros antes de crearse el género *Lepidochelys* (Schulz, 1975). Posteriormente se ha descubierto que ejemplares de tortuga olivácea se identificaron erróneamente como tortuga boba, hasta incluso mediados del siglo XX (Reichart, 1993).

En cuanto a la hibridación de la tortuga olivácea con otras especies, en Brasil se han identificado cruces con tortuga verde (Karl, Bowen, & Avise, 1995), con tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) (Lara-Ruiz, López, Santos, & Soares, 2006) y con tortuga boba (Vilaça, y otros, 2012). Sin embargo, la frecuencia de los híbridos de tortuga olivácea parece ser bastante inferior a los casos de hibridación entre tortugas carey y boba en la costa brasileña (Lara-Ruiz, López, Santos, & Soares, 2006). Se han encontrado híbridos de segunda generación que indican la fertilidad de los animales cruzados (Vilaça, y otros, 2012).

Todas las especies necesitan contar con una cierta variabilidad en su composición genética, ya que esto es esencial para su evolución en un ambiente que se encuentra cambiando continuamente. Esta diversidad genética se mantiene a través del intercambio de genes entre individuos y poblaciones.

Cuando las actividades humanas restringen artificialmente este flujo genético en poblaciones pequeñas, estas son más susceptibles a desarrollar problemas genéticos asociados con el entrecruzamiento de individuos con estrecho parentesco. Esto puede incrementar la frecuencia de combinaciones letales de genes, que reducen la capacidad adaptativa de los individuos. Entre las consecuencias inmediatas en la población está la reducción directa de su vitalidad y adaptabilidad, lo que puede contribuir directamente a su extinción local o global.

### 3.2.8 Malformaciones Congénitas en tortuguillos.

La persistencia de las poblaciones naturales de tortugas marinas depende, en gran medida, del éxito de incubación de sus huevos en las diferentes playas de anidación. Sin embargo, el proceso de incubación puede resultar afectado por el tipo de manipulación de huevos durante el traslado y la siembra en los corrales o viveros de incubación. (Trejo, 2000)

Existen factores intrínsecos (genéticos y fisiológicos) y extrínsecos (físicos, químicos, edafológicos, etc.) que afectan gravemente el proceso de eclosión de las crías. La

alteración de estos factores repercute en el desarrollo embrionario y puede ser responsable de la aparición de ciertos tipos de malformaciones. Durante el desarrollo embrionario, los factores ambientales desempeñan un papel importante en la formación de las crías, no solamente en la determinación del sexo, también en el crecimiento y fisiología. (Biswas, 1982)

De igual forma, contaminantes industriales y de la agricultura que son vertidos en canales de ríos, llegan al mar y son incorporados dentro de las cadenas tróficas, donde pueden afectar a las tortugas marinas. En cualquier caso, las malformaciones se pueden considerar relativamente raras e indicar cambios negativos en la biología de las tortugas marinas. La presencia de malformaciones en estas ha recibido atención limitada en la literatura desde 1857, cuando se describió por primera vez este fenómeno. Diversas teorías que explican varias anomalías han sido propuestas por Dodd (1988) y McGehee (1979). Aunque algunas malformaciones han sido mencionadas son escasos los trabajos que describen la frecuencia de anomalías en embriones y neonatos de tortugas marinas. Asimismo, es indispensable conocer las causas de estas malformaciones y evaluar los posibles efectos a largo plazo en las poblaciones naturales de tortugas marinas.

Bárceñas y Maldonado (2009), realizaron un estudio sobre malformaciones congénitas en tortuguillos en Nuevo Vallarta, México, donde del total de organismos revisados (7 611), se encontró que 139 individuos mostraron alguna malformación por lo que la prevalencia fue de 1.8%. Con base en el total de nidos con algún organismo malformado, la intensidad promedio fue de 2.78 ( $\pm 0.5$ ) malformaciones/nido, se hallaron valores entre 1 y 15 malformaciones/nido.

Asimismo, se determinó una intensidad de 1.57 ( $\pm 0.11$ ) malformaciones/organismo, con valores de entre 1 y 4 malformaciones/organismo.

Se registraron 182 malformaciones, agrupadas en 21 tipos, que se presentaron en siete regiones anatómicas. En las aletas se presentaron más tipos de malformaciones (cinco), la cabeza sólo presentó un tipo. Se registraron tres nuevos tipos de malformaciones:

bifurcación de aletas anteriores, biamelia anterior y rinodimo. (Barcenas Ibarra & Maldonado Gasca, 2009)

Se observó que las 182 malformaciones registradas tuvieron una distribución significativamente diferente en las distintas regiones anatómicas ( $\chi^2 = 150.77$ ;  $P < 0.0001$ ). La mayor cantidad de tortugas presentaron malformaciones en el caparazón (76 organismos) y sólo algunas en las aletas, narinas y cabeza (7, 7 y 1 organismos, respectivamente). El caparazón comprimido fue el tipo de malformación más abundante (49 organismos), seguida de albinismo (27 organismos) y quifosis (24 organismos). (Barcenas Ibarra & Maldonado Gasca, 2009)

De acuerdo con lo anterior, gemelos desiguales, aplasia completa, exencefalia, rinodimo, biamelia anterior, tetramelia y bifurcación de aletas anteriores fueron las menos abundantes (todas con un organismo) ( $\chi^2 = 348.46$ ;  $P < 0.0001$ ). (Barcenas Ibarra & Maldonado Gasca, 2009)

Respecto de su severidad, se registraron cinco malformaciones no letales, siete subletales y nueve letales. Las no letales son aquellas que no afectan directamente la supervivencia de los organismos, como el caparazón comprimido. Asimismo, las subletales pueden disminuir la probabilidad de supervivencia, aunque se han observado adultos que sobreviven con estas malformaciones (por ejemplo, monoamelia). Finalmente, las malformaciones letales disminuyen en forma drástica la probabilidad de supervivencia, incluso dentro del cascarón; por ejemplo, malformaciones del cerebro, anoftalmia, ciclopia y sinoftalmia. (Barcenas Ibarra & Maldonado Gasca, 2009)

### **3.3 ÍNDICES DE PREVALENCIA E INCIDENCIA.**

#### **3.3.1 Prevalencia.**

La prevalencia es una proporción que indica la frecuencia de un evento. En general, se define como la proporción de la población que padece la enfermedad en estudio en un momento dado, y se denomina únicamente como prevalencia (p). Como todas las

proporciones, no tiene dimensiones y nunca puede tomar valores menores de 0 o mayores de 1. A menudo, se expresa como casos por 1 000 o por 100 habitantes. (Moreno, López, & Corcho, 2000)

En la construcción de esta medida no siempre se conoce en forma precisa la población expuesta al riesgo y, por lo general, se utiliza sólo una aproximación de la población total del área estudiada. Si los datos se han recogido en un momento o punto temporal dado, p es llamada prevalencia puntual. (Moreno, López, & Corcho, 2000)

Se calcula de la siguiente manera:

$$P = \frac{\text{Número total de casos existentes}}{\text{Total de la población}} (100)$$

### 3.3.2 Incidencia.

En los estudios epidemiológicos en los que el propósito es la investigación causal o la evaluación de medidas preventivas, el interés está dirigido a la medición del flujo que se establece entre la salud y la enfermedad, es decir, a la aparición de casos nuevos. Como ya se mencionó anteriormente, la medida epidemiológica que mejor expresa este cambio de estado es la incidencia, la cual indica la frecuencia con que ocurren nuevos eventos. (Moreno, López, & Corcho, 2000).

La incidencia es el número de nuevos casos en una población sana con relación a un tiempo en el que se ha estado en riesgo de contraer la enfermedad. Corresponde al flujo de individuos que pasan de sano a enfermos. La medida de la incidencia exige la determinación del status de cada animal por lo menos dos veces, al inicio y al final del periodo estudiado (Pardo, 2006).

