

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

**Evaluación del éxito de eclosión en nidos de la tortuga marina *Lepidochelys olivacea* y su
relación con el manejo en tortugarios del Pacífico de Guatemala.**

Bárbara Lisset Cúmez Caté

BIÓLOGA

Guatemala, mayo de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

**Evaluación del éxito de eclosión en nidos de la tortuga marina *Lepidochelys olivacea* y su
relación con el manejo en tortugarios del Pacífico de Guatemala.**

INFORME DE TESIS

Presentado por

Bárbara Lisset Cúmez Caté

Para optar al título de

BIÓLOGA

Guatemala, mayo de 2018

JUNTA DIRECTIVA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	Decano
Licda. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza	Secretaria
M.Sc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	Vocal I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Andreína Delia Irene López Hernández	Vocal IV
Br. Carol Andrea Betancourt Herrera	Vocal V

DEDICATORIA

A mi madre, Blanca Rosa Caté Apén, porque con su cariño, esfuerzo y apoyo ha sido posible cerrar este ciclo.

AGRADECIMIENTOS

- **A Dios**
- **Al pueblo de Guatemala y la Universidad de San Carlos de Guatemala.**
- **A mi familia, mi madre Blanca Caté, mis hermanos Andrea, Alan y Celia.**
- **A mis abuelitos Raymunda Apén y Santiago Caté, mis tíos y primos.**
- **A mis amigas, Sofi, Ericka, Papita, Paula, Cynthia, Helena y las Monitas.**
- **A mi asesora la Licda. Alejandra Morales, por interés y apoyo.**
- **A los encargados de los tortugarios: Don Juan Hidalgo, Biol. Lucía García, Axel Cuellar y Cesar Flores, por su interés y permitirme desarrollar esta investigación en estos lugares.**
- **A los representantes del CONAP, Airam López y Silvia Morales.**
- **A mis Profesores: Andrea Cabrera, Carlos Avendaño y Lucía Prado.**

ÍNDICE

1. RESUMEN	6
2. INTRODUCCION	8
3. ANTECEDENTES	10
3.1. Tortugas marinas	10
3.1.1. Tortuga Parlama: <i>Lepidochelys olivacea</i> (Eschscholtz 1829)	12
3.2. Ciclo de vida de las tortugas marinas	14
3.3. Manejo y Conservación de tortugas marinas en Guatemala	15
3.3.1. Amenazas	15
3.3.2. Estrategias de Manejo de tortugas marinas en Guatemala	17
3.3.3. Marco legal e Instrumentos Normativos involucrados en el Manejo y Conservación de Tortugas Marinas	20
3.4. Área de Estudio	25
3.4.1. Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico (RNUMM)	26
3.4.2. Área de usos múltiples Hawaii -AUMH- / Parque ARCAS Hawaii	27
3.4.3. Tortugario “El Banco”, Comunidad El Banco, Taxisco, Santa Rosa	28
4. JUSTIFICACIÓN	29
5. OBJETIVOS	31
6. HIPÓTESIS	31
7. MATERIALES Y MÉTODOS	32
7.1. UNIVERSO	32

7.2.	Materiales	32
7.3.	Métodos	33
7.3.1.	Evaluación del éxito de eclosión de <i>L. olivacea</i> y su relación con el manejo en tortugarios del Pacífico de Guatemala	33
7.3.2.	Comparación de las prácticas de manejo de tortugarios en Guatemala con prácticas estandarizadas internacionalmente para el manejo de tortugas marinas	35
7.3.3.	Análisis de las causas de mortalidad de neonatos de <i>L. olivacea</i> en relación al manejo realizado por cada tortugario	35
7.3.4.	Determinación del sexo de <i>L. olivacea</i>	36
8.	RESULTADOS	38
8.1.	Evaluación del éxito de eclosión de <i>L. olivacea</i> y su relación con el manejo en tortugarios del Pacífico de Guatemala	38
8.2.	Comparación de las prácticas de manejo de tortugarios en Guatemala con prácticas estandarizadas internacionalmente para el manejo de tortugas marinas.	39
8.3.	Análisis de las causas de mortalidad de neonatos de <i>L. olivacea</i> en relación al manejo realizado por cada tortugario.	43
8.4.	Determinación del sexo de <i>L. olivacea</i> .	44
9.	DISCUSIÓN	45
9.1.	Evaluación del éxito de eclosión de <i>L. olivacea</i> y su relación con el manejo en tortugarios del Pacífico de Guatemala	45
9.2.	Comparación de las prácticas de manejo de tortugarios en Guatemala con prácticas estandarizadas internacionalmente para el manejo de tortugas marinas.	48
9.3.	Análisis de las causas de neonatos muertos en relación al manejo realizado por cada tortugario.	54

9.4.	Determinación del sexo de <i>L. olivacea</i>	56
10.	CONCLUSIONES	58
11.	RECOMENDACIONES	59
12.	REFERENCIAS	60
13.	ANEXOS	67

1. RESUMEN

Las tortugas marinas tienen un ciclo de vida extraordinario. Como adultos, pasan casi toda su vida en el mar, y solamente regresan a la playa las hembras, a desovar. Sus huevos se incuban en la playa, donde las condiciones de incubación son precisas para determinar el sexo y la supervivencia de los neonatos, los cuales no poseen cuidado parental.

A pesar de que se encuentran amenazadas en todas las etapas de su ciclo de vida, han logrado mantener la especie por millones de años. Sin embargo, las amenazas asociadas al ser humano, como colecta de huevos, captura incidental, disminución de playa, iluminación y depredación animal, han tenido un impacto negativo sobre las poblaciones. Por ello, durante mucho tiempo la relocalización de nidos a tortugarios había sido una técnica importante de conservación.

La tortuga Parlama *Lepidochelys olivacea* es la especie más abundante en Guatemala. Todas las playas donde anida están fuertemente afectadas por la colecta de huevos, debido a las necesidades económicas de las comunidades. Desde la década de los 70s las autoridades encargadas de la conservación de las especies adoptaron el sistema de incubación de los huevos por medio de Tortugarios, como único método de conservación de tortugas marinas en Guatemala. Dentro de este sistema, existe una “cuota de conservación”, en la cual se dona un 20% de cada nido a un Tortugario, para poder aprovechar comercialmente el resto del nido.

Dada su situación, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el éxito de eclosión de la parlama *L. olivacea* y su relación con el manejo de tortugarios del Pacífico de Guatemala, mediante la comparación de las prácticas de manejo de tortugarios en Guatemala con prácticas estandarizadas internacionalmente para el manejo de tortugas marinas. Así mismo se analizaron las causas de mortalidad de *L. olivacea* y su relación con el manejo realizado por cada tortugario. Finalmente, se determinó la proporción de sexos en neonatos muertos de *L. olivacea*, mediante identificación gonadal.

Al analizar las prácticas empleadas por los tortugarios, se observó que existe una discrepancia y desinformación sobre los métodos y prácticas más adecuadas para alcanzar los objetivos de conservación de las tortugas marinas. Las principales causas de mortalidad en tortugarios son debidas a malas prácticas de manejo, cómo: manipulación de huevos, extracción de neonatos previo a su emergencia natural, depredación por gatos domésticos, aves y plagas de hormigas, muerte por

fatiga, deshidratación e insolación debido a poca recurrencia en revisar la emergencia de los neonatos en los nidos.

Dentro del manejo de los tortugarios, se observaron vacíos de información, entre ellos la temperatura que es factor esencial para la determinación del sexo. Según los resultados, la mortalidad de los neonatos durante esta temporada estuvo influenciada por el manejo, traslado, relocalización e incubación de los huevos en el tortugario. Por lo anterior se sugiere que los tortugarios no son la opción más adecuada de conservación de tortugas marinas para Guatemala, ya que las condiciones de manejo no son las óptimas según estándares internacionales.

Como resultado de esta investigación, se encontró que la proporción de sexo, en neonatos muertos, fue de 100% hembras para los tres tortugarios estudiados. Esta situación puede tener consecuencias poblacionales a largo plazo, por lo que se recomienda determinar cuáles son las proporciones de sexo en condiciones naturales para nuestras playas de anidación.

2. INTRODUCCION

Las siete especies de tortugas marinas que existen en el mundo se encuentran amenazadas a extinguirse (Wyneken, *et. al.*, 1988, p.88). En Guatemala se pueden encontrar cinco especies de tortugas marinas, tres de ellas en el Pacífico: Parlama (*Lepidochelys olivacea*), Baule (*Dermochelys coriacea*), Verde (*Chelonia mydas*); y cuatro especies en la Costa del Caribe: Caguama (*Caretta caretta*), Carey (*Eretmochelys imbricata*), Verde y Baule (CONAP, 2015, p.11). De estas especies, la más abundante es la Parlama (Montes, 2004, p11.)

La tortuga marina *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), está clasificada actualmente dentro de la categoría “Vulnerable”, según la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (Abreu-Grobois & Plotkin, 2008). La caza, la captura incidental, la degradación de su hábitat y el comercio de sus huevos, son las principales razones por las que se han visto reducidas las poblaciones de parlama (Abreu-Grobois & Plotkin, 2008). En Guatemala, la parlama también se encuentra clasificada en el Listado de Especies Amenazadas (LEA) del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) (CONAP, 2009).

Las poblaciones de la tortuga Parlama están bajo muchas presiones antropogénicas tanto a nivel local como a nivel global. El crecimiento poblacional humano está ejerciendo presión en los ecosistemas, específicamente en las zonas costeras. Se estima que en Guatemala el 100% de los nidos, que las hembras oviponen durante la temporada, son colectados por los locales (Baker, 2006, p.2).

En Guatemala la principal estrategia de conservación de tortugas marinas se lleva a cabo mediante la incubación de un porcentaje del nido en tortugarios (CONAP, 2009). El 20% de cada nido es donado a un tortugario y 80% restante es comprado por el tortugario o comercializado por los colectores y vendedores de nidos (Parlameros). Un tortugario, según se define en la Estrategia Nacional de Tortugas Marinas (2015), es un área de la playa cerrada y protegida de predadores, en donde los huevos son incubados y posteriormente los neonatos son liberados al mar.

Este estudio tuvo como objetivo principal evaluar el éxito de eclosión de la tortuga marina *Lepidochelys olivacea* y su relación con el manejo en tortugarios del Pacífico de Guatemala. De igual manera comparó las prácticas de manejo de tortugarios del Pacífico en Guatemala con las estandarizadas internacionalmente para el manejo de tortugas marinas; se analizaron las causas de

mortalidad de neonatos de *L. olivacea* en relación al manejo realizado por cada tortugario; y se determinó la proporción de sexos en neonatos muertos de *L. olivacea* mediante identificación gonadal. Esto con el fin de complementar las estrategias de manejo de tortugarios en Guatemala, basado en prácticas internacionalmente aceptadas; teniendo en cuenta que, para la toma de decisiones de las autoridades de manejo de la biodiversidad en Guatemala, es necesario llenar los vacíos de información.

De igual manera, se determinó la proporción de sexos de neonatos que murieron natural o incidentalmente en los tortugarios durante la temporada (256 neonatos). Se trabajó en tres tortugarios de la Costa del Pacífico de Guatemala: Tortugario CECON, Tortugario El Banco y Tortugario ARCAS. Dos de los cuales se ubican dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas: la Reserva de Usos Múltiples Monterrico y el Área de Usos Múltiples Hawaii; y el tercero ubicado en la Comunidad “El Banco” del mismo Departamento de Santa Rosa.

Los resultados de este estudio mostraron que el éxito de eclosión fue de 93.38%, pudiendo verse afectado por condiciones ambientales externas como humedad y temperatura, y las condiciones de manejo de los tortugarios como la cantidad microbiana dentro del nido, debida a prácticas de higiene del tortugario. A excepción del tortugario ARCAS, se considera que el manejo de los tortugarios es inadecuado, y no se apega a las prácticas internacionales de manejo de tortugarios, según la mortalidad de neonatos observada durante este estudio (297 individuos). Las prácticas de manejo no alcanzan los objetivos de conservación de tortugas marinas. Existe una desarticulación entre los tortugarios y las instituciones encargadas de regular, capacitar y monitorear el funcionamiento de los tortugarios. Finalmente, este estudio reafirma que existe un sesgo en las proporciones de sexo, ya que la totalidad de neonatos examinados, mediante identificación gonadal, fueron hembras en los tres tortugarios evaluados.

3. ANTECEDENTES

3.1. Tortugas marinas

Las tortugas marinas exhiben una diversidad sorprendente en su historia de vida, a pesar de ser solo siete especies extantes. Las adaptaciones que han alcanzado van desde eventos reproductivos extremos, llamados arribadas, a anidaciones solitarias, así como dietas específicas en algas marinas a esponjas o medusas. Así como, adaptaciones metabólicas de hibernación a endotermia (Bolten, 2003, p.6). Poseen una distribución geográfica amplia y patrones complejos de migración oceánica (Duchene, *et al*, 2012, p.1).

Las tortugas marinas se encuentran dentro del orden Testudines, originadas en el Cretácico (Duchene, *et al*, 2012, p.1). En la actualidad dos familias han sobrevivido, Cheloniidae y Dermochelyidae (Kear & Lee, 2006, p.118-119). La familia Cheloniidae constituye las tortugas de “caparazón duro”. Siendo seis especies extantes en cinco géneros: *Natator depressus*, *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata*, *Caretta*, *Lepidochelys kempii* y *Lepidochelys olivacea*. La familia Dermochelyidae formada por tortugas de “caparazón blando”, posee una especie dentro del género *Dermochelys coriacea* (Duchene, *et al*, 2012, p.1).

Estas relaciones filogenéticas muestran que para algunas especies las barreras geográficas entre el Pacífico y el Atlántico si han sido significativas para diferenciarse, y que los patrones biogeográficos históricos de la tortuga marina son distintos para cada especie (Duchene, *et. al.*, 2012, p.8).

Las tortugas marinas son de crecimiento lento, y de vida larga. Su compleja historia de vida muestra una diversidad de ecosistemas, desde hábitats terrestres donde la anidación y desarrollo embrionario se llevan a cabo, hasta hábitat de forrajeo en aguas costeras (zona nerítica), así como en mar abierto (zona oceánica) (Bolten, 2003, p.3).

Determinación del sexo dependiente de la temperatura (TSD)

La biología de las tortugas marinas se encuentra fuertemente influenciada por la energía térmica ambiental, así como los mecanismos de termorregulación fisiológica (Spotila & Standora, 1985, p.694). La determinación del sexo en las tortugas marinas, como en la mayoría de Reptiles, es dependiente de la temperatura (Ackerman, 1999, p.2). Este mecanismo se denomina “Determinación del Sexo dependiente de la Temperatura” (TSD), se establece por la temperatura de incubación de los huevos durante un periodo crítico de desarrollo embrionario, conocido como el “Periodo Termo-sensitivo” (TSP) (Janzen & Paukstis, 1991, p.1).

Los mecanismos de determinación del sexo han evolucionado múltiples veces en los distintos linajes de especies (Bull & Charnov, 1977, p.11). El TSD parece haber evolucionado al menos 5 a 6 veces en tortugas (Ewert & Nelson, 1991, p.58). La determinación del sexo en tortugas y en muchos otros reptiles está determinada por la temperatura de incubación, tanto en condiciones experimentales como en condiciones naturales (Pieau & Dorizzi, 1981, p.373; Yntema, 1976, p.453; Bull & Vogt, 1979, p.1186).

La Temperatura Pivotal (TP), corresponde a esa temperatura teórica para la producción de sexos en iguales proporciones (Para *L. olivacea* es de 29.4-30.4°C, en Costa Rica) (Wibbels, *et al.*, 1998, p.4). Esto quiere decir, que las temperaturas sobre los estadios tardíos de desarrollo, no tienen influencia en la determinación del sexo y diferenciación de las gónadas (Bull & Vogt, 1979, p.1188). A temperaturas bajas de la TP los neonatos son de un sexo y a temperaturas mayores son del otro sexo. Así, en las tortugas, a altas temperaturas se producen hembras y a bajas temperaturas, machos (Mrosovsky & Yntema, 1980, p.271; Bull & Vogt, 1979, p.1186).

La temperatura regula el contenido hormonal de la gónada durante el desarrollo embrionario, que a su vez dirige la diferenciación sexual del neonato (Desvages, *et al.*, 1993, p.1). Esta regulación actúa solamente durante el periodo termo-sensitivo (Mrosovsky & Pieau, 1991, p.1).

En neonatos es difícil identificar el sexo ya que carecen de estructuras externas dimórficas, y cromosomas sexuales heteromórficos. Sin embargo, durante su la incubación se desarrollan las gónadas. Por lo que después de la eclosión ya se tiene una morfología interna dimórfica (Wyneken, *et al.*, 2007, p.19). El sexo puede ser diagnosticado directamente después de la disección y observación al microscopio. El criterio que se utiliza tradicionalmente, es la extensión de los oviductos (totales o parcialmente desarrollados o ausentes), el tamaño y forma de las gónadas (Ewert & Nelson, 1991, p.51).

Con respecto a la contribución genética, se ha planteado la hipótesis de que hay diferencias heredables en la determinación del sexo de tortugas. Es decir, que podría haber efectos genéticos aditivos, y que la variación en las proporciones de sexo durante el periodo termosensitivo es propiedad de la madre y el padre (Bull, Vogt & Bulmer, 1982, p.334; Janzen & Paukstis, 1991).

Miller, (1985), propuso una descripción embriológica para tortugas marinas que corresponde a 31 estadíos embrionarios. Cabe señalar que los estadíos pueden variar de acuerdo a las especies, tasas de desarrollo, tiempos y temperaturas de incubación. El periodo termosensitivo, en el cual la temperatura tendrá acción, está restringido a la segunda tercera parte del desarrollo embrionario (Crew & Wibbels, 1989, p.162).

Dada la influencia de la temperatura en la determinación del sexo en tortugas, se ha visto que puede darse un sesgo en las proporciones de sexo, es decir en la cantidad de Machos y Hembras (Bull & Vogt, 1979, p.1187). En algunas especies pueden verse desequilibradas, incluso para una misma especie en localidades diferentes (Bull & Charnov, 1977, p.12).

3.1.1. Tortuga Parlama: *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz 1829)

La Parlama (*Lepidochelys olivacea*) pertenece a la Familia Cheloniidae, Clase Reptilia y al Orden Testudines. Es una de las dos especies dentro del género, de las cuales *Lepidochelys kempii* es la otra especie. Posee una distribución circuntropical en todo el planeta. Las dos poblaciones anidadoras más grandes se ubican en las costas del Este de La India y el Pacífico oriental de Centroamérica, México y Costa Rica (Limpus, 2008, p.7)

Los patrones filogenéticos sugieren que la tortuga parlama recientemente ha cambiado el patrón de hábitat y crecimiento. Anteriormente, iniciaba su desarrollo en la zona oceánica y después completaba su desarrollo juvenil en la zona nerítica. Recientemente se ha observado que completa todo su desarrollo en la zona nerítica (Bolten 2003, p.14). Sin embargo, dado que es una especie de distribución global, diversos estudios han mostrado que las poblaciones del Atlántico y el Pacífico aún no han sido modificadas por dichas barreras geográficas, como sucede con otras especies cosmopolitas. Existe evidencia que sugiere que *L. olivacea* y *D. coriácea* divergieron después del cierre del Istmo de Panamá en el Plioceno (Duchene, *et al.*, 2012, p.7-8).

La tortuga parlama se caracteriza por poseer un caparazón cubierto de escudos largos keratinizados, incluyendo seis o más pares de escudos costales. Sus huevos son los más pequeños, con un diámetro

aproximado de 3.7cm (Wyneken, 2001, p.4). Algunas de las características de los huevos son: cleidoicos, blancos y semi-esféricos (Limpus, 2008, p.15). Se ha visto que las condiciones óptimas en Australia para incubación de los huevos de Parlama son a 25°C-33°C, con buena ventilación, baja salinidad y alta humedad en el sustrato (Limpus, 2008, p.12). La Temperatura Pivotal reportada para *L. olivacea* es de 29.4-30.4°C, en Costa Rica (Wibbels, *et al.*, 1998, p.4). Conforme a su desarrollo embrionario, el Periodo Termosensitivo se da después del estadio 15, hasta el 21. Sin embargo, a temperaturas de incubación de 32°C, los ovarios se empiezan a desarrollar en el estadio 24 (Janzen & Paukstis, 1991, p.157).

Su rango de hogar y distribución se encuentra en aguas tropicales principalmente. Se ha reportado que pasan un 20% del su tiempo en la superficie y un 40% buceando en profundidades mayores a los 40 metros. Sin embargo, dentro las poblaciones de Parlama, se ha observado variación en los patrones de forrajeo y migración. Por ejemplo, en la población del Pacífico Occidental, se observa que pasa la mayor parte del tiempo en corrientes oceánicas ecuatoriales (NEC y ECC). En contraste, la población del Pacífico Oriental no utiliza estos hábitats (Polovina, *et al.*, 2004, p.36).

La temporada de anidación de la Parlama en la Costa del Pacífico de Guatemala se da principalmente en los meses de agosto y septiembre. Siendo las playas de Guayabo, Candelaria, Monterrico y La Barrona, donde se reportan los mayores índices de abundancia para esta especie (Montes, 2004, p.66). Se reporta que en la frecuencia de reanidación de una población marcada de Parlama en 5.3km de playa de la Costa del Pacífico, el 54.55% regresan en dos semanas; el 18.18% regresa en tres semanas; y 27.27% regresa en un mes y medio (Martínez & Calderón, 2011, p.5).

Según el monitoreo realizado por ARCAS (2015), utilizando contero de huellas, la tendencia poblacional de la colonia anidadora de la tortuga Parlama en el Pacífico de Guatemala, va en aumento. Se registraron 1001 huellas en 2004, y 1867 huellas para el año 2014 (Muccio, 2015).

Del Cid (2015), determinó la distribución espacial de la tortuga Parlama (*Lepidochelys olivacea*) en el Pacífico Central y Oeste de Guatemala en relación a las variables ambientales: profundidad, pendiente y distancia hacia la costa. Encontrando que donde hubo mayores registros de tortugas fueron las áreas del Pacífico Central y Oeste, que se encuentran entre 25 y 50 km de la costa, con aguas poco profundas y suelos relativamente planos. Dentro de las zonas principales de apareamiento y alimentación de la tortuga parlama está la zona costera Pacífica Central y Oeste de Guatemala, que coincide con el área de anidación y desove de la tortuga.

3.2. Ciclo de vida de las tortugas marinas

Las tortugas marinas poseen un ciclo de vida, en el cual habitan localidades sumamente distantes entre sí durante diferentes etapas de su vida. Desde que eclosionan hasta que alcanzan la edad adulta, pasan por muchos cambios ontogénicos al utilizar distintos hábitats, tales como playas de anidación, corredores biológicos, hábitats de forrajeo y alimentación (Seminoff, *et al.*, s.f., p.1).

Después de eclosionar, las tortugas cavan hacia la superficie de la arena. Este proceso puede durar entre dos a tres días. En este punto, si la temperatura de la arena está caliente (durante el día), las tortugas permanecen quietas y esperan que la temperatura descienda y emergen normalmente por la noche. Avanzan sobre la arena, en dirección hacia el mar. La iluminación del reflejo de la luna y las estrellas, las conducen hacia el horizonte (Robinson & Paladino, 2013, p.7).

Los neonatos nadan casi continuamente durante el primer día, a este proceso se le ha denominado Frenesí. En esta edad, mientras cruzan la playa o nada hacia aguas abiertas, no se alimentan o duermen (Limpus, 2008, p.13). Luego de una semana, disminuyen la natación a medida que se adentran en el mar. Se ha sugerido que una vez alcanzan mar abierto, se mantienen dentro de corrientes marinas, asociadas a comunidades de plancton, ya que los depredadores son menos que en la costa (Robinson & Paladino, 2013, p.7).

Una vez que las tortugas se dirigen al mar, según sugiere Bolten, (2003), pueden seguir tres patrones principalmente: a) completan su desarrollo en la zona nerítica; b) iniciar el desarrollo en la zona oceánica y después completar su desarrollo juvenil en la zona nerítica; o c) completar su desarrollo en la zona nerítica.

Una vez que alcanzan la madurez, los adultos que siguen el patrón b, usualmente dejan el hábitat nerítico durante sus migraciones reproductivas, y también suelen realizar migraciones a corredores oceánicos, área de forrajeo y hábitats neríticos de interés. Los adultos que siguen el patrón c, también regresan a la zona nerítica para reproducirse. La tortuga Parlama del Este del Pacífico exhibe este patrón, al igual que la tortuga Baule (*Dermochelys coriacea*), se asume que los estadios juveniles ocurren en la zona oceánica (Bolten, 2003, p.12). En general las tortugas marinas pasan la mayor parte de su vida en las profundidades, donde se alimentan, aparean y duermen. Su historia de vida es más compleja de lo que se creía antes (McClellan & Read, 2007, p.594).

Se cree que pueden alcanzar la madurez sexual entre los 10 a 15 años. Posteriormente realizan migraciones a zonas reproductivas costeras, que corresponden a las playas de anidación donde nacieron (Seminoff, s.f., p.3). Por ello se maneja la hipótesis de que, durante la incubación probablemente aprenden las características del campo magnético de la tierra de la playa donde anidan, el olor de la arena o el agua con la que tienen contacto por primera vez, para poder regresar como adultos (Limpus, 2008, p.13).

En la época reproductiva, tanto los machos como las hembras migran hacia regiones pelágicas y/o estuarinas, donde se reproducen (Seminoff, s.f., p.3). Una vez que la tortuga hembra se encuentra lista para anidar, usualmente por la noche, deposita en el nido una cantidad determinada de huevos, dependiendo de la especie. El ambiente térmico e hídrico durante los próximos días de incubación, es determinante para el tamaño de los neonatos, energía de reserva y supervivencia (Hewavisenthi & Parmenter, 2002, p.302).

3.3. Manejo y Conservación de tortugas marinas en Guatemala

3.3.1. Amenazas

Las tortugas marinas frecuentan un rango de hábitats durante su ciclo de vida, lo cual hace más vulnerables las poblaciones en cada una de las localidades que visitan, ya que afrontan distintas amenazas (Casale, *et al.*, 2014, p.2).

Las principales amenazas que enfrentan las tortugas marinas a nivel mundial son: el comercio y consumo de los huevos; captura directa de adultos para consumo de la carne o extracción de huevos; captura incidental por pesquería; reducción de las playas de anidación por construcciones; iluminación causada por las actividades humanas en las playas durante la época de anidación; y contaminación del hábitat de forrajeo entre otros (Abreu-Grobois & Plotkin, 2008, p.8). Considerando que son especies longevas, con un ciclo de vida tan complejo, y una historia de vida tan impresionante, estas actividades humanas amenazan con seguir reduciendo las poblaciones a un punto alarmante, no solo a nivel global, sino también a nivel local.