A diferencia de los estudios de prevalencia, los estudios de incidencia inician con poblaciones de susceptibles libres del evento en las cuales se observa la presentación de casos nuevos a lo largo de un periodo de seguimiento. De esta manera, los resultados

no sólo indican el volumen final de casos nuevos aparecidos durante el seguimiento, sino que permiten establecer relaciones de causa-efecto entre determinadas características de la población y enfermedades específicas. (Moreno, López, & Corcho, 2000)

Se calcula de la siguiente manera:

$$I = \frac{\text{Total de individuos que presentan la afectación}}{\text{Total de periodos bajo estudio}}$$

### 3.3.3 Incidencia acumulada.

La incidencia acumulada (IA) se puede definir como la probabilidad de desarrollar el evento, es decir, la proporción de individuos de una población que, en teoría, desarrollarían una enfermedad si todos sus miembros fuesen susceptibles a ella y ninguno falleciese a causa de otras enfermedades. También se ha definido simplemente como la probabilidad, o riesgo medio de los miembros de una población, de contraer una enfermedad en un periodo específico. (Moreno, López, & Corcho, 2000)

Se calcula de la siguiente manera:

$$IA: \frac{\text{Número de individuos que contraen la enfermedad}}{\text{Número de individuos libre de la enfermedad en la población expuesta al inicio}}$$

## **IV. DISEÑO METODOLOGICO.**

### **4.1 TIPO DE ESTUDIO.**

Se realizó una investigación cuantitativa de carácter descriptiva de corte longitudinal, ya que se describieron los resultados de la variable independiente no manipulable, complementada con la descripción de las variables dependientes las cuales tampoco fueron manipuladas para la obtención de resultados, las condiciones ambientales fueron las que nos presentó el medio durante el proceso de investigación.

### **4.2 ÁREA DE ESTUDIO.**

La investigación se llevó a cabo en el criadero de un proyecto de conservación de tortugas marinas, de propiedad privada, ubicada a 42 km al oeste de la ciudad de Chinandega, en la comunidad de Jiquilillo, con coordenadas geográficas: latitud 12.7437 y longitud 87.4525. Los huevos acopiados y sembrados en las incubadoras fueron los extraídos por los pobladores en la franja costera Jiquilillo-Padre Ramos, en un lapso de 5 km de zona de anidación, este límite costero inicia 1 km después de la ubicación del proyecto de conservación de tortugas marinas que funciona como criadero.

### **4.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO.**

La población de estudio fueron todos los nidos que se encontraban en el criadero de tortugas del proyecto de conservación de tortugas marinas los cuales fueron un total de 27 nidos, pertenecientes a la especie *Lepidochelys olivácea* y dos nidos pertenecientes a la especie *Chelonia mydas*, cuyos huevos se recolectaron a lo largo de la franja costera Jiquilillo-Padre Ramos y que se incubaron en este lugar durante el periodo de investigación.

#### **4.4 MUESTRA.**

La muestra que se consideró durante la investigación, corresponde a aquellos nidos existentes en el criadero del proyecto de conservación de tortugas marinas de la especie *Lepidochelys olivácea*, que presentaron fecha siembra entre el 16 de agosto y el 11 de septiembre y una fecha de eclosión estimada entre el 30 de septiembre y el 25 de octubre, los cuales fueron un total de 15 nidos muestreados de 27 existentes de esta especie, ya que el periodo aproximado de eclosión luego de sembrados los huevos es de 45 días; escogiendo estos criterios de inclusión y exclusión con el objetivo de tener un mejor control de las incubadoras desde su siembra hasta su nacimiento, para la realización de un análisis detallado de los resultados que se obtuvieron y correlacionar de mejor manera las variables ambientales, que coincidieron con la finalización de la estación lluviosa en la zona.

#### **4.5 FUENTE DE INFORMACIÓN.**

Los datos recopilados durante el proceso de investigación, correspondieron al de una fuente primaria; esto se debe a que el proceso de investigación corresponde al obtenido del trabajo de campo, directamente de las observaciones morfométricas realizadas en los tortuguillos que eclosionaron en el proceso de investigación, y las malformaciones se identificaron por el proceso de observación directa.

#### **4.6 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Todos los datos se recolectaron de forma directa, mediante el proceso de investigación de campo, los datos de la temperatura, otros aspectos climatológicos y ambientales que se consideraron en la investigación, se plasmaron en la bitácora de investigación, para la realización de su respectivo tratamiento.

## **4.7 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

La investigación inició con el procedimiento de acopio y recepción de los huevos de *Lepidochelys olivácea* que se encontraron desovando en la playa de la comunidad de Jiquilillo y todo el litoral de la costa de Padre Ramos; los cuales fueron trasladados por los pobladores de las comunidades antes mencionadas, se les realizaron preguntas sobre características de la tortuga madre y otros tipos de anotaciones y observaciones que son considerables en el proceso investigativo.

Luego de colectado y recepcionados los huevos, se realizó el proceso de siembra; esta se hizo de forma escalonada según el día de recepción de los huevos, llevándose a cabo entre las 7:00 am y 11:00 am. Una vez sembrados los huevos, se etiquetó cada incubadora con datos básicos como zona de colecta, fecha de colecta y siembra, la fecha estimada de eclosión y la cantidad de huevos presentes en la incubadora; se hicieron anotaciones pertinentes en la bitácora sobre características de la madre de los huevos recepcionados, brindadas por los pobladores.

Se realizó una medición de parámetros físico-químicos de las incubadoras, principalmente la temperatura y la salinidad, especificados en el acápite siguiente; manteniéndose un monitoreo de dichos parámetros por un lapso de 45 días para cada incubadora, lo cual se anotó en la bitácora de investigación para su posterior tratamiento.

## **4.8 PLAN DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.**

### **4.8.1 Malformaciones congénitas: Prevalencia e intensidad.**

El procedimiento de identificación de malformaciones, se realizó bajo dos criterios: primero haciendo uso de un centímetro o cinta métrica se realizaron mediciones morfométricas de los neonatos, principalmente en el caparazón y en las extremidades o aletas, anotándose estas mediciones en la bitácora y comparándose con los valores definidos en la literatura revisada; segundo, mediante la observación y el tacto, se realizó la identificación de las malformaciones que presentaban los neonatos, apoyando en esta

identificación el encargado del criadero de tortugas marinas, el Lic. Alan Quiroz, comenzando desde la cabeza y finalizando en las aletas caudales, en cuanto a las malformaciones visuales, se empleó una lámpara para ver si había reacciones en los órganos visuales.

La incidencia de malformaciones se estimó mediante los índices de prevalencia e intensidad. La prevalencia muestra la proporción de organismos en los que se registró al menos una malformación; se obtuvo al dividir el número de organismos o en los que se encontraron malformaciones entre el total de organismos revisados. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\text{Total de neonatos con malformaciones}}{\text{Neonatos totales}} (100)$$

La intensidad indica la cantidad de malformaciones que se encuentran por organismos, se obtuvo dividiendo el número de malformaciones encontradas entre el número de organismos revisados, calculándose mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Int.} = \frac{\text{Total de malformaciones encontradas}}{\text{Neonatos totales}}$$

La incidencia corresponde a la cantidad de organismos que presentaron malformaciones por cada nido muestreado, se obtuvo al dividir el total de organismos con malformación entre el número de nidos muestreados, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Inc.} = \frac{\text{Total de neonatos con malformaciones}}{\text{Total de nidos muestreados}}$$

#### 4.8.2 Temperatura.

La medición del parámetro físico fundamental en el proceso de incubación fue la temperatura, ya que de este depende en gran manera la cantidad de eclosiones que se presenten por incubadora, este parámetro se midió dos veces al día existiendo un

intervalo de 8 horas entre una medición y la otra, siendo las horas designadas a las 8:00 AM y las 4:00 PM; (Chacón, Dick, Harrison, Sarti, & Solano, 2008), estos valores fueron medidos con un termómetro digital de la marca Genial S.A. modelo T12L serie 0120 con una exactitud de  $+ 0.1^{\circ}\text{C}$  con batería de 1.5 V.