Aunque la legislación del consumo de los huevos varía de acuerdo a los países, desde México hasta Colombia continúa el uso de los huevos de tortuga con fines personales y comerciales (Abreu-

Grobois & Plotkin, 2008, p.9). Morales B. (2012) registró que, en Guatemala, todos los huevos de Tortuga Parlama que no son comercializados, se relocalizan a tortugarios o viveros. Sin embargo, también reportó que en los tortugarios se produce una proporción de sexos sesgada hacia hembras, aunque se desconoce la razón, también podría significar una amenaza para esta especie.

Uno de los principales vacíos de conocimiento en la dinámica poblacional de tortugas marinas es la probabilidad de sobrevivencia, principalmente en juveniles, en cuya sobrevivencia es crucial para el crecimiento poblacional (Casale, Furi, Vallini, *et al.*, 2014, p.1).

Con respecto a la captura directa de adultos de tortugas marinas, se ha reportado que todavía ocurre en las poblaciones del Pacífico Oriental, y se desconoce el impacto que puede estar teniendo en esas poblaciones (Abreu-Grobois & Plotkin, 2008, p.10).

Por otro lado, la captura incidental ocasionada por las pesquerías camarónicas, ha sido documentada como una seria amenaza a la población de tortugas Parlama en las costas de Centroamérica, debido al traslape de hábitat que existe entre esta especie y el camarón. Esta Captura se debe a que la tortuga Parlama se encuentra alimentándose del camarón rosado *Penaeus brevirostris*, mientras que las capturas de la tortuga Verde se deben a que ésta se encuentra alimentándose del camarón blanco *P. occidentalis*. Según lo describe Arauz, (1996), la industria camarónica inició sus operaciones en el Pacífico de Centroamérica a mediados de los años 50'. En Guatemala, los buques que utilizan son de tipo "Florida", que realizan actividades a lo largo de Pacífico en aguas que van de los 10 a los 100 metros de profundidad y dentro de tres millas de la costa. Se reporta que operan alrededor de 50 buques para el año 1996 (Arauz, 1996, p.5).

Se ha estimado, de acuerdo a las toneladas métricas de camarón exportado, 60,042 capturas totales de tortugas marinas de diversas especies, siendo *L. olivacea* la más frecuente en todo el Pacífico de Centroamérica. De igual manera, para el Caribe Centroamericano se reportan 514 tortugas (Arauz, 1996, p.6).

Montes (2004), ha reportado que, en la mayoría de los casos de tortugas adultas muertas en Guatemala, presentan evidencias de golpes que son posiblemente ocasionados por embarcaciones, y en el caso de tortugas capturadas, se encontraron muestras de captura incidental. Particularmente, en el Caribe se identificaron artes de pesca artesanal (trasmallos), los cuales son una amenaza para las especies de tortugas marinas de la región.

Si bien la pesca incidental está teniendo un efecto sobre la población de tortugas marinas en Guatemala, el papel de las Áreas Protegidas marino-costeras debiera de ejercer mayor presión para su protección. Sin embargo, según reporta Del Cid (2015), el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas -SIGAP-, cubre muy poco las áreas con mayor avistamiento de la tortuga Parlama, en el Pacífico de Guatemala. Lo cual constituye una amenaza, considerando el estado de conservación de dicha especie.

Dentro de las playas de anidación en Guatemala, uno de los principales problemas que afrontan las tortugas marinas es la expansión de la frontera turística a gran escala. El desarrollo turístico, con la construcción de hoteles, chalets, puertos u otras infraestructuras, pueden interrumpir el proceso natural de anidación de las tortugas marinas. Además, las actividades tradicionales de los locales y visitantes, ocasionan contaminación, luces y movimiento en la playa que ahuyentan a las hembras anidadoras, así como el proceso natural de incubación y eclosión de neonatos. Es también importante mencionar que un turismo a pequeña escala, puede ser una alternativa económica para los comunitarios que se dedican a la comercialización de huevos de tortuga (CONAP, 2015, p.15).

Finalmente cabe señalar que algunos de los daños colaterales de los Megaproyectos de minera de arena, el canal seco y la terminal Tomza de Punta de Manabique, amenazan unos de los hábitats importantes dentro del ciclo de vida de las tortugas marinas. De igual manera, los sistemas agroindustriales de Caña de Azúcar y Palma Africana tienen un impacto ambiental sobre los ecosistemas de manglar, que constituyen el hábitat de reproducción y crianza de especies de peces, crustáceos y algas, que son alimento de las tortugas marinas.

3.3.2. Estrategias de Manejo de tortugas marinas en Guatemala

El manejo de las Tortugas Marinas dentro de Guatemala comenzó en los años 70's, con la iniciativa de conservación de tortugas marinas a través del establecimiento de Tortugarios o Viveros, en los cuales se incuban los huevos durante las temporadas de anidación y constituyen la principal estrategia de conservación de tortugas marinas en Guatemala (Arrivillaga, 2003, p.46). El sistema que se propuso desde entonces consiste en la entrega de la "cuota de conservación". La cual se refiere a la donación de un porcentaje de cada nido a un Tortugario, para poder aprovechar comercialmente el resto del nido. Todo esto como resultado de la falta de recursos económicos del

gobierno para mantener las actividades de conservación de tortugas marinas necesarias (CONAP, 2015, p.10).

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-, es la institución encargada de velar por la Biodiversidad de Guatemala, desde su fundación en 1989 regula las actividades de conservación de las tortugas marinas, a través de tortugarios. El CONAP en coordinación con la Dirección de Normatividad de la Pesca y Acuicultura -DIPESCA-, y DIPRONA, realiza diversas acciones para el fortalecimiento de los normativos y el cumplimiento de los mismos.

En el 2002 el CONAP presentó la Estrategia Nacional de Manejo y Conservación de Tortugas Marinas (ENTM). Dicha Estrategia planteó como misión establecer las acciones, que permitan estudiar, conocer, proteger, conservar e incrementar y a la vez utilizar las poblaciones de tortugas marinas de forma sostenible, de acuerdo a la legislación nacional e internacional. Posteriormente en el 2015, el CONAP junto a otras instituciones, realizó la actualización de la ENTM. Esta última, dentro de sus políticas propone el fomento de la investigación en tortugas marinas, manejo de tortugarios, protección a los nidos naturales y reducción de la pesca incidental, entre otros.

El manejo de los tortugarios en Guatemala funciona mediante el Sistema Donación o Cuota de Conservación del 20% del nido. El cual consiste en que los nidos son tomados por los comunitarios “Parlameros” y llevados a los tortugarios. Ahí pueden ser “Donados” o vendidos al tortugario, dependiendo de los recursos económicos del mismo. Los donadores tienen permitido conservar hasta el 80% del nido. En ocasiones, los tortugarios compran el resto del nido, dependiendo de los recursos. En relación a este proceso, se debe mencionar que Guatemala es casi de los últimos países donde la utilización comercial de los huevos es abiertamente permitida a nivel nacional (Ladell, 2009, p.12; CONAP, 2015, p.19). Se estima que el 100% de los nidos, que las hembras oviponen durante la temporada, es colectado por los locales (Baker, 2006, p.2).

Los huevos son sembrados en nidos del tortugario, y los neonatos deben ser liberados al mar al nacer. Los nidos pueden contener huevos de varias hembras, así como de varias especies. Luego a los vendedores se les entregan recibos autorizados por CONAP, para transportar los huevos y poder venderlos localmente y en otros departamentos del país (Ladell, 2009, p.13).

Los tortugarios en Guatemala se manejan a nivel comunitario, con apoyo principalmente del sector privado y Organizaciones No Gubernamentales -ONGs-. Entre los propósitos de los tortugarios se

encuentran ser puntos focales para diversas actividades ambientales locales. Actualmente, las actividades de los tortugarios son coordinadas con actividades Eco-turísticas, buscando oportunidad para obtener apoyo económico, por medio de la campaña de “patrocinar un nido”, que consiste en una donación de los turistas para la compra de huevos. Toda esta actividad va en conjunto con el trabajo de voluntarios nacionales e internacionales en los tortugarios, hoteles y personas particulares (CONAP, 2015, p.14).

Además de los esfuerzos que requiere este procedimiento, la relocalización de los nidos de tortugas puede tener efectos positivos, así como negativos ya que puede conducir a distorsión del pool genético, mediante la alteración de las Proporciones Primarias de sexos y reducción del éxito de eclosión (Pintus *et al.*, 2008, p.1155). Por otro lado, se ha visto que la manipulación de los huevos puede contribuir a su fracaso de eclosión, en nidos relocalizados (Wyneken, 1988, p.91). A pesar de ello, en situaciones de riesgo de los nidos naturales como zonas de inundación, alta depredación y erosión, la relocalización pueden ser la mejor estrategia (Pintus, 2008, p.1156). Por estas razones es importante reunir información actualizada para presentarla a los tomadores de decisiones y que se implementen nuevas estrategias de conservación de las tortugas marinas.

Según el Análisis Situacional de tortugas Marinas de Guatemala (Muccio, *et al.*, 2015), realizado en conjunto ARCAS-CONAP, los tortugarios en Guatemala carecen de un manejo adecuado, falta de toma de datos de los nidos. Además de que, existe un gran vacío de conservación en algunas localidades de la costa.

Las estrategias de conservación a nivel internacional se han concentrado en el manejo nidos naturales en playas, translocación de nidos dentro de la misma playa, reducción de los depredadores naturales, protección contra captura y pesca. Actualmente existe un debate sobre las estrategias más apropiadas para el manejo de tortugas marinas, ya sea en playas de anidación, en el mar o en hábitats de forrajeo. Los principales problemas para las organizaciones encargadas han sido la pérdida de fondos, insuficiente protección de playas, manejo inadecuado de la remoción de nidos y en algunos casos programas de conservación deficientes. Se ha visto que el manejo intensivo en playas de anidación, puede ser una estrategia eficiente (García, *et.al.*, 2003, p.2). Entre algunas de las sugerencias para mejorar el manejo se pueden mencionar:

- Capacitar a los Guardarrecursos del lugar

- Mantener nidos naturales protegidos, en las áreas de mayor densidad de anidación.
- Controlar las playas contra la caza humana de huevos *in situ*.
- Patrullar con más frecuencia los nidos
- Relocalizar los nidos que se encuentren en riesgo.
- Reducir el tiempo de transporte de los nidos, así su manipulación.
- Cambiar de lugar el tortugario (criadero de los huevos) cada año, para evitar posible contaminación con bacterias.
- Proteger los nidos, tanto naturales como los relocalizados, con mayas contra mosquitos y cangrejos.
- Medir el éxito de eclosión y sobrevivencia de los neonatos, para evaluar la efectividad del manejo.

3.3.3. Marco legal e Instrumentos Normativos involucrados en el Manejo y Conservación de Tortugas Marinas

A continuación, se enlistan los Instrumentos y Acuerdos a los que se ha comprometido Guatemala, que Protegen e involucran la conservación y el manejo de los recursos derivados de las tortugas marinas.

A nivel internacional Guatemala se ha suscrito a instrumentos que protegen e involucran a las tortugas a distintos niveles, tales como:

- ✓ Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT). 2001.
- ✓ Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES). Ratificado en 1980.
- ✓ Objetivos del Milenio de la Cumbre del Milenio.
- ✓ Declaración de Estocolmo

- ✓ Declaración de Rio+20, Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, por mencionar algunos.
- ✓ Convenio para la Tierra, Rio de Janeiro, Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
- ✓ Declaración de Johannesburgo sobre Desarrollo Sostenible. Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible.
- ✓ Informe de Brundtland de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Nuestro Futuro Común.
- ✓ Convenio sobre la Diversidad Biológica, Brasil 5 de junio de 1992, ratificado por Guatemala el 21 de febrero de 1995.
- ✓ Convenio sobre Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias, Rusia.
- ✓ Convenio sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, Washington.

A nivel Nacional posee una base legal, con Normativos e instrumentos que regulan el manejo de las tortugas marinas:

- ✓ Decreto Legislativo 1235
Ley que Reglamenta la Piscicultura y la Pesca, contiene los aspectos legales para la regulación de las medidas legales, normativa y reglamentación de la pesca y acuicultura.
- ✓ Decreto Legislativo 1470
Modificaciones al Reglamento, 1235.
- ✓ Decreto Legislativo 20-76
Se reitera la soberanía sobre su mar territorial (12 millas náuticas) y en la Zona Económica Exclusiva las 200 millas náuticas.
- ✓ Acuerdo Gubernativo 17-2-81
Prohíbe por un tiempo indefinido, la captura, circulación y comercialización de todas las especies de tortugas marinas. A esa fecha, se afirma que UNIPESCA es el ente responsable de establecer tortugarios a nacional.
- ✓ Acuerdo Ministerial 39-96

Reglamento para el uso de dispositivos excluidores de tortugas marinas en las redes de arrastre de los barcos camaroneros.

- ✓ Decreto 126-97. Ley de reservas territoriales.

El estado se reserva el derecho de propiedad, que corresponde a tres kilómetros en zonas adyacentes al océano. Los terrenos dentro de esta área se deben obtener a través de un contrato de arrendamiento de 30 años.

- ✓ Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.
- ✓ La Constitución Política de la República de Guatemala. En sus artículos:

Artículo 60. Patrimonio cultural. Forman el patrimonio cultural de la Nación los bienes y valores paleontológicos, arqueológicos, históricos y artísticos del país y están bajo la protección del Estado. Se prohíbe su enajenación, exportación o alteración salvo los casos que determine la ley.

Artículo 61. Protección al patrimonio cultural. Los sitios arqueológicos, conjuntos monumentales y el Centro Cultural de Guatemala, recibirán atención especial del Estado, con el propósito de preservar sus características y resguardar su valor histórico y bienes culturales. Estarán sometidos a régimen especial de conservación el Parque Nacional Tikal, el Parque Arqueológico de Quiriguá y la ciudad de Antigua Guatemala, por haber sido declarados Patrimonio Mundial, así como aquéllos que adquiera n similar reconocimiento.

Artículo 64. Patrimonio natural. Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El Estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables. Una ley garantizará su protección y la de la fauna y la flora que en ellos exista.

Artículo 97. El estado, las municipalidades y los habitantes del territorio están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.

Artículo 125. Explotación de recursos naturales no renovables. Se declara de utilidad y necesidad públicas, la explotación técnica y racional de hidrocarburos, minerales y demás recursos naturales no renovables.

Artículo 126. Reforestación. Se declara de urgencia nacional y de interés social, la reforestación del país y la conservación de los bosques. La ley determinará la forma y requisitos para la explotación racional de los recursos forestales y su renovación, incluyendo las resinas, gomas, productos vegetales silvestres no cultivados y demás productos similares, y fomentará su industrialización. La explotación de todos estos recursos, corresponderá exclusivamente a personas guatemaltecos, individuales o jurídicas.

Los bosques y la vegetación en las riberas de los ríos y lagos, y en las cercanías de las fuentes de aguas, gozarán de especial protección.

Artículo 127. Régimen de aguas. Todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia.

Artículo 128. Aprovechamiento de aguas, lagos y ríos. El aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos, para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza, que contribuya al desarrollo de la economía nacional, está al servicio de la comunidad y no de persona particular alguna, pero los usuarios están obligados a reforestar las riberas y los cauces correspondientes, así como a facilitar las vías de acceso.

- ✓ Decreto 4-89. Ley de Áreas Protegidas.
Creación de Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-. Asignación de las responsabilidades del CONAP como ente rector del manejo de Tortugas Marinas.
- ✓ Ley de Sanidad Vegetal y Animal, Decreto 36-98
- ✓ Ley General de Pesca y Acuicultura, Decreto 80-2002
- ✓ Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo. Gubernativo 23-2003
- ✓ Ley Forestal, Decreto 101-96
- ✓ Reglamento de la Ley Forestal, Resolución 4.23.97 del INAB
- ✓ Reglamento para el aprovechamiento del Mangle, Resolución No. 01.25.9 del INAB.
- ✓ Resolución 03-16-2007 CONAP.

Autoriza la creación de Registro de Parlameros. Que indica la donación de una docena de huevos, y les permite vender el resto del nido.

- ✓ Listado de Especies Amenazadas -LEA- del CONAP.

Indica que las especies de Tortuga Caguama (*Caretta caretta*), Negra (*Chelonia mydas*), Parlama (*Lepidochelys olivacea*) y Tortuga Verde (*Chelonia mydas*), se clasifican en la categoría de Índice “3”. Además de la Carey (*Eretmochelys imbricata*) y la Baule (*Dermochelys coriacea*), incluidas en la categoría “2”.

- ✓ Resolución 01-21.2012 CONAP.

Se establece la donación del 20% del nido. Se prohíbe la comercialización de cualquier otra especie de tortuga marina, con excepción de la tortuga Parlama.

3.4. Área de Estudio

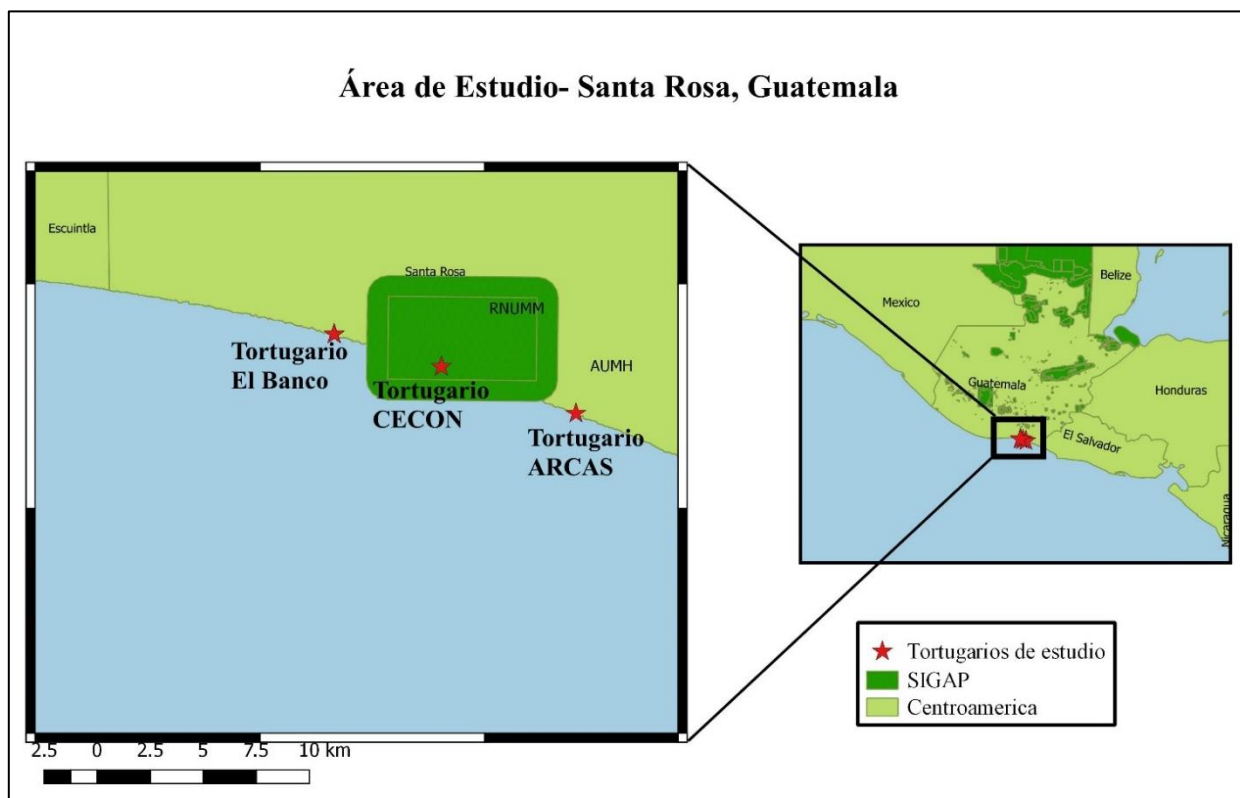


Figura No.1. Área de estudio, costa del Pacífico de Guatemala. En la figura se muestra la ubicación de los tortugarios de estudio en color rojo. (“RNUMM”: Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico; “AUMH”: Área de usos múltiples Hawaii-AUMH). Fuente: elaboración propia.

El área de estudio comprende tres de las playas del Pacífico de Guatemala (Figura 1) donde anida la Parlama (*L. olivacea*). Enfocándose en tres localidades principalmente ubicadas en tres Playas de Anidación del Pacífico de Guatemala: Playa Monterrico (Aldea Monterrico, Santa Rosa), Playa Hawaii (Aldea Hawaii, Santa Rosa) y Playa El Banco (Aldea el Banco, Santa Rosa)

En este estudio se seleccionó un tortugario en cada localidad, siendo:

- El Tortugario “CECON”, ubicado dentro de la Reserva de Usos Múltiples Monterrico, en el Departamento de Santa Rosa.

- El Tortugario ARCAS del Parque Hawaii, ubicado dentro del Área de Usos Múltiples Hawaii AUMH, en el Departamento de Santa Rosa.
- El Tortugario “El Banco”, ubicado en la Aldea El Banco, Taxisco, del Departamento de Santa Rosa.

3.4.1. Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico (RNUMM)

La Reserva se ubica en la costa del pacífico, entre los municipios de Taxisco y Chiquimulilla del departamento de Santa Rosa. Desde 1979 es administrada por el Centro de Estudios Conservacionistas -CECON- de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Sigüenza, *et al.*, 1999, p.5).

La Reserva es de importancia ya que es un humedal con un papel hidrológico, biológico y ecológico para las cuencas de la zona y los sistemas costeros. Un 65% de la Reserva está formada por cuerpos de agua, principalmente de tipo estuarino. Dentro de la Reserva se encuentra el centro administrativo, donde también se brinda educación ambiental a los visitantes (Sigüenza, *et al.*, 1999, p.17). En la Reserva se llevan a cabo proyectos de conservación de la fauna local, dentro de los cuales se encuentra el Proyecto de demostración de Tortugas Marinas. Como parte de este proyecto se encuentra la estación de rescate de tortugas marinas, con dos tortugarios o viveros donde se incuban los huevos durante la temporada de anidación de tortugas marinas. La colecta de huevos de tortuga marina en La RNUMM ha sido identificada como una sobreexplotación de recursos naturales, y representa una amenaza para las especies de tortugas marinas que anidan en la Reserva (Sigüenza, *et al.*, 1999, p.85).

La RNUMM, según su composición vegetal, está ocupada principalmente por mangle rojo. Sin embargo, las comunidades vegetales de bosque seco, dunas y playa, se encuentran en riesgo de desaparecer (Castillo, *et al.*, 2012, p.5; Sigüenza, *et al.*, 1999, p.17).

El clima de la región está representado por dos estaciones: la época seca de los meses de noviembre a abril y la época lluviosa de mayo a octubre. La precipitación es de 1500mm anuales, y la temperatura media es mayor a 30°C (Sigüenza, *et al.*, 1999, p.29).

El tortugario se encuentra dividido en dos áreas. El Área A, posee un tamaño de 121.8m² y el Área B de 94.48m². Se ubica a 76.7m de línea de la marea baja. Esta construido con una base de block y posee sombra de Sarán. Este tortugario no cuenta con instrumentos Guía para el manejo del tortugario.

3.4.2. Área de usos múltiples Hawaii -AUMH- / Parque ARCAS Hawaii

El estudio técnico del “Área de Usos Múltiples Hawaii” -AUMH-, fue inicialmente aprobado por el CONAP en el 2002. Esta área protegida ocupa un límite interno de 4,105 hectáreas. Se encuentra ubicada en La Aldea Hawaii, en el municipio de Chiquimulilla, del departamento de Santa Rosa.

El objetivo de dicha área protegida es proteger y conservar una de las últimas áreas naturales remanentes en la costa sur de Guatemala. Es un área protegida que tiene como propósito conservar, y lograr el manejo de los ecosistemas de manglar y marino costeros, y la reproducción biológica para la sobrevivencia de poblaciones de especies nativas en peligro de extinción (CONAP, 2010, p.10). El tortugario ARCAS es el único que posee una Guía para la Conservación de las Tortugas Marinas, con énfasis en el manejo de tortugarios.

El clima de la región es cálido húmedo, sin una estación fría definida y escaso régimen de lluvias. Con una precipitación pluvial de 1,538 a 2073mm anuales. La época seca se observa en los meses de noviembre a abril, y la época lluviosa de mayo a septiembre y primeros días de octubre. Las temperaturas medias mensual se encuentra entre 23.9 -30°C y la temperatura máxima promedio anual es 27°C (CONAP, 2010, p.17). La playa se caracteriza por estar formadas de arena de color negro, con componentes de magnetita. (CONAP, 2010, p.19).

El sistema de playa es hábitat de aves migratorias, roedores, reptiles, cangrejos, etc. Constituye el área de anidación de las tortugas marinas *Lepidochelys olivacea* y *Dermochelys coriacea* (CONAP, 2010).

Dentro del AUMH, se encuentra el Parque ARCAS Hawaii, manejado por La Asociación de Rescate y Conservación de Vida Silvestre -ARCAS-. Dicho parque posee un terreno de 3.3 Ha. Administra tres áreas de incubación, dos caimaneras y dos iguanarios. El área se encuentra administrada por un Director, el apoyo del Consejo Nacional de Áreas Protegidas, personal del

parque y, voluntarios nacionales y extranjeros que apoyan el trabajo que se realiza. ARCAS lleva distintos proyectos de investigación con tortugas marinas, principalmente con la especie *L. olivacea* (CONAP, 2010, p.14). ARCAS posee tres corrales cercanos, para esta investigación se utilizó el corral “Curvina”. El tortugario tiene un tamaño de 79.8m², se ubica a 104.4m de la línea de marea baja. El tipo de sombra es de Sarán y hoja de Palma.

3.4.3. Tortugario “El Banco”, Comunidad El Banco, Taxisco, Santa Rosa

El tortugario “El Banco” se encuentra ubicado en la Comunidad El Banco, de Taxisco, Santa Rosa. Dicho tortugario se mantiene gracias a donaciones de los vecinos de la región. El recinto utilizado posee un tamaño de 73.81m², se encuentra ubicado a 33m de la línea de marea baja.

El tortugario no posee, hasta el momento, ningún instrumento de planificación, manual o guía de manejo de tortugas marinas.

4. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala, la Parlama (*Lepidochelys olivacea*), es la especie anidadora más abundante en la costa del Pacífico (CONAP, 2015, p.11; Montes, 2004, p11.). Al igual que las seis especies de tortugas marinas restantes, se encuentra amenazada en todas las etapas de su ciclo de vida, principalmente por razones antropogénicas (Wyneken, *et al.*, 1988, p.88).

Según la lista roja de especies amenazadas de la IUCN, su estado a nivel global es “Vulnerable”. La caza, captura incidental, degradación de su hábitat, y el comercio insostenible de sus huevos, son las razones por las que se ha visto reducida su población (IUCN, 2008). A nivel nacional, también se encuentra clasificada por el CONAP (Categoría 3) en el Listado de Especies Amenazadas (LEA) del CONAP (CONAP, 2009).