#### 4.8.3 Salinidad.

La salinidad corresponde a otro de los parámetros que se evaluaron en el proceso de investigación. Este parámetro se midió una vez por día tomándose a las 9.30 A.M. y anotándose previamente en la bitácora de investigación.

El procedimiento para la medición de la salinidad de la arena de las incubadoras consistió en colocar en un recipiente pequeño plástico, tres cucharadas de arena húmeda de la incubadora, de preferencia de 5 cm de profundidad de la superficie de arena, esta arena se midió con una cuchara plástica blanca completamente al ras de esta, luego en el mismo recipiente se le agregó agua destilada a razón de 1:5 es decir, una cucharada de arena para cinco cucharadas de agua destilada, luego se procedió a la homogenización de la muestra y se introdujo el electrodo del salinómetro digital con el que se realizó la medición (Luters & Salazar, 2000).

El salinómetro digital empleado fue de la marca Extech Exstik medidor de parámetros físico-químicos serie 205650 color crema con verde con precisión  $+ 0.1-0.25$ .

#### **4.9 PLAN DE ANÁLISIS.**

Los datos recopilados fueron almacenados, tratados y analizados utilizando dos programas: Excel versión 2016 y SPSS versión 22, con los cuales se obtuvieron gráficos para análisis de variables. Se aplicó correlación de Pearson entre malformaciones y parámetros físico-químicos de interés.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION.

### 5.1 SOBREVIVENCIA.

Se sembraron 1,135 huevos en 15 nidos, se obtuvo un promedio de 75.7 huevos/nido. En este contexto, se registraron 786 neonatos y 349 nonatos, con un periodo de incubación entre 55 y 59 días, similar al registrado por Vega y Robles (2007) entre 51 y 58 días. Se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia del 69.25%, el cual resulta mayor al promedio de eclosión de huevos recolectados en arribada de tortugas (45.24%), obtenido por Vega y Robles (2007); pero, menor al registrado por Bárcenas y Maldonado (2009) recolectados en no arribada, donde obtuvo una sobrevivencia del 79.4%.

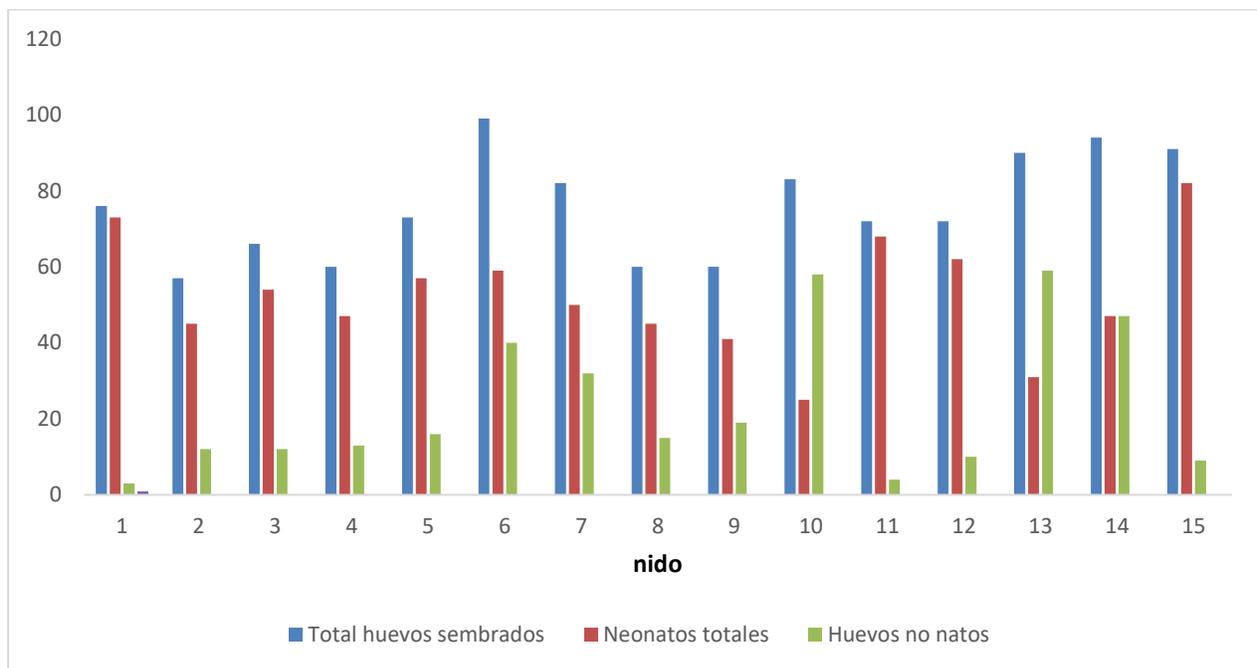


Figura 1: Valores de sobrevivencia por cada nido muestreado.

Al evaluar las frecuencias de neonatos y nonatos por cada nido muestreado, se observa que el nido uno es el que mayor sobrevivencia mostró, mientras que el nido diez mostró la menor sobrevivencia (ver Figura 1).

Existen muchos factores que intervinieron en la cantidad de neonatos obtenidos al final de la investigación, entre los cuales tenemos la precipitación; ya que a mayor cantidad de precipitación, menor cantidad de neonatos, por ello los valores de sobrevivencia resultan congruentes con los valores de las precipitaciones registradas por el INETER (2019) en la zona de Jiquilillo-Padre Ramos, en los meses de septiembre y octubre donde se registró 461 mm y 454 mm respectivamente, provocando un aumento de la humedad presente en los nidos y disminuciones en la temperatura ambiente, siendo estos factores causantes de mortalidades.

Según Brenes (2011), las altas mortalidades presentes en los nidos de tortugas marinas y dulceacuícolas se dan por las inundaciones y por el aumento de la humedad presentada en las zonas de anidación de las tortugas, principalmente cuando los valores de humedad son mayores al 14% de agua en suelo.

Otro factor determinante en la cantidad de neonatos obtenidos, es la mala manipulación de los huevos por las personas que los recolectan, pues los mismos manipulan los huevos pensando en la venta y no en la siembra, ya que las personas no tenían el cuidado y control de los huevos al momento de la colecta, además los huevos se transportaron de grandes distancias desde donde la tortuga los depositaba, hasta el criadero, eran transportando mayormente en bolsas plásticas y en grandes cantidades, principalmente en bicicleta y a pie, aunque algunos nidos se transportaron en una camioneta propiedad del criadero, además la mayoría de los huevos se recolectaban en el transcurso de la noche y madrugada y sembrados en los nidos entre las 10:00 am y 3:00 pm, con periodos de espera entre 6 a 12 horas desde su recolecta hasta su siembra.

Vega y Robles (2007), identificaron que una buena manipulación en el manejo de huevos para la siembra en el vivero garantiza más del 90% de eclosiones, ya que la mala manipulación por parte de los recolectores, ocasiona que los huevos se dañen y sean poco factibles para la siembra; además Chacón y otros (2008), definen que los huevos deben reubicarse en el transcurso de 0-5 horas después de haber sido desovados. Después de 5 horas, el movimiento del huevo es el principal enemigo para la

sobrevivencia del embrión, debido a que se pueden romper las membranas internas y matarlo.

## 5.2 MALFORMACIONES EN NEONATOS.

### 5.2.1 Medición del tamaño de la aleta y el caparazón en los neonatos.

Se determinó el promedio del tamaño del caparazón y la aleta de los neonatos por nido muestreado (figura 2), haciéndose notorio que el nido 15 mostró el promedio mayor de tamaño del caparazón (4.69 cm) y el nido 11 el menor tamaño (4.09 cm).

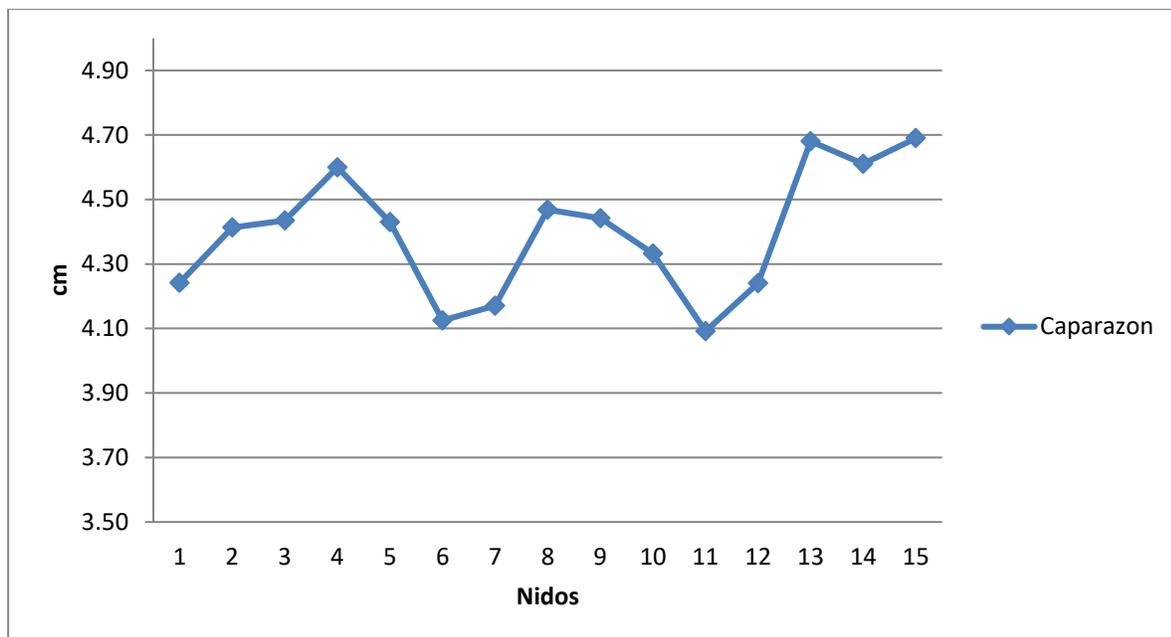


Figura 2: Promedio del tamaño del caparazón en los neonatos de *Lepidochelys olivácea*.

En cuanto al promedio del tamaño de la aleta (ver figura 3), el nido 13 muestra el valor más alto (3.69cm) y los nidos 1 y 6 los valores menores (3.38 cm en ambos).

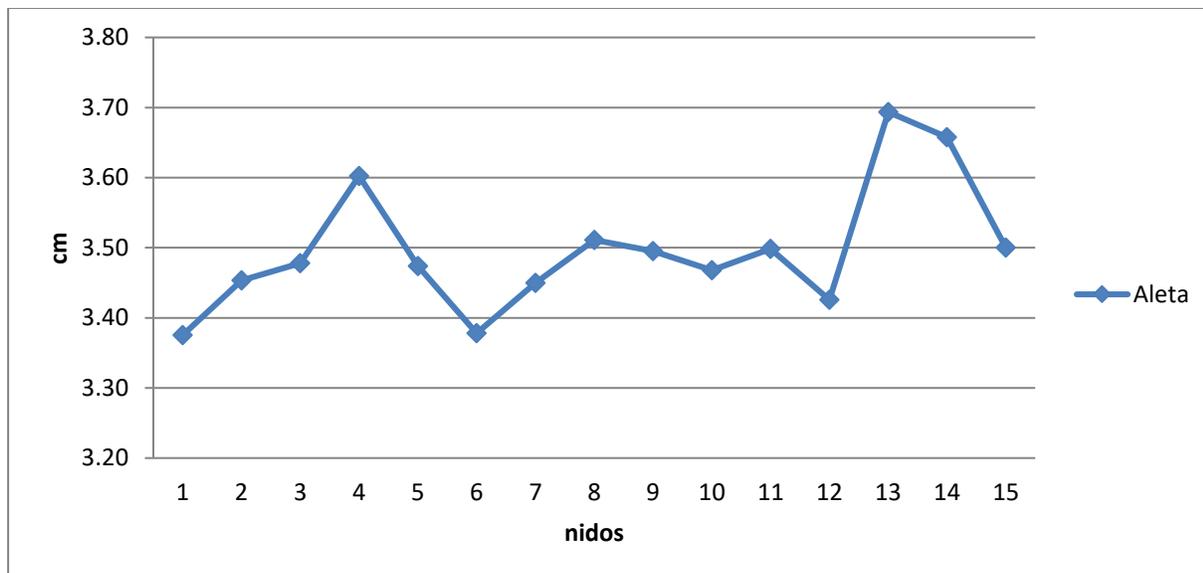


Figura 3: Promedio del tamaño de la aleta en los neonatos de *Lepidochelys olivácea*.

Pritchard y Mortimer (2000), delimitaron que el tamaño promedio del caparazón en los neonatos de tortuga paslama es de 42mm es decir 4.2 cm, permitiendo rangos de tamaño entre 3.8cm y 5 cm; esto indica que los neonatos muestreados se encuentran entre los rangos de tamaño aceptables. No se encontraron valores de referencia en cuanto al tamaño que deben poseer las aletas de los neonatos, por ende, no se sustenta si los valores registrados en las aletas son aceptables.

### 5.2.2 Tipos de malformaciones presentes en los neonatos.

Se registraron 22 malformaciones, agrupadas en 12 tipos, que se presentaron en 4 regiones anatómicas, en el caparazón se registraron más tipos de malformaciones (6) y en la aleta solo se presentó un tipo de malformación. La mayoría de neonatos presentaron malformaciones en el caparazón (12) y solo uno presento malformación en la aleta y algunos presentaron enanismo (3). El caparazón atrofiado, caparazón comprimido y enanismo fueron los tipos de malformaciones más abundantes (3 en cada tipo), siendo los tipos de malformaciones menos abundantes el caparazón de lado (1) y la deformación de la aleta (1). (Ver tabla 2)

Tabla 2: Número y proporción de malformaciones por región anatómica, por tipo y nivel de severidad.

Región Anatómica	Numero	%	Tipo de Malformación	Numero	%	Nivel de severidad
General	3	13.7	Enanismo	3	13.7	No letal
Caparazón	12	54.5	Caparazón abultado	3	13.7	No letal
			Caparazón atrofiado	3	13.7	No letal
			Caparazón redondo	2	9.1	No letal
			Compresión del caparazón	2	9.1	No letal
			Caparazón desviado del eje	1	4.5	No letal
			No cicatrización umbilical	1	4.5	Letal
Cabeza	6	27.3	Ceguera	2	9.1	Letal
			Exoftalmia	2	9.1	Sub letal
			Labio Leporino	1	4.5	No letal
			Prognatismo mandibular	1	4.5	No letal
Aleta	1	4.5	Aleta Deformada	1	4.5	Sub letal



Figura 4: Neonato de tortuga paslama (*Lepidochelys olivácea*) con el caparazón abultado.



Figura 5: Neonato de tortuga paslama (*Lepidochelys olivácea*) con compresión del caparazón.



Figura 6: Neonatos de tortuga paslama (*Lepidochelys olivácea*) con presencia de caparazón redondo y enanismo.



Figura 7: Neonato de tortuga paslama (*Lepidochelys olivácea*) con no cicatrización umbilical.



Figura 8: Neonato de tortuga paslama (*Lepidochelys olivácea*) con el caparazón desviado del eje.



Figura 9: Neonato de tortuga paslama (*Lepidochelys olivácea*) con presencia de caparazón atrofiado y aleta deforme.