Desde la década de los 70’s los tortugarios han sido la principal estrategia de conservación de tortugas marinas en Guatemala, a través de la regulación de una “cuota de conservación”, que corresponde al 20% del nido. Esto quiere decir que es ahí el único lugar donde se lleva a cabo la incubación de todos los huevos que no son comercializados, ya que tampoco se cuenta con nidos naturales (CONAP, 2015). De ahí la importancia del conocimiento del manejo de los tortugarios en Guatemala. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos que se realizan, no se tiene evidencia de su efectividad como sistema de conservación en Guatemala.

Para proponer estrategias de conservación es indispensable la información básica, para que se puedan encontrar acciones prioritarias de manejo. Por lo anterior, este estudio tuvo como propósito evaluar el éxito de eclosión de la tortuga marina *Lepidochelys olivacea* y su relación con el manejo en tortugarios del Pacífico de Guatemala, a fin de complementarlas con prácticas internacionalmente aceptadas. Esta investigación se consideró esencial porque contribuye a comprender el ajuste del tortugario para actuar como sistema de incubación y la salud general de la población anidadora. Lo cual permitirá enriquecer los distintos instrumentos de manejo de tortugas marinas, fundamental en la toma de acciones prioritarias y críticas concernientes al manejo de hábitats *ex situ*, ya que deberían estar basados en datos precisos (Miller, 2000). De igual manera, este estudio contribuye a la evaluación general del programa de conservación establecido, dentro del cual se identifican algunos vacíos de conocimientos.

Considerando que esta región es crítica para la supervivencia de las poblaciones de tortugas marinas, distintos estudios sobre vacíos de información han evidenciado poca representatividad en términos de conservación, por lo que las áreas protegidas actuales no garantizan la protección de la región (CONAP & MARN, 2009, p.104). Con el objeto de fortalecer el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, en este estudio se consideraron dos tortugarios localizados dentro de dos Áreas protegidas.

5. OBJETIVOS

1.1. General

Evaluar el éxito de eclosión de la tortuga marina *Lepidochelys olivacea* y su relación con el manejo en tortugarios del Pacífico de Guatemala.

1.2. Específicos

- Comparar las prácticas de manejo de tortugarios del Pacífico en Guatemala con prácticas estandarizadas internacionalmente para el manejo de tortugas marinas.
- Analizar las causas de mortalidad de neonatos de *L. olivacea* en relación al manejo realizado por cada tortuario.
- Determinar la proporción de sexos en neonatos muertos de *L. olivacea* mediante identificación gonadal.

6. HIPÓTESIS

Las condiciones de manejo de los nidos afectan al éxito de eclosión de la tortuga marina *Lepidochelys olivacea* en tortugarios del Pacífico de Guatemala.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. UNIVERSO

7.1.1. Población

Huevos de tortugas Parlama *Lepidochelys olivacea* que anidan en el Pacífico de Guatemala.

7.1.2. Muestra

Huevos en cada nido de las tortugas marinas en tortugarios del Pacífico de Guatemala registrados en CONAP.

7.1.3. Unidad experimental

Cada uno de los tortugarios evaluados en el Pacífico de Guatemala.

7.2. Materiales

Equipo de campo

- Libreta de campo
- Frascos para muestras de orina
- Bolsas con cierre hermético
- Cinta métrica
- Cámara fotográfica
- Dispositivo de GPS (Sistema de Posicionamiento Global)
- Alcohol etílico al 95%
- Marcadores permanentes
- Boletas de campo
- Lápices

Equipo de Laboratorio

- Estereoscopio
- Microscopio Óptico
- Pinzas

- Bisturí
- Alcohol etílico al 95%
- Vidrios de reloj
- Cajas de Petri
- Agua
- Porta objetos
- Cubreobjetos
- Aceite de inmersión

Materiales y Equipo de Oficina

- Computadora portátil
- Disco de almacenamiento externo
- Impresora
- Papel bond
- Marcadores resaltadores

7.3. Métodos

7.3.1. Evaluación del éxito de eclosión de *L. olivacea* y su relación con el manejo en tortugarios del Pacífico de Guatemala

Se colectaron datos de los nidos incubados en tres tortugarios, durante el mes de diciembre de 2016, ubicados en tres playas de anidación del Pacífico de Guatemala: Playa Monterrico (Aldea Monterrico, Santa Rosa), Playa El Banco (Comunidad El Banco, Santa Rosa) y Playa Hawaii (Aldea Hawaii, Santa Rosa). Se realizaron visitas diarias al tortugario para realizar las observaciones directas durante el mes de diciembre, y la información histórica se solicitó mediante entrevista al encargado.

Algunas de las actividades que se consideraron dentro del manejo del tortugario corresponden a la manipulación de los huevos desde la colecta, transporte, relocalización de huevos y liberación de neonatos. Tales características como: la cantidad de huevos comprados por nido; el costo de los

huevos; condiciones de entrega de los huevos por los Parlameros; método de almacenamiento e incubación de los huevos; condiciones de almacenamiento y liberación de los neonatos; prácticas de higiene en la utilización el tortugario; exhumación de los nidos para la autoevaluación del éxito de eclosión. Se utilizó el paquete estadístico Past.

7.3.1.1. Determinación del Éxito de Eclosión

Se midió el éxito de eclosión de los nidos (porcentaje de huevos que eclosionaron) de acuerdo a Miller (2000). De tal manera que el Éxito de Eclosión se refiere al número de neonatos que eclosionan o rompen el cascaron (número de cascarones vacíos en el nido), como se describe en la siguiente formula:

$$\text{Éxito de Eclosión (\%)} = \frac{\#cascarones}{\#cascarones + \#HSDA + \#HNE + \#ETNE + \#D} \times 100$$

Donde de acuerdo a Miller (2000):

- **Cascarones**= Cascarones vacíos contados
- **HSDA**= Huevos sin Desarrollo Aparente. Se refiere a los Huevos no eclosionados, sin un embrión evidente.
- **HNE** = Huevos no Eclosionados. Los huevos no eclosionados con embrión evidente, sin contar los ETNE.
- **ETNE**= Embriones a Término No Eclosionados. Los embriones aparentemente a término, no eclosionados dentro de un cascarón o huevos rotos por el embrión, incluso los embriones con cierta cantidad de yema externa.
- **D**= Depredados. Comprende las cáscaras abiertas, casi completas, conteniendo residuos de huevo.

7.3.2. Comparación de las prácticas de manejo de tortugarios en Guatemala con prácticas estandarizadas internacionalmente para el manejo de tortugas marinas

La evaluación del manejo de los tortugarios se realizó de manera descriptiva comparando prácticas de manejo locales (variables cualitativas) con prácticas estandarizadas internacionalmente para el manejo de tortugas marinas.

7.3.3. Análisis de las causas de mortalidad de neonatos de *L. olivacea* en relación al manejo realizado por cada tortugario

Para analizar las causas de mortalidad de neonatos en relación al manejo realizado por cada tortugario se categorizaron las causas más frecuentes y se identificaron las prácticas de manejo que se asocian a cada categoría.

Inicialmente se identificó la causa de muerte de *L. olivacea*, cuando fue posible, y se categorizó de la siguiente forma:

- 1) Depredadores: tortugas con daños externos, caparazones quebrados, tortugas decapitadas (depredadores frecuentes: perro, gato, hormigas y zanates).
- 2) Desarrollo incompleto: cuando las tortugas han roto el cascarón, pero aún no han completado su desarrollo embrionario.
- 3) Malformaciones: deformaciones en extremidades, cabeza o abdomen.
- 4) Deshidratación: tortugas encontradas muertas sobre la arena y bajo el sol.
- 5) Otro: cuando se desconoce la causa.

Posteriormente se realizó un análisis de las prácticas de manejo que conducen a esos resultados en los tres tortugarios de estudio, a fin de encontrar el punto en el que se da cada causa de muerte en neonatos.

7.3.4. Determinación del sexo de *L. olivacea*

Se colectaron neonatos de *L. olivacea*, que murieron después de emerger, etapa en la cual ya tienen un nivel de desarrollo gonadal para identificar el sexo. Esto es debido a que el sexo se determina en la segunda tercera parte del desarrollo embrionario, y no existen diferencias morfológicas externas evidentes entre sexos en neonatos (Marchant, 1999, p.1).

Los individuos colectados fueron los que se incubaron durante la temporada de octubre a noviembre de 2016, y que nacieron durante el mes de diciembre. Los especímenes fueron conservados en alcohol al 95% para su traslado al laboratorio, donde se realizó la determinación del sexo.

Se determinó el sexo de los neonatos eclosionados mediante la identificación de los Conductos de Müller, parte fundamental del órgano reproductor de la hembra, en las tortugas marinas. Se utilizó este método debido a que se ha observado que la temperatura puede causar la reducción de la gónada (ovarios o testículos), por lo que se ha sugerido utilizar los conductos de Müller. Para ello se disectaron y se realizaron observaciones en estereoscopio, de las gónadas de los especímenes colectados

El procedimiento realizado para la disección de neonatos de tortuga marina sugerido por Morales (2013) se describe a continuación:

1. Cuidadosamente se realizó una incisión la parte ventral del plastrón, utilizando un bisturí, evitando la zona más rígida del patrón.
2. Se retiró la piel y el plastrón, dejando los órganos internos expuestos.
3. Con tijeras y pinzas se retiraron los pulmones corazón, estómago e intestinos.
4. Las gónadas son largas, de color claro (conservados en Alcohol). Se encuentran adyacentes a los metanefros y mesonefros.
5. En este punto se pudieron observar las gónadas pegadas al carapacho mediante un tejido fino.
6. A continuación, se colocó el espécimen en una cajita de Petri y se observó al estereoscopio.
7. Los conductos de Müller se observaron como dos tejidos largos y delgados que están conectados a la gónada. En los machos estos conductos están ausentes, se degeneran. Durante el desarrollo de los testículos, el remanente del conducto mesonefro (Wolffian ducts) se convierte en los conductos deferentes y, aunque originalmente derivado del

mesonefros, lleva solo esperma en el adulto. Sin embargo, en las hembras, los conductos paramesonéfricos (müllerianos) se desarrollan a partir del epitelio celómico que se engrosa y forma un surco craneocaudal, cuyos bordes se fusionan para formar un tubo, que es lo observado (Miller & Limpus, 2003, p.205).

La estimación de la proporción de sexos en neonatos muertos de *L. olivacea* en distintos tortugarios, se presentó en porcentaje.

8. RESULTADOS

8.1. Evaluación del éxito de eclosión de *L. olivacea* y su relación con el manejo en tortugarios del Pacífico de Guatemala

La cantidad total de nidos utilizada para el cálculo del éxito de eclosión fue de 460 nidos, durante el mes de diciembre. Se observó que para el Banco la media es 91.6%, el CECON posee una media de 94.5% y en ARCAS la media fue de 94.1%. El éxito de eclosión medio para los tortugarios fue 93.38%. De acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis, se encontró que existen diferencias significativas entre tortugarios ($p=0.01437$). En la Figura 2, se representa el éxito de eclosión de los tres tortugarios evaluados por medio de un diagrama de cajas de Tukey. Se comparan los resultados, en el eje “y” se observa el éxito de eclosión (%) y en el eje “x” a qué tortugario pertenece

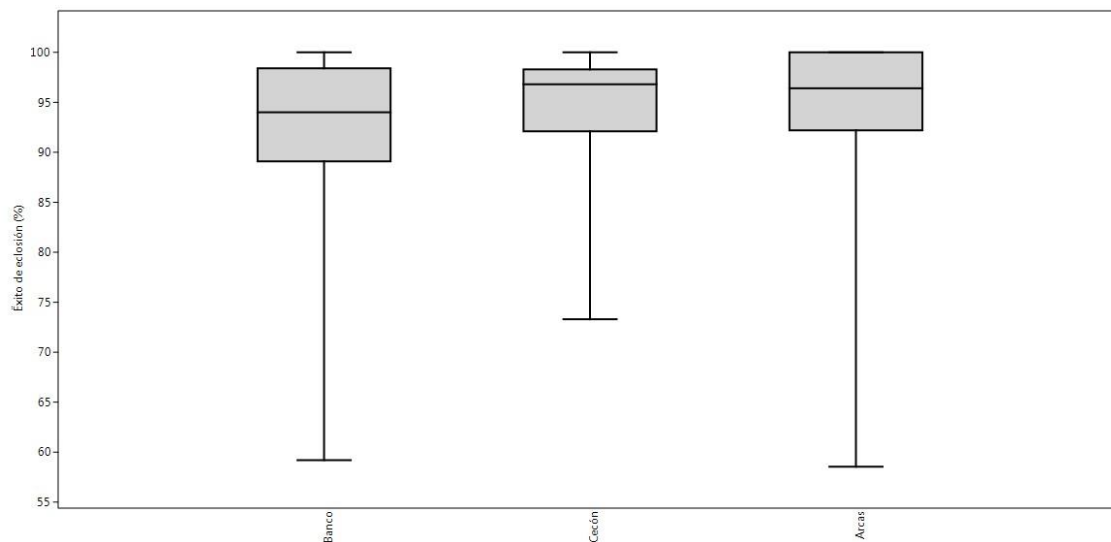


Figura No.2. Éxito de eclosión de los tres tortugarios. La figura muestra diagramas de Tukey del éxito de eclosión (eje “Y”) de cada tortugario de estudio (eje “X”).

8.2. Comparación de las prácticas de manejo de tortugarios en Guatemala con prácticas estandarizadas internacionalmente para el manejo de tortugas marinas.

Se identificaron las principales prácticas de manejo de huevos de parlama en los tres tortugarios, las cuales fueron clasificadas en las categorías que se describen a continuación. Es importante resaltar que dada la falta de normativos y reglamentos específicos para el manejo de tortugas marinas en todos sus estadios, en cada tortugario las prácticas dependen del criterio y experiencia del encargado del tortugario, donde se realizan prácticas diferentes dentro de cada categoría.

Higiene y Manejo del sustrato

Respecto a los estándares de limpieza dentro de los tres tortugarios evaluados, EL Banco, CECON y ARCAS, se observó que no existe un protocolo de higiene para uso exclusivo en el tortugario, para evitar la contaminación con microorganismos externos. Las bolsas para colecta de huevos son las mismas que utilizan los Parlameros, recolectores de huevos. Todos los tortugarios trasladan inmediatamente los nidos recibidos en bolsas plásticas del Parlamero, hacia el nuevo nido dentro del tortugario. Dichas bolsas se lavan con agua corriente ocasionalmente. La frecuencia de limpieza de los recipientes es una vez al mes aproximadamente.

La cantidad de personas que entran diariamente al tortugario, forma parte de una fuente de contaminación externa, que puede variar entre tortugarios. Siendo 9 personas aproximadamente entran al tortugario el Banco, 4 personas en CECON y 10 personas en ARCAS.

El tiempo para realizar la exhumación, proceso para limpiar los nidos y retirar el deshecho biológico restante (restos de huevos, materia orgánica de neonatos que emergen, huevos que no eclosionaron), que se realiza a partir de la última emergencia (ultimo neonato del nido en alcanzar la superficie), en el tortugario Banco es inmediatamente después de que realizan las extracciones de los neonatos. En CECON se da un día después de la primera emergencia y en ARCAS es tres días después de la primera emergencia. Los desechos de los tortugarios, como los restos de las exhumaciones de los nidos en el Banco y ARCAS se entierran en la playa. En CECON se colocan en un área cercana al tortugario para “exposición a los visitantes”, es decir que puedan observar el cascarón que abren las tortugas.

Con respecto a la arena utilizada dentro del tortugario, en el Banco, se tamiza antes de empezar la temporada, con cambio de arena anual. En CECON y ARCAS la arena no se tamiza y se reutiliza en cada temporada. Los tres tortugarios son utilizados repetidas veces en una misma temporada, siendo hasta tres o cuatro. La delimitación de los nidos incubados, como líneas divisorias, se utilizan solamente en los tortugarios de CECON y ARCAS.

El origen de la arena que utiliza cada tortugario es a conveniencia de cada uno. En el Banco se utiliza la arena de la orilla de la playa, dicha arena se cambia a principio de la temporada. En CECON se utiliza la misma arena, sin embargo, se revuelve repetidas veces. En ARCAS, se utiliza la misma arena, en ocasiones se renueva con arena de la playa.

Por otro lado, se realizan riegos al tortugario cuando el encargado considera que los días han sido de mucho calor, pero no se toma en cuenta ningún parámetro de temperatura para realizarlos.

La medición de la temperatura, utilizando equipo adecuado, no se realiza en ningún tortugario. En ARCAS usualmente se mide la temperatura de manera indirecta a través de Termocuplas, sensores que miden la temperatura utilizando componentes y materiales que tienen un comportamiento característico, que consisten en dos alambres de dos metales diferentes unidos en una juntura que genera un termo-voltaje cuando la temperatura cambia (López, A., 2014, p.110). Sin embargo, ningún tortugario maneja lectores de temperatura precisos y constantes.

Manejo de Huevos

Los huevos llevados al tortugarios provienen de distintas localidades. En el tortugario El Banco los huevos provienen de varias aldeas diferentes y lejanas (Monterrico, Hawaii, El Garitón, El Pumpo, La avellana, La Curvina y El Banco), mientras que lo tortugarios de CECON y ARCAS los obtienen generalmente de dos o tres aldeas aledañas generalmente (Monterrico, El Pumpo, La Curvina, Hawaii).

Los Parlameros evalúan el costo de los huevos en cada tortugario. Se obtienen la "cuota de conservación", que corresponde al 20% del nido y se compra el resto del nido. El costo de los huevos es variable de acuerdo al presupuesto de cada tortugario. En El Banco puede llegar a costar hasta Q.40.00 la docena, en temporada baja (al inicio y al final de la temporada). En CECON, los

huevos tienen un costo de Q.10.00 a Q.15.00 en temporada alta y puede llegar hasta Q.30.00 por docena, principalmente en temporada baja. En ARCAS se reduce el presupuesto, y no suelen exceder los costos, durante temporada alta se compra entre Q.10.00 la docena de huevos. Esta es la razón por la que los Parlameros de una aldea determinada viajan más lejos hacia otro tortugario.

En relación a la interacción del encargado del tortugario con el Parlamero, en el momento de la entrega de los huevos, se pierde información de las características del nido de donde proceden los huevos. En el tortugario el Banco se identifica la localidad en la que se recolectó el nido y la hora colecta, y se transcribe en un cuaderno. En el tortugario CECON y ARCAS se “platica” la localidad de origen, se pregunta la hora de recolección del nido, pero esa información se pierde.

Por otro lado, el tiempo transcurrido entre el cual los huevos son depositados por la hembra y llevados al tortugario varía. El tiempo de relocalización puede variar de 1 a 10 horas. En El Banco los huevos se reciben durante toda la noche en el tortugario y a hora máxima para recepción de huevos es hasta las 5:00 de la mañana. En el CECON, los huevos se empiezan a recibir desde las 7:00 de la mañana, hasta las 9:00 am aproximadamente. En ARCAS los huevos se reciben durante toda la noche, los tiempos de relocalización son de 1 a 5 horas como máximo.

Se observó que en todos los tortugarios los huevos de distintas hembras son sembrados en un mismo nido, dependiendo de la cantidad de cada nido que se compró. En general se mezclan huevos de hasta dos hembras. Si se consigue el nido completo de una hembra, se divide en dos, y se siembra cada mitad en dos nidos artificiales nuevos. Ocasionalmente se siembran nidos completos en un solo nido nuevo.

Posteriormente, los huevos son incubados y la semana previa a la eclosión, en el CECON y ARCAS se utilizan mallas que encierran la superficie del nido para poder contar y liberar los neonatos mientras que en El Banco no se utiliza ningún tipo de protección externa en el nido.

Liberación de los neonatos

En el tortugario El Banco se realiza una revisión de la emergencia de neonatos a las 7:00 horas, otra de 13:00 a 17:30 horas y una última en la madrugada. Durante la tarde los nidos que no hayan emergido a la superficie, al tiempo de 45 días, son escarbados y se extraen manualmente los

neonatos que hayan roto el cascarón para su liberación y los huevos que aún no han eclosionado son mezclados con otros huevos y trasladados a un nuevo nido.

En el CECON se hacen revisiones durante la mañana a las 7:00 horas y por la tarde de las 15:00 horas hasta 17:00 horas. En ARCAS se revisa el tortugario a cada 2 horas todo el día, durante los 5 días previos a la eclosión.

Con respecto a las condiciones de almacenamiento de los neonatos que serán liberados. Los neonatos son almacenados en recipientes o botes grandes de plástico de colores, en seco y sin arena ni agua.

El tiempo transcurrido entre la emergencia de tortugas en el nido y liberación varía en los tres tortugarios estudiados. En el Banco, como se mencionó anteriormente, las tortugas no emergen naturalmente del nido, son extraídas de acuerdo a fechas de eclosión de 45 días de incubación. En este tortugario, el tiempo máximo de retención de los neonatos, después de la extracción, es de 4 horas. En el tortugario CECON, el tiempo de retención es mayor, hasta 10 horas desde la revisión de las 7:00 horas, sin embargo, algunas emergen en el transcurso de la noche anterior y son liberadas al día siguiente. En CECON se liberan todas las tortugas almacenadas a las 17:00 horas. En ARCAS, los neonatos son liberados inmediatamente después de la última emergencia del nido y el tiempo máximo de retención es de 2 horas.

Se observó que la señalización para la liberación, en todos los tortugarios, se da únicamente cuando hay muchos visitantes. Usualmente se marca una línea sobre la arena y se coloca una cinta para indicar a los turistas que no pueden pasar. El acompañamiento de los turistas por algún encargado del tortugario durante la liberación se da siempre, sin embargo, en ocasiones la cantidad de personas no permite una buena coordinación. Por lo que se observó, en todos los tortugarios, una manipulación de los neonatos por niños y adultos, toma de fotografías con flash y acompañamiento o acercamiento de los neonatos al mar. La distancia de liberación de los neonatos se da usualmente cerca a la marea baja y siempre se realiza frente al tortugario.

La exhumación de los nidos es distinta en los tortugarios, en el Banco se extrae todo inmediatamente durante las revisiones de neonatos para liberación. En el tortugario CECON al final de la temporada se limpian los nidos, no se hace exhumación. En ARCAS se realiza dos a tres días

después de la liberación. Finalmente, es importante mencionar que el éxito de eclosión se mide únicamente en el ARCAS.

8.3. Análisis de las causas de mortalidad de neonatos de *L. olivacea* en relación al manejo realizado por cada tortugario.

Con el fin de analizar las principales causas de mortalidad de neonatos en relación al manejo del tortugario un total de 297 neonatos muertos de tortuga Parlama fueron colectados en los tres tortugarios, durante el mes de diciembre. Siendo 84 especímenes en el tortugario El Banco, 208 en el tortugario CECON y 5 en el tortugario ARCAS-Hawaii.

Se observaron cinco causas más frecuentes de mortalidad en neonatos, como se muestra en la Figura 3. El gráfico de barras compara las principales causas de mortalidad dentro de cada tortugario. En el eje “y” se observa el número de neonatos muertos y en el eje “x” a qué tortugario pertenecen. En primer lugar, la muerte debida a los depredadores, como los gatos domésticos y las aves son responsables de la muerte de 188 neonatos dentro del tortugario CECON. Dichos neonatos se encontraron con ausencia de sus extremidades, parte de las vísceras, y en muchos casos sin cabeza. Los ataques se dieron durante la noche y la madrugada. La muerte de 49 neonatos se dio en un rango de dos días antes de la emergencia del nido, lo cual podría deberse a que los nidos son abiertos y manipulados uno o dos días antes de la emergencia en el tortugario el Banco. Dichos individuos habían roto el cascarón, sin embargo, no habían completado la eclosión, se encontraban en el estadio 29 de acuerdo a Müller (1985). De igual manera, en el tortugario CECON, 9 neonatos fueron encontrados con desarrollo terminal incompleto, entre los estadios 28-30 de acuerdo a Müller (1985), se desconoce el motivo. Entre estos últimos, algunos embriones aún no completaban su pigmentación corporal, por lo que se acercaban al estadio 26.

La muerte causada por malformaciones, es muy común en tortugario el Banco, 29 neonatos. Estas malformaciones responden a un desarrollo anormal en el embrión, observado entre los estadio 27-28, de acuerdo a Müller (1985). Estas malformaciones presentan muestras físicas de presión. La deshidratación es otra causa de mortalidad, y se observó directamente en individuos del tortugario CECON, debido a que permanecieron en la malla que protege el nido por un periodo de tiempo largo sin ser liberadas y expuestas al sol. Finalmente se encontraron 30 neonatos muertos en el

tortugario el Banco, 10 individuos en el tortugario CECON y 5 individuos en tortugario ARCAS Hawaii, que fueron encontrados durante la exhumación (limpieza) del nido, mostraron su desarrollo embrionario completo, visiblemente intactos por lo que se desconoce la causa de su muerte.

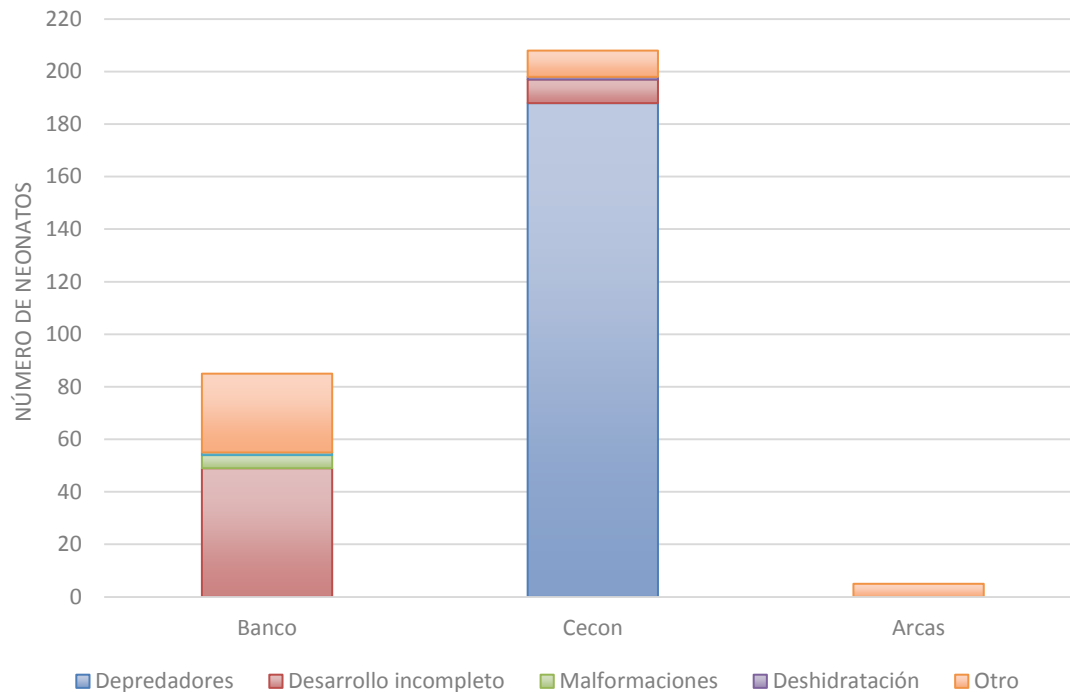


Figura No.3. Causas de mortalidad en neonatos dentro de los tortugarios. En el eje “y” se observa el número de neonatos muertos y en el eje “x” a qué tortugario pertenecen. El Gráfico muestra las causas de mortalidad en los tres tortugarios. (“Banco” n=84; “CECON” n=208; “ARCAS” n=5).