Figura 10: Neonato de tortuga paslama (*Lepidochelys olivácea*) con prognatismo mandibular.



Figura 11: Neonato de tortuga paslama (*Lepidochelys olivácea*) con exoftalmia.



Figura 12: Neonato de tortuga paslama (*Lepidochelys olivácea*) con ceguera.



Figura 13: Neonato de tortuga paslama (*Lepidochelys olivácea*) con el labio leporino.

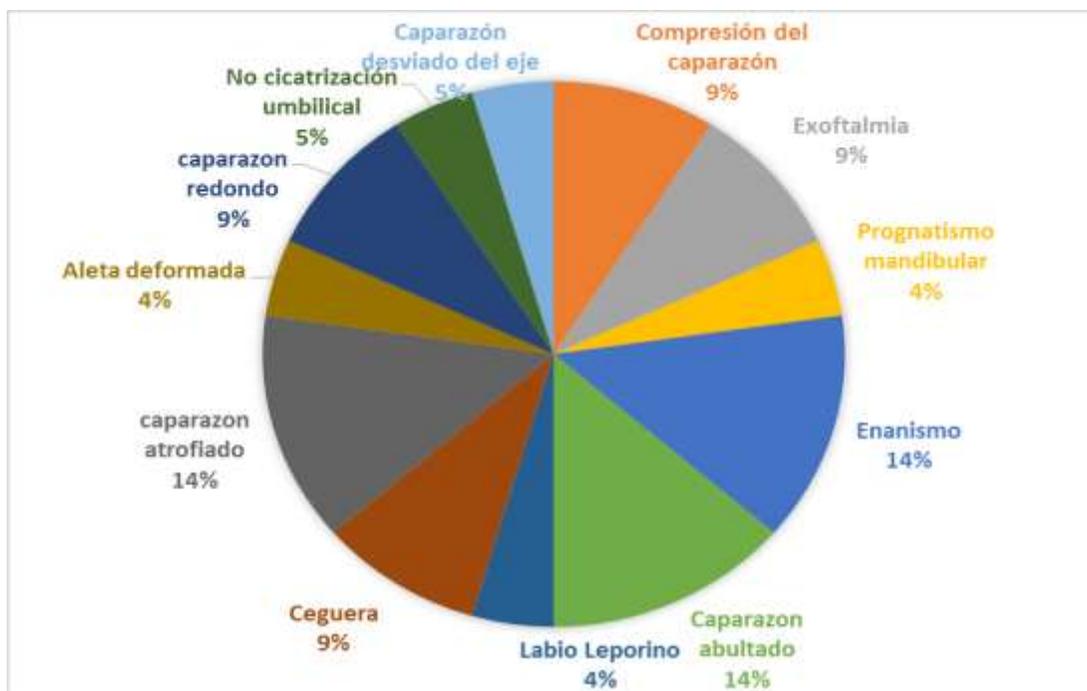


Figura 14: Porcentajes de las malformaciones encontrados en los neonatos de *Lepidochelys olivácea*.

En cuanto al porcentaje de malformaciones encontrado (Figura 14), se identificó que las malformaciones con mayores porcentajes son el enanismo (Figura 6), caparazón abultado (figura 4) y el caparazón atrofiado (figura 9), con un 14% para cada una y las de

menor porcentaje fue el prognatismo mandibular (Figura 10) con un 4%. En cuanto al nivel de severidad en las malformaciones (tabla 2), la mayoría de malformaciones son no letales, se identificaron dos tipos de malformaciones subletales, ejemplo de estas se encontraron los exoftalmia y aleta deforme; y dos letales, encontrándose la ceguera y la no cicatrización umbilical.

Se encontraron menos tipos de malformaciones (12) en comparación a los encontrados por Bárcenas y Maldonado (2009), quienes identificaron 20 tipos, existiendo diferencias de resultados, ya que no se encontró malformaciones como el albinismo y malformaciones a nivel nasal, los cuales fueron las principales malformaciones encontradas por Bárcenas y Maldonado, esto se debe a las actividades económicas preponderantes en la zona, ya que la Bahía de Banderas (zona de investigación de Bárcenas y Maldonado), se caracteriza por actividades agropecuarias, turismo, construcción e industria manufacturera, además posee 9277 ha destinadas a la agricultura, lo cual, todas estas actividades en conjunto, estarían generando contaminación por plaguicidas e hidrocarburos que provocarían efectos teratogénicos.

En el John Heinz National Wildlife Refuge se determinó un incremento en la tasa anual de malformaciones entre los años 2004 y 2005, de 13% a 19% en los nidos de la tortuga dulceacuícola (*Chelydra serpentina*), asociadas con la presencia de altos niveles de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). La exposición a este tipo de contaminantes reduce la sobrevivencia de los embriones y causa anomalías en el desarrollo de las crías (Van Meter, Spotila, & Avery, 2006).

La presencia de malformaciones (aunque en menor cantidad con respecto a otros estudios) en la franja estudiada, se debe a que las principales actividades en la zona costera Jiquilillo-Padre Ramos, se basa principalmente en la pesca y el turismo, y la zona no se encuentra sobrepoblada, por ende las cantidades de contaminantes presentes en las zonas de anidación podría decirse son en menor grado que otras zonas estudiadas, fomentando en gran manera la eclosión de neonatos sin presencia de malformaciones congénitas producto de contaminantes químicos.

### 5.3 CORRELACION DE MALFORMACIONES CONGENITAS CON FACTORES MEDIOAMBIENTALES.

#### 5.3.1 Temperatura monitoreada en los nidos.

Los resultados obtenidos muestran que la temperatura por la tarde se encuentra entre los rangos de 31 a 33°C mientras que la temperatura por la mañana está entre el rango de los 31 a 30°C (figura 14), los cuales se mantuvieron entre los rangos aceptados, definidos por Ackerman (1997), quien estipulo que los valores óptimos para la incubación de los huevos de tortuga olivácea esta entre los 25 y 34°C y que valores superiores a 35°C o menores a los 23°C resultan mortales para los organismos, estos valores se mantuvieron debido al proceso climatológico y a los factores ambientales que se presentaron durante nuestro tiempo de muestreo.

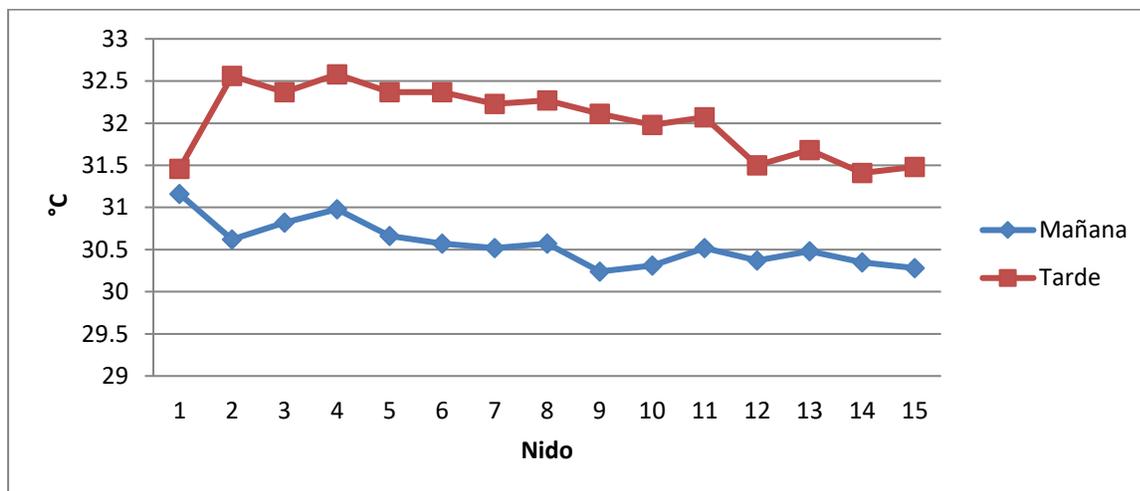


Figura 15: Temperaturas presentes en los nidos de *Lepidochelys olivácea* muestreados

Uno de los factores fundamentales que influyó en los valores de temperatura registrados en los nidos, fue la infraestructura del criadero de tortugas, ya que este estaba cubierto en su totalidad por malla sarán con ojo de luz de 200 micras (Figura17), impidiendo en gran manera la penetración directa de los rayos solares (en un 35% de sombreado (Saavedra, Corradini, Antúnez, Felmer, Estay, & Sepulveda, 2017)) y de la cantidad de lluvia percibida, también las condiciones climatológica presentadas en los meses de investigación, con altos niveles de nubosidad y la constante presencia de precipitaciones

con valores superiores a los 400mm de lluvia por mes (INETER, 2019), manteniendo los valores entre los rangos considerados cálidos, aunque la zona de Jiquilillo-Padre Ramos posee un clima ambiente promedio de 36°C.

### 5.3.2 Salinidad monitoreada en los nidos.

Se evaluaron las salinidades presentes en la arena de los nidos muestreados durante el ciclo de incubación (figura 15). El nido 11 mostro el valor promedio de salinidad más elevado (2.45 ppm) y el de menor salinidad fue el nido 6 (2.08 ppm).

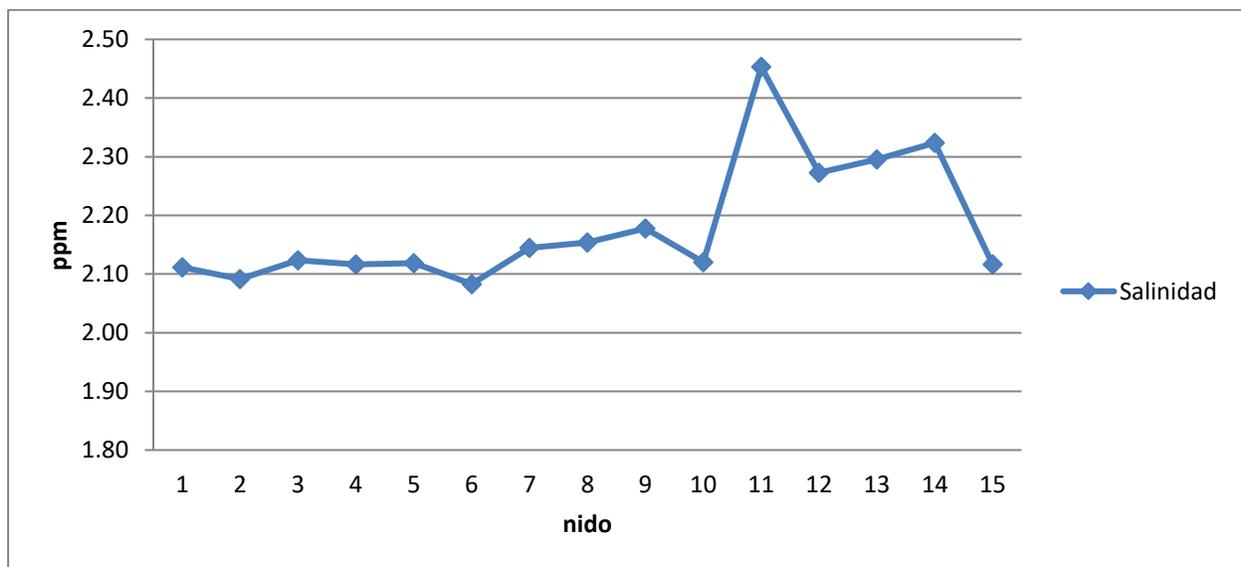


Figura 16: Salinidades presentes en los nidos de *Lepidochelys olivácea* muestreados

Abella (2010), identificó la influencia de las concentraciones salinas en los sustratos que ocupan las tortugas marinas para la realización de los nidos, empleando un experimento de incubación de huevos a diferentes concentraciones de sales en los sustratos, preparados con agua marina: < 0.1 ppm; 12.7 ppm, 20 ppm, 25.5 ppm, 36 ppm, 45 ppm, 60 ppm y 70 ppm, determinando que la sal afectó significativamente al grado de hidratación del huevo, a su supervivencia y a las características de las crías, siendo en los sustratos con valores salinos de 12.7 ppm y superiores a este los que mostraron una clara relación.

Los valores encontrados en la investigación estaban en el rango de los 2 ppm y 2.5 ppm, lo cual indica que se encontraban en valores más cercanos al cero de salinidad, y determinando que la salinidad no tuvo una influencia directa con la cantidad de neonatos obtenidos, ni con la presencia de malformaciones. Los huevos sembrados e incubados en sustratos cercanos a cero de salinidad, muestran una mayor sobrevivencia, un periodo de incubación menor y un menor lapso de tiempo de maduración de los neonatos que los sembrados a sustratos mayores a 12 ppm (Abella, 2010).

### 5.3.3 Correlación de Temperatura, salinidad y malformaciones presentes.

Se correlacionó la cantidad de malformaciones presentados por los neonatos, con los valores de temperatura y salinidad registrados durante el proceso de incubación en los nidos del criadero (tabla 4), obteniéndose un poca relación entre la temperatura y la cantidad de malformaciones presentadas ( $R= 0.222$ ). Con respecto a la salinidad y las malformaciones presentes, no existe una relación entre ambas variables, ( $R= 0.049$ ).

La poca relación entre la temperatura y malformaciones fue debido a que los valores obtenidos durante el ciclo de incubación se encontraron entre los rangos definidos (Ackerman, 1997); por ello, si bien es cierto hubo presencia de malformaciones en los neonatos, no fue en gran cantidad, adjudicándose estas malformaciones a otros factores como la contaminación (Barcenás Ibarra & Maldonado Gasca, 2009).

No se estableció una relación entre la salinidad y la frecuencia de malformaciones, debido a diversos elementos como la poca información que se tiene sobre la salinidad presente en la arena de mar y los posibles efectos que las altas concentraciones de sales pueden provocar en el corion de los huevos, ya que los valores de salinidad durante el periodo de incubación demostraron poca concentración.

#### **5.4 INDICES DE PREVALENCIA, INCIDENCIA E INTENSIDAD.**

Del total de nidos revisados, se encontró que 12 nidos presentaban al menos un organismo con malformación congénita. En cuanto a los organismos revisados (786), 19 organismos presentaron una malformación o más, determinándose una prevalencia de 2.42% de malformaciones/organismos. Así mismo se determinó una intensidad de 0.028 malformaciones/organismo con valores entre 1 y 2 malformaciones/organismo. Con base en el total de nidos con algún organismo malformado, la incidencia fue de 1.27 malformaciones/nido, se hallaron valores entre 1 y 5 malformaciones por nido.

Estos valores contrastan con los presentados por Bárcenas y Maldonado (2009), en un estudio realizado en Nuevo Vallarta, Nayarit, donde se registró una prevalencia de 1.8%, una intensidad de 2.78, 21 tipos de malformaciones y siendo el caparazón el que más malformaciones presentó.

Una prevalencia mayor al presentado por Bárcenas y Maldonado, se debe a la cantidad de organismos que se muestrearon en ambos estudios, ya que se muestrearon más organismos por el autor antes mencionado y con ello se obtuvo mayor número y tipo de malformaciones, aunque se considera un factor influyente en la cantidad de malformaciones la presencia de contaminantes en las zonas de anidación (Van Meter, Spotila, & Avery, 2006), las malformaciones encontradas se deben a otros factores como el tipo de comportamiento de anidación (Plotkin & Bernardo, 2003)

En este sentido, es importante señalar el efecto diferencial de la deriva genética en playas de anidación solitaria y playas de arribada; el tamaño de la población efectiva es considerablemente mayor en playas de arribada, y, por lo tanto, el efecto de la deriva sería menor y habría mayor diversidad genética en comparación con las playas de anidación solitaria (Rodríguez-Zárate, 2008), por ello la presencia de malformaciones podría estar conectada con la poca diferenciación genética en la zona de anidación muestreada, ya que la zona Jiquilillo-Padre Ramos es considerada zona de anidación solitaria (Torres & Urteaga, 2009).