8.4. Determinación del sexo de *L. olivacea*.

Se colectó un total de 256 neonatos con desarrollo completo para la determinación de las proporciones de sexo. De estos, 49 corresponden al tortugario El Banco, 202 fueron del tortugario CECON y 5 corresponden al tortugario ARCAS-Hawaii. Mediante el método de identificación de la presencia de los Conductos de Müller, se determinó que el 100% de los individuos son hembras en los tres tortugarios de estudio.

9. DISCUSIÓN

9.1. Evaluación del éxito de eclosión de *L. olivacea* y su relación con el manejo en tortugarios del Pacífico de Guatemala

El esquema de manejo de tortugas marinas actual en Guatemala, como se mencionó anteriormente, se basa en la relocalización de un porcentaje del nido hacia un tortugario. Se sabe que el 100% de los nidos son colectados por los locales, de los cuales el 20% de cada nido es donado a un tortugario, y el resto del nido es comercializado (CONAP, 2015, p.10).

De acuerdo a los resultados encontrados, si bien los tortugarios mostraron porcentajes razonables de éxito de eclosión (media = 93.38%), se debe tomar en cuenta que no son nidos completos, ya que los encargados deciden aleatoriamente si siembran todos los huevos que reciben en un mismo lugar. Idealmente se deben reincubar todos los huevos de una misma hembra, y de eso se obtiene el éxito de eclosión. Asimismo, luego de revisar el manejo antes, durante y después de la incubación, se observaron todos los riesgos a los que se exponen los neonatos. Un éxito de eclosión en tortugarios involucra actividades de manejo apropiadas y estandarizadas que conducen a un alto éxito de eclosión (Nooren & Claridge, 2002, p.1). Sin embargo, el manejo de los tortugarios estudiados no es adecuado para favorecer la supervivencia de la *L. olivacea*, una especie en amenazada.

Aunque en algunos casos se ha observado que el éxito de eclosión en tortugarios es menor que en nidos naturales, incluso cuando es supervisado rigurosamente (Shanker, et al., 2003, p.7; Mortimer, 1999, p.6). Eckert & Eckert (1990), encontraron que la relocalización de los nidos dentro de la misma playa de anidación no afecta significativamente el éxito de eclosión en comparación con nidos *in situ*, cuando se tienen se siguen los protocolos adecuados de traslado, en reducir el tiempo y evitar la rotación de los huevos, aunque sí se ven afectados por los embriones que mueren dentro del nido durante la incubación (p.37). Sin embargo, todavía no se cuenta en Guatemala con investigaciones en nidos naturales que revelen esa información. Otro factor que pudo afectar el éxito de eclosión según lo señala Bézy, Valverde, & Prante (2014), es la abundancia microbiana (hongos y bacterias), la cual sugiere que disminuye el éxito de eclosión asociado a la cantidad de materia orgánica, bajo pO₂ y alta temperatura (p.1).

Este estudio muestra que los neonatos en los tres tortugarios del Pacífico de Guatemala, son manipulados sin supervisión ni reglamentación, siguiendo criterios de cada encargado del tortugario, lo que podría poner en riesgo que la población esté siendo conservada (Tisdell & Wilson, 2003, p.4). Aunque se conocen algunos manuales propuestos para el manejo de huevos y el proceso de incubación de las tortugas marinas en Guatemala, como el que presenta ARCAS (Muccio, 2015, p.54), como se observó en esta investigación, hay una diversificación en técnicas que se aplican a la manipulación de tortugas marinas en los tortugarios estudiados. La Estrategia Nacional de Manejo y Conservación de Tortugas Marinas, establece acciones que permitan estudiar, conocer, proteger, conservar e incrementar y a la vez utilizar las poblaciones de tortugas marinas de forma sostenible, de acuerdo a la legislación nacional e internacional (CONAP, 2015, p.9). Se asegura la protección de las poblaciones de la especie *Lepidochelys olivacea*, y las demás especies de tortugas marinas que llegan ocasionalmente a las costas del país, pero únicamente a través de tortugarios y el comercio de huevos.

Según Shanker, y colaboradores (2003), los tortugarios no son la solución ideal para la conservación de tortugas marinas, dada la manipulación que involucran. Se sugiere que se implementen medidas para proteger los nidos en las playas donde son naturalmente incubados (p.7). Por ello es necesario un programa adecuado para el manejo en las playas o protección *in situ* de los nidos. La razón más importante para mover los nidos naturales es cuando están en un área insegura, afectada por eventos climáticos o depredadores, que se pueda probar que la localidad donde se encuentra el nido es totalmente inapropiado e inadecuado para la sobrevivencia de los huevos, y luego de agotar las posibilidades de proteger el nido natural (Nooren & Claridge, 2002, p.1; Environmental protection of Asia, 2006, s.pag.).

No se sabe con certeza el efecto que pueda tener la manipulación no supervisada y la sobreexplotación de los huevos de la tortuga parlama a largo plazo en Guatemala. En el Caribe se ha visto el declive de poblaciones de *Eretmochelys imbricata* que han sido sobreexplotadas por décadas, ocasionando una “extinción económica”, que se da cuando la población ya no es rentable (Bjorndal, 1999, p.175). A pesar de los esfuerzos realizados por diversas instituciones, existe un gran vacío de información sobre las poblaciones de tortugas marinas en playas de anidación y en tortugarios en Guatemala.

En contraste, la relocalización de nidos presenta varios peligros para los neonatos. Los fenómenos naturales como los huracanes e inundaciones temporales que afectan esporádicamente algunas

localidades, pueden ocasionar erosión en la playa, lo cual podría disminuir el éxito de eclosión en el nido. En estos casos en los que hay áreas en peligro, sí es recomendable, y se justifica, la relocalización de los nidos. En áreas donde se conoce alta depredación, es posible utilizar técnicas de protección de los nidos naturales (Environmental protection of Asia, 2006, s.pag.). Por otro lado, se ha visto que los tortugarios tienen un efecto psicológico sobre las personas, haciéndolas creer que hacen más de lo que en realidad es, debido a que el mantenimiento de un tortugario requiere un trabajo intenso y generalmente se involucra mucha gente en el proceso. Por lo que no favorece los nuevos proyectos que no son tan políticamente atractivos (Mortimer, 1999, p.2).

El proceso de incubación de los nidos de tortugas marinas debe seguir un proceso natural, o *in situ* (en un mismo lugar de la playa, no tortugario), que implique la menor manipulación, según lo recomendado por expertos (Boulon, 1999, p.192). Sin embargo, en algunas localidades existen perturbaciones que amenazan a los nidos, como: peligro de inundaciones, erosión, depredadores naturales locales; así como amenazas provocadas por el ser humano como saqueo de huevos, animales introducidos por el humano (perros, gatos, cerdos), tráfico vehicular en la playa, entre otros (Kutzari, 2006, p.3; Mortimer, 1999, p.1). En Guatemala no existen estudios previos que evalúen los niveles de depredación en las playas de anidación, para garantizar que los tortugarios sean la mejor y única estrategia de conservación. Es decir, a la fecha no se han publicado estudios que demuestren que los métodos de manejo son efectivos a largo plazo para supervivencia de las tortugas marinas en Guatemala. Por tal razón, lo más adecuado en estos casos es mantener el curso natural, durante todos los procesos reproductivos de tortugas marinas.

Ilgaz y colaboradores (2011), encontraron que factores del sitio de los nidos (profundidad total del nido, profundidad a la humedad, diámetro del nido, distancia al mar, duración de la incubación, etc.) de la tortuga Carey difieren entre nidos naturales y nidos relocalizados a tortugarios. Su estudio reflejó que los nidos naturales tienen significativamente mayor mortalidad que los nidos relocalizados en la Playa Dalyan. Por ello se cree que la selección de sitios por las hembras es un sistema complejo que puede tener efectos dramáticos en la mortalidad de embriones y proporción de sexo (Ilgaz, *et. al.*, 2011, p.355). En contraste, según lo demostrado en este trabajo, en Guatemala no existen lineamientos sobre las características de los nidos relocalizados, se desconocen las condiciones naturales de los nidos, ya que no se considera la información de las condiciones en que fueron encontrados los nidos para relocalizarlos a los tortugarios. Es decir, no

existe intercomunicación entre Parlameros y Tortugarios sobre las condiciones de los nidos encontrados.

Por ello, este trabajo sugiere que las acciones que se tomen por instituciones responsables, como el CONAP, con el afán de proteger a las tortugas marinas deberían de apegarse a una planificación rigurosa y responsable, soportada en información y experiencia.

9.2. Comparación de las prácticas de manejo de tortugarios en Guatemala con prácticas estandarizadas internacionalmente para el manejo de tortugas marinas.

Esta evaluación muestra que las prácticas de manipulación y manejo difieren entre tortugarios. Dada la cantidad de huevos recolectados, los tortugarios no tienen la capacidad para brindar las mejores condiciones de incubación, el transporte de los huevos durante la recolección no es adecuado, el personal disponible para guardar y las fuentes financieras son insuficientes para el mantenimiento de los centros. A continuación, se discutirán brevemente los principales hallazgos de las técnicas de manejo de los tortugarios de estudio.

Los datos de la evaluación de las prácticas de manejo de los tortugarios indican que es necesario realizar una evaluación general de todos los tortugarios inscritos ante el Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Considerando el esfuerzo y actual interés es esta institución para proteger las poblaciones anidadoras de esta especie que visitan las playas del pacífico de Guatemala.

Los tortugarios que presentan un manejo adecuado pueden brindar grandes ventajas, dentro de las cuales está el que permiten documentar información biológica básica sobre la incubación y ser un medio de educación ambiental (Shanker, 2003, p.7). No obstante, solamente en uno de los tortugarios, ARCAS-Hawaii, se encontraron Procedimientos de Manejo del Tortugas marinas y programas educativos con la comunidad bien fundamentados, y documentación de la información más básica (temperatura de incubación, condiciones del nido, cantidad de huevos, duración del periodo de incubación). Si bien los tortugarios requieren una inversión relativamente costosa inicial, y durante su funcionamiento, se debería de aprovechar de mejor manera. Se requiere de personal capacitado para manipular, recolectar, relocalizar los huevos, así como los cuidados durante todo el proceso de incubación y emergencia del nido (Shanker, *et. al.*, 2003, p.7). Los programas turísticos de desarrollo asociados a la conservación de tortugas marinas, han sido exitosos en algunas

localidades en las cuales están basados en programas sostenibles que involucran supervisión y monitoreo (Whaling, 2017, p.20).

9.2.1 Higiene y Manejo del sustrato

El mantenimiento de la limpieza en el tortugario es importante para reducir los riesgos de contaminación de los huevos, y mejorar el éxito de eclosión (Environmental Protection of Asia, 2006, s.pag.). En este sentido, las condiciones de higiene y manejo del sustrato en los tres tortugarios estudiados fue deficiente. Los desechos del tortugario, principalmente productos de la eclosión, representan una cantidad microbiana. No deberían enterrarse desechos cerca de los tortugarios, ya que contribuye a mantener las poblaciones de hormigas, que efectivamente se observaron dentro del tortugario CECON, se recomienda enterrar los restos de cascarones y demás alejado del tortugario, en otra región del área protegida. Los restos de huevos de nidadas anteriores, pueden afectar el éxito de los huevos nuevos, además de favorecer el microambiente para los microorganismos patógenos (Nooren & Claridge, 2002, p.3). Ante ello es necesario realizar estudios que determinen la cantidad microbiana, para identificar las posibles fuentes de contaminación.

Ninguno de los tortugarios estudiados descansa entre temporadas, su uso se repite varias veces en una misma temporada, considerando lo que estipula Martínez, *et. al.* (2012), que el uso repetido del sustrato con residuos de nidadas anteriores puede afectar el desarrollo de las nuevas nidadas reduciendo su peso y tamaño. Además, no se hacen cambios arena entre temporadas anuales. Hay que mencionar que la cantidad de organismos pequeños como, insectos, hongos y bacterias, aumentan cuando los nidos se incuban (Madden *et. al.*, 2008, p.760), pudiendo afectar la mortalidad de los embriones. Esto ocurre porque los tortugarios estudiados no se dan abasto con la cantidad de huevos que llegan en temporada alta, debido a la sobreexplotación de los huevos. Sin embargo, se recomienda cambiar la arena del tortugario, por arena de la playa (cernida) a cada dos temporadas (a cada dos años), o bien dejar descansar el tortugario una temporada completa (Mortimer, 1999, p.2; Shanker, et al., 2003, p.10).

El establecimiento de un reglamento de buenas prácticas es recomendable, tales como regular la cantidad de personas que entran y salen del tortugario, para que solo los encargados puedan

ingresar, sin alimentos ni bebidas. Así como, limitar el tipo de calzado que se utiliza para evitar la contaminación por hongos. Utilizar alcohol o cloro para desinfectar los baldes y las bolsas donde se transportan los huevos, por lo menos una vez por semana. El riego con agua del mar es una práctica que se desconoce su efectividad, y el riego frecuente puede ser favorecedor para el crecimiento de hongos, por lo que no se recomienda realizar esta práctica.