## **VI. CONCLUSIONES.**

Se identificaron 12 tipos de malformaciones presentadas por los neonatos, agrupadas en 4 regiones anatómicas (caparazón, aleta, cabeza y cuerpo). La región corporal de los neonatos con mayor frecuencia de malformaciones fue el caparazón.

La temperatura encontrada en los nidos se encuentra entre los rangos definidos para el éxito de las eclosiones, en cuanto a la salinidad no hay valores definidos que delimiten si los datos encontrados son los necesarios.

Se obtuvo una relación escasa entre la temperatura y las malformaciones contabilizadas, al igual que entre salinidad y malformaciones presentes, en cambio la temperatura y salinidad mostraron una correlación inversa.

Los índices obtenidos como la prevalencia (2.42%), resultado elevado en comparación con otros estudios, mientras que la intensidad (1.27), no mostro un valor muy elevado, en comparación a dichos estudios. Se obtuvo una incidencia de malformaciones de 0.028

## **VII. RECOMENDACIONES.**

Se recomienda a futuros investigadores:

Realizar estudios sobre los valores de salinidad necesarios para el proceso de incubación y eclosión de los neonatos de la especie estudiada.

Realizar investigaciones de otros factores que puedan ser posibles causantes de las malformaciones presentadas por los neonatos.

Investigar los factores medioambientales y fisicoquímicos que intervienen en los ciclos de incubación de los tortuguillos.

Realizar personalmente o por personas capacitadas la colecta de los huevos a utilizar en las investigaciones a desarrollar.

## VIII. BIBLIOGRAFIA.

- Abella, E. (2010). *Factores ambientales y de manejo que afectan al desarrollo embrionario de la tortuga marina Caretta caretta. Implicaciones en programas de incubación controlada*. Tesis doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Biología, Las Palmas de Gran Canaria, España.
- Abreu Grobois, A., & Plotkin, P. (2014). *Lepidochelys olivacea*. En *The IUCN Red List of Threatened Species*.
- Ackerman, R. A. (1997). The nest environment and the embryonic development of sea turtles. En J. Musick, & P. Lutz, *The Biology of sea turtles* (págs. 83-106). Boca Ratón: CRC Press.
- Aguirre, A., & Lutz, P. (2004). Marine turtles as sentinels of ecosystem health: Is fibropapillomatosis an indicator? *EcoHealth*, 275-283.
- Barcenas Ibarra, A., & Maldonado Gasca, A. (2009). *Malformaciones en embriones y neonatos de tortuga golfina (Lepidochelys olivacea) en Nuevo Vallarta, Nayarit, México*. Nayarit.
- Bernardo, J., & Plotkin, P. T. (2007). An evolutionary perspective on the arribada phenomenon and reproductive behavioural polymorphism of olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*). En P. T. Plotkin, *Biology and conservation of ridley sea turtles*. (págs. 59-87). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Biswas, S. (1982). report on the olive ridley *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz) (Testudines: Chelonidae) of Bay of Bengal. En *Records of the Zoological Survey of India* (págs. 275-302).
- Bjorndal, K. (1997). Foraging ecology and nutrition of sea turtles. En J. Musick, & P. L. Lutz, *The Biology of Sea Turtles* (págs. 199-231). Boca Ratón: CRC Press.
- Bowen, B. W., & Avise, J. C. (1995). *Conservation genetics of marine turtles*. (J. Avise, & J. L. Hamrick, Edits.) USA: Chapman and Hall.

- Bowen, B., & Karl, S. (2007). Population genetics and phylogeography of sea turtles. *Molecular Ecology*, 4886-4907.
- Bowen, B., Clark, A., Abreu-Grobois, F., Chavez, A., Reichart, H., & Ferl, R. (1998). Global phylogeography of the ridley sea turtles (*Lepidochelys* spp.) as inferred from mitochondrial DNA sequences. *Genetica*, 179-189.
- Bowen, B., Meylan, A., & Avise, J. (1991). Evolutionary distinctiveness of the endangered Kemp's ridley sea turtle. *Nature*, 709-711.
- Brenes, O. (2011). Efecto de la precipitación en el proceso de incubación de las nidadas de tortuga lora. *Ambientales*(4), 27-35.
- Cañón, S., & Orozco, C. I. (2004). *Anormalidades encontradas en nidadas trasladadas de tortugas marinas gogo (*Caretta caretta*) y carey (*eretmochelys imbricata*) de las playas de la vertiente norte de la sierra nevada de Santa Marta, departamento de Magdalena, temporada de desove de 2001*. Trabajo de Grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Biología Marina, Santa Marta.
- Casas Andreu, G. (1978). *Análisis de la anidación de tortugas marinas del género *Lepidochelys* en México*.
- Chacón, D., Dick, B., Harrison, E., Sarti, L., & Solano, M. (2008). *Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica*. San José.
- Dodd, C. J. (1988). *Synopsis of the biological of the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta* (Linnaeus 1758)*. Biological Report, US Fish & Wildlife Service.
- Fuentes, M., Limpus, C. J., & Hamann, M. (2011). Vulnerability of sea turtle nesting grounds to climate change. *Global Change Biology*, 140-153.
- González, L. I. (2001). *Informe Nacional sobre tortugas carey*. MARENA y DGBRN, Ciudad de México.

- Hawkes, L., Broderick, A., Coyne, M., Godfrey, M., Lopez-Jurado, L., López-Suarez, P., y otros. (2006). Phenotypically linked dichotomy in sea turtle foraging requires multiple conservation approaches. *Current Biology*, 990-995.
- Hawkes, L., Broderick, A., Godfrey, M., & Godley, B. (2009). *Climate change and marine turtles*. Endangered Species Research.
- Hodge, R., & Wing, B. (2000). Occurrences of marine turtles in Alaska waters. *Herpetological Review*, 148-151.
- INETER. (2019). *Boletín Climatológico mensual Septiembre y Octubre 2019*. Managua.
- Instituto Nacional de Ecología. (1999). *Programa Nacional de protección, conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas*. SEMARNAP, México DF.
- Jensen, M., Abreu-Grobois, A., Frydenberg, J., & Loeschcke, V. (2006). Microsatellites provide insight into contrasting mating patterns in arribada vs. non-arribada olive ridley sea turtle rookeries. *Molecular Ecology*, 2567-2575.
- Jensen, M., Limpus, C., Whiting, S., Guinea, M., Prince, R., Dethmers, K., y otros. (2013). Defining olive ridley turtle *Lepidochelys olivacea* management units in Australia and assessing the potential impact of mortality in ghost nets. *Endangered Species Research*, 241-253.
- Jones, T., & Seminoff, J. (2013). Feeding biology: Advances from field-based observations, physiological studies, and molecular techniques. En J. Wyneken, K. Lohmann, & J. Musick, *The Biology of Sea Turtles* (Vol. III, págs. 211-247). Boca Ratón: CRC Press.
- Karl, S., Bowen, B., & Avise, J. (1995). Hybridization among the ancient mariners: Characterization of marine turtle hybrids with molecular-genetic assays. *Journal of Heredity*, 262-268.
- Keller, J. (2013). Exposure to and effects of persistent organic pollutants. En J. Wyneken, K. Lohmann, & J. Musick, *The Biology of Sea Turtles* (Vol. III, págs. 285-328). Boca Ratón: CRC Press.