9.2.2. Manejo de huevos

Los huevos están expuestos a tiempos y condiciones de transporte que aumentan la manipulación, afectando al embrión en sus primeras horas de desarrollo. Es importante señalar que esto se da por las fluctuaciones en el precio de los huevos en cada tortugario según Hidalgo (comunicación personal, diciembre, 2016).

Se observó que en los tortugarios ARCAS y El Banco reciben los huevos durante la noche y la madrugada, sin embargo, en CECON se reciben hasta al día siguiente. El tiempo transcurrido varía de 1 a 10 horas, fuera del máximo recomendado que es de 2 horas según Shanker *et. al.* (2003). El transporte de los huevos también puede causar la muerte de los embriones en desarrollo, ya que daña las frágiles membranas embrionarias que guardan los interiores del huevo, que de igual manera pueden alterar el microambiente de incubación, el cual es adecuado para el correcto desarrollo del embrión (Mortimer, 1999, p.2; Shanker *et. al.*, 2003, p.10; Environmental Protection of Asia, 2006, s.pag.). Abella y colaboradores (2007), encontraron que reduciendo los tiempos de relocalización y manteniendo los cuidados al momento de traslado de los huevos (transportarlos en contenedores rígidos para evitar la rotación de los huevos) se puede reducir el riesgo, incluso sugieren que una revisión de fertilidad de los huevos antes de la relocalización puede servir para aprovechamiento de la comunidad, evitando relocalizar los huevos que no están fertilizados. Para reducir la mortalidad, los nidos deben ser reincubados en un tiempo máximo de dos horas desde que fue incubado por la hembra en la playa. Ningún nido debe permanecer fuera del nido por periodos de tiempo mayores a 5 horas (Mortimer, 1999, p.2; Shanker, et al., 2003, p.10). Ante ello, también se sugiere que se las autoridades regulen el comercio de los huevos, limitando la compra de huevos que provienen de comunidades más lejanas. Durante el registro de los Parlameros, se podría limitar la compra solo de los que estén registrados en aldeas aledañas y así evitar que viajen durante horas en motocicleta para llegar a tortugarios de su preferencia.

En relación al momento de relocalización, se sabe que es un momento crítico para su desarrollo (Ackerman, 1977, p.19; Ackerman, 1997, p.83). En este sentido, los tortugarios estudiados siembran los huevos inmediatamente luego de recibirlos, reduciendo los riesgos. Sin embargo, se siembra solo un porcentaje del nido de una hembra, en ocasiones se compra todo el nido. Cuando solamente se recibe el 20%, pueden mezclarse los huevos de varias hembras (hasta dos hembras) para llegar a formar un nido de 40 huevos como mínimo. Si se consigue obtener el nido completo, los tortugarios dividen el nido y lo siembran en dos lugares distintos, sin embargo, no se conocen los riesgos de esta práctica, según sugiere Mortimer (1999) el manejo se debe apegar a lo natural para reducir amenazas. En los casos en los que se conoce una sobreexplotación histórica de huevos, como es el caso de Guatemala, se sugiere proteger el 100% de los huevos de cada hembra (Montimer, 1999, p.2). Por ello se sugiere que se reincube el nido completo en un mismo sitio (Shanker, et al., 2003, p.11).

La obtención de datos de los nidos naturales, es importante para tratar de recrear el hábitat natural del nido, buscando un microhábitat dentro del tortugario (Mortimer, 1999, p.202). Así como la profundidad de los nidos naturales, es información que hace falta completar en los tortugarios de Guatemala. Se recomienda que dentro de un reglamento de manejo se incluyan encuestas a los recolectores, para tratar de recrear las condiciones naturales (profundidad y ancho del nido, y localización en la playa) en las cuales se encontraba ese nido (Montimer, 1999, p.2).

Al final del periodo de incubación los tortugarios CECON y ARCAS colocan mallas cilíndricas de metal o cajas de plástico para prepararse para la liberación, lo cual disminuye efectivamente la depredación en esta etapa crítica. Estudios muestran que las tortugas son afectadas por el magnetismo de la tierra, y lo utilizan para ubicarse y regresar a su playa natal, por lo que se cree las mallas de metal podrían afectar esta característica (Nooren & Claridge, 2002, p.3). Adicionalmente, se ha visto que la malla cilíndrica tiene la desventaja que los neonatos son liberados mucho tiempo después, y la probabilidad de que mueran es muy alta debido a que se cansan, pierden vigor y se lastiman o se mueren por depredadores (Mortimer, 1999, p.3). Esta situación es muy frecuente en los tortugarios, por lo que es necesario poner énfasis en eso. Se exhorta a la protección externa de los nidos, pero utilizando una malla de apertura menor a 1cm, de otro material reciclado, por ejemplo. Se debe evitar el uso de malla para Pollos o “aves”, ya que las tortugas suelen lesionarse al querer salir. El cilindro debería tener un diámetro aproximado de 60cm de diámetro. El cilindro de malla debe insertarse en la arena alrededor de 10cm de profundidad, para evitar pequeños

depredadores de la superficie (Mortimer, 1999, p.3). Para la fabricación de la maya, se debe evitar el uso de metal, o cajas de aluminio, ya que pueden interferir con el campo magnético local, las canastas de fibras naturales pueden ser la mejor opción y solamente deben utilizarse en los últimos días de incubación (Environmental Protection of Asia, 2006, s.p; Shanker, et al., 2003, p.12).

9.2.3 Liberación de los neonatos

Algunos de los factores que pueden afectar la sobrevivencia de los neonatos, como producto del manejo de los tortugarios han sido mencionados, la liberación de los neonatos es otro proceso que fue analizado en este estudio. En la etapa final del manejo de los neonatos, se observó que la frecuencia de revisión de nidos previo a la emergencia de los neonatos es efectiva en algunos tortugarios y en otros no favorece la supervivencia de los neonatos, ya que como observamos en los resultados la mayor mortalidad de neonatos en los tortugarios de estudio, se da durante esta etapa. Es por ello que, en el periodo anticipado a su eclosión, los nidos deben ser revisados por intervalos de tiempo de una o dos horas si fuera posible, con el fin de evitar que los depredadores puedan entrar al tortugario y alcanzar su objetivo (Environmental protection of Asia, 2006, s.pag.).

Comúnmente, el tiempo de emergencia de los neonatos del nido hacia la superficie puede durar hasta cinco días (Environmental protection of Asia, 2006, s.pag.). Los resultados de esta investigación muestran que, en tortugario El Banco, los neonatos son extraídos de los nidos días anteriores a su emergencia natural. Sin embargo, los neonatos deben emerger cuando estén finalmente listos, apegándose al proceso natural, ya que anticipadamente todavía tienen el saco embrionario pegado a su abdomen, y deben terminar de absorber el remanente del Vitelio del huevo. Muchos procesos vitales para su sobrevivencia ocurren durante los últimos días, tales como: sus cuerpos se enderezan después de estar acomodados durante mucho tiempo dentro del huevo; absorben los remanentes del saco vitelino, parte fundamental para la energía durante su viaje de 36 horas seguidas en el mal (frenesí natatorio); y pierden la membrana restante del saco embrionario cuando se desplazan por la arena (Environmental protection of Asia, 2006, s.pag. ; Mortimer, 1999, p.3; Nooren & Claridge, 2002, p.4). Dentro de los manuales de manejo de tortugarios no se recomienda desenterrar los nidos para extraer neonatos, anticipándose la fecha de eclosión como se observó en el tortugario El Banco, ya que se desconoce si contribuye a su sobrevivencia o puede conducir a la mortalidad de los neonatos, cómo lo podemos observar en los resultados. Por lo que,

se recomienda que también se incluya en las normas de manejo de tortugarios y se capacite a los encargados del tortugario.

Los procedimientos de liberación de los neonatos, según varios manuales científicos, deben hacerse inmediatamente después de que ha emergido un grupo de neonatos a la superficie. Esto es necesario debido al período corto de “frenesí natatorio” que se mencionó anteriormente (Environmental protection of Asia, 2006). Si no es posible liberarlas inmediatamente, deben mantenerse en un saco fresco y oscuro. Deben evitarse recipientes con agua, ya que los neonatos pueden cansarse y malgastar las reservas energéticas (Shanker, *et. al.*, 2003, p.13). Sin embargo, como fue posible observar las tortugas son guardadas por un intervalo de 2 a 10 horas máximo, lo cual representa un desgaste físico elevado para los neonatos. Se recomienda que, en la medida de lo posible, los neonatos sean liberadas inmediatamente (Environmental Protection of Asia, 2006; Nooren & Claridge, 2002, p.3). También es importante notar, que la hora de la emergencia de los neonatos es crítica, ya que emergen durante la noche deberían ser liberadas inmediatamente, pero por motivos administrativos algunos tortugarios, como CECON, no tienen supervisión durante toda la noche. Por ello, se recomienda para este tortugario y todos los demás que por lo menos una persona sea encargada de esas tareas durante la noche y la madrugada.

Por otra parte, los neonatos no deben ser liberados directamente sobre el agua, sino que deben liberarse con aproximadamente 6 metros de distancia al mar. Las investigaciones sugieren que el recorrido en la playa es vital para la orientación de los neonatos y para grabar las características de su playa natal. Esto les permitirá encontrar su camino de regreso varias décadas después para desovar (Environmental protection of Asia, 2006, s.pag.). En el caso de la liberación de neonatos, se observó que los turistas reciben escasas indicaciones, la manipulación de los neonatos es evidente en adultos y niños. Tanto la manipulación de los neonatos al momento de la liberación se debe tener en consideración ya que se sabe que la fidelidad de sitio responde a las condiciones ambientales afectan el reconocimiento de la playa natal. Así también se debe poner atención al uso de iluminación artificial ya que puede desorientar a los neonatos (Demetropoulos, 2000, p.10). Si bien hay un potencial económico en la explotación de la vida silvestre para turismo recreativo, si este es bien manejado los resultados pueden contribuir a la conservación de las especies de tortugas marinas (Wilson & Tisdell, 2001, p.279), en otras localidades su efecto sobre la conservación de las tortugas marinas es incierto (Tisdell & Wilson, 2003, p.4).

Luego de analizar y comparar las prácticas observadas con las aceptadas internacionalmente, se puede confirmar que el manejo de los tortugarios pone en riesgo a la especie, si bien la intención de todos los involucrados es buena, se necesitan lineamientos que los guíen y obliguen a realizar solamente las actividades que estén permitidas, porque de otra manera se seguirán explorando prácticas que no están aprobadas por centros de investigación internacionales. En este sentido, instituciones como el CONAP, encargadas de regular el aprovechamiento de la vida silvestre, recientemente han actualizado un Normativo para el Manejo y Conservación de Tortugas Marinas (2018), en el cual presenta los procedimientos para la inscripción y funcionamiento de los tortugarios que obligan a presentar, entre otros requisitos, un Plan de Manejo del Tortugario, y participar en capacitaciones de su funcionamiento (CONAP, 2018, p.11). Las nuevas normas en general se ajustan bastante a las necesidades actuales de los tortugarios, sin embargo, se sugiere que para próximas actualizaciones se integren las recomendaciones que aquí se han presentado, a fin de alcanzar mejores éxitos de eclosión y supervivencia de la Parlama en Guatemala, ya que éste tipo de acciones serán útiles para fortalecer el sistema de conservación de tortugas marinas.

9.3. Análisis de las causas de neonatos muertos en relación al manejo realizado por cada tortugario.

Existen varios depredadores naturales de los nidos y neonatos de tortugas marinas, algunos son: insectos, aves, mamíferos, lagartijas y cocodrilos (Heithaus, 2015, p.270). En el caso de los tortugarios estudiados, durante la noche los gatos domésticos y las aves son los depredadores más destructivos de neonatos de tortugas marinas. De los 297 neonatos muertos colectados, se determinó que la principal causa de muerte fue debido a depredadores (Fig. 3). Los mamíferos depredadores en muchos casos pueden destruir el 80% de un nido natural (Ficetola, 2008, p.255). En el tortugario CECON, se observó que los gatos y aves fueron responsables de la muerte de 208 neonatos de nidos completos dentro del tortugario, durante esta investigación. Cabe resaltar que estos depredadores están asociados a las actividades humanas, ya que se trata de animales domésticos, de los cuales no se tienen medidas de control, y que ocasionalmente encuentran como presa a los neonatos de la Parlama. Sin embargo, se recomienda que el tortugario CECON refuerce sus medios de protección para los nidos, ya que siendo dirigido por una institución asociada a la protección de especies y la Universidad de San Carlos de Guatemala, es un modelo a seguir.

También se observaron casos de infestación de hormigas dentro del tortugario CECON. Allen y colaboradores (2001) han reportado que las hormigas son capaces de matar a los neonatos y son atraídas por el disturbio, mucosidad y humedad asociado al nido, pueden establecer túneles hacia los nidos, lo que aumenta el riesgo de depredación de los neonatos y de los huevos. Es posible que las hormigas se mantengan atraídas por los desechos de cascarones cercanos al tortugario y por las actividades humanas en la playa y a los alrededores, por lo que alejar los desechos del tortugario podría ser una medida más eficiente y el cambio de arena del tortugario entre temporadas también contribuirá.

La reducción de los niveles de depredación requiere la identificación de los principales depredadores (Heithaus, 2015, p.271). Este estudio se identificó que los gatos y aves son los principales responsables. Por otro lado, las comunidades aún no cuentan con protocolos para controlar animales asociados a actividades domésticas, como perros y gatos. Por ello se sugiere inicialmente la protección física de los nidos, como la utilización de mayas cilíndricas sobre los nidos y el material adecuado para la protección del tortugario (Shanker, *