- Kopitsky, K., Pitman, R., & Dutton, P. (2004). Aspects of olive ridley feeding ecology in the eastern tropical Pacific. En M. Coyne, & R. Clark, *Proceedings of the 21st Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. Filadelfia, Pennsylvania, USA.
- Lara-Ruiz, P., López, G., Santos, F., & Soares, L. (2006). Extensive hybridization in hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) nesting in Brazil revealed by mtDNA analyses. *Conservation Genetic*, 773-781.
- Luque, C., Bárcenas, A., Cuevas, E., & Selem, C. (2010). *Registro de malformaciones de tortuga carey (Eretmochelys imbricata) en la costa norte de la península de Yucatán*. Yucatan.
- Luters, A., & Salazar, J. (2000). *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo*. Instituto de Suelos, Argentina.
- Marcovaldi, M. (2001). Status and distribution of the olive ridley turtle, *Lepidochelys olivacea*, in the Western Atlantic Ocean. En K. Eckert, & A. Abreu Grobois, *Proceedings of the Regional Meeting: Marine Turtle Conservation in the Wider Caribbean Region* (págs. 52-56).
- Márquez, M. (1990). *Sea turtle of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtles known to date*. FAO Species Catalogue 11, Roma.
- Márquez, M. (1996). *Las tortugas marinas y nuestro tiempo*. Fondo de Cultura Económica.
- Martínez Sanchez, J. C., Maes, J. M., van den Berghe, E., Morales, S., & Castañeda, E. A. (2001). *Biodiversidad Zoológica en Nicaragua: una estrategia nacional para su conservación*. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, Managua.
- McGehee, M. (1979). *Factors affecting the hatching success of loggerhead sea turtle eggs (Caretta caretta)*. Dissertation, University Central Florida, Orlando.

- Meylan, A., & Meylan, P. (2000). Introducción a la evolución, historia de vida y biología de las tortugas marinas. En K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu Grobois, & M. Donnelly, *Técnicas de Investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación N° 4* (págs. 3-5). Pennsylvania.
- Moreno, A., López, S., & Corcho, A. (2000). Principales medidas en epidemiología. *Salud publica de Mexico*, 337-343.
- Morreale, S., Plotkin, P., Shaver, D., & Kalb, H. (2007). Adult migration and habitat utilization: ridley turtles in their element. En P. Plotkin, *Biology and Conservation of Ridley Sea Turtles* (págs. 213-229). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Panana-Arce, A., Gama-Villasana, H., Mendoza-Zúñiga, R., Panana-Villalobos, E., & Rivera-Prieto, J. (2014). *Registro Preliminar del perfil de playa y parametros fisicoquimicos en la zona costera Roca Partida-Monte Pío, Veracruz*. XXI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar, Conzumel, Quintana Roo.
- Pardo, E. (2006). *Compendio de Epidemiología*. Managua, Nicaragua.
- Plotkin, P. (2010). Nomadic behaviour of the highly migratory olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* in the eastern tropical Pacific Ocean. *Endangered Species Research*, 33-40.
- Plotkin, P., & Bernardo, J. (2003). *Investigations into the basis of the reproductive behavioral polymorphism in Lepidochelys olivacea*. Informe Técnico , NOAA.
- Polovina, J., Balazs, G., Howell, E., Parker, D., Seki, M., & Dutton, P. (2004). Forage and migration habitat of loggerhead (*Caretta caretta*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles in the central North Pacific Ocean. *Fisheries Oceanography*, 36-51.
- Pritchard, P. (1997). Evolution, phylogeny and current status. En J. Musick, & P. Lutz, *The Biology of Sea Turtles* (págs. 1-28). Boca Ratón: CRC Press.

- Pritchard, P. (2007). Evolutionary relationships, osteology, morphology and zoogeography of ridley sea turtles. En P. T. Plotkin, *Biology and Conservation of Ridley Sea Turtles* (págs. 45-57). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Pritchard, P., & Mortimer, J. (2000). Taxonomía, morfología e identificación de las especies. En K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu Grobois, & M. Donnelly, *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de tortugas marinas* (págs. 23-44). Pennsylvania.
- Reichert, H. (1993). *Synopsis of biological data on the olive ridley sea turtle Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1829) in the Western Atlantic*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-336.
- Rodríguez-Zárate, C. (2008). *Estructura genética de las colonias reproductoras de tortuga golfinia Lepidochelys olivácea, en Baja California y playas del Pacífico Continental Mexicano*. Tesis de maestría.
- Saavedra, G., Corradini, S., Antúnez, A., Felmer, S., Estay, S., & Sepulveda, P. (2017). *Manual de Producción de lechuga*. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.
- Schulz, J. (1975). Sea turtles nesting in Suriname. *Leiden: Rijksmuseum van Natuurlijke Historie*, 1-144.
- Shanker, K., Ramadevi, J., Choudhury, B., Singh, L., & Aggarwal, R. (2004). Phylogeography of the olive ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*) on the East coast of India: implications for conservation theory. *Molecular Ecology*, 1899-1909.
- Torres, P., & Urteaga, J. (2009). *Consolidado de Monitoreo de Tortugas Marinas en el Pacífico de Nicaragua, Temporada 2008-09*. Managua.
- Trejo, J. (2000). *Mortalidad Embrionaria en nidos protegidos de tortuga golfinia Lepidochelys olivacea en la reserva "Playon de Mismaloya" Jalisco, México*. Tesis de Maestría, Universidad de Colima, Colima, México.
- Valverde, R., & Gates, C. (2000). Estudios de poblaciones en playas de arribadas. En K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu Grobois, & M. Donnelly, *Técnicas de*

- Investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación N° 4* (págs. 64-69). Pennsylvania.
- Van Meter, R. J., Spotila, J. R., & Avery, H. W. (2006). Polycyclic aromatic hydrocarbons affect survival and development of common snapping turtle (*Chelydra serpentina*) embryos and hatchlings. *Environmental Pollution*, 466-475.
- Vega, A., & Robles, Y. (2007). Evaluación del manejo de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivácea*) en Isla Cañas, pacífico panameño. *Tecnociencia*, 9(1), 27-40.
- Vilaça, S., Vargas, S., Lara-Ruiz, P., Molfetti, E., Reis, E., Lobo-Hajdu, G., y otros. (2012). Nuclear markers reveal a complex introgression pattern among marine turtle species on the Brazilian coast. *Molecular Ecology*, 4300-4312.
- Witherington, B. E., & Martin, R. E. (2003). *Entendiendo, evaluando y solucionando los problemas de la contaminación de la luz en playas de anidamientos de tortugas marinas*. Technical Report TR-2. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission.
- Witt, M., Hawkes, L., Godfrey, M., Godley, B., & Broderick, A. (2010). Predicting the impacts of climate change on a globally distributed species: The case of the loggerhead turtle. *Journal of Experimental Biology*, 901-911.

## IX. ANEXOS.

### 9.1 DISEÑO DEL CRIADERO UTILIZADO.



Figura 17: Estructura del criadero de tortugas marinas utilizado.



Figura 18: Estructura y orientación de las incubadoras utilizadas.

## 9.2 FORMATO DE HOJA DE CAMPO UTILIZADA.

Fecha:

Realizado por:

Lugar:

Medición de Parámetros a evaluar.

Parámetros y horas Incubadoras.	Temperatura		Salinidad.
	8:00 A.M.	4:00 P.M.	9:30 A.M.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Observaciones:

---

Realizador del monitoreo.

---

Lic. Alan Quiroz  
Encargado del Criadero

### 9.3 CORRELACIONES REALIZADAS.

Tabla 3: Correlación de la Temperatura, salinidad y malformaciones en neonatos.

		S	T	Malformación
S	Correlación de Pearson	1	-.141	.049
	Sig. (bilateral)		.616	.861
	N	15	15	15
T	Correlación de Pearson	-.141	1	.222
	Sig. (bilateral)	.616		.427
	N	15	15	15
Malformación	Correlación de Pearson	.049	.222	1
	Sig. (bilateral)	.861	.427	
	N	15	15	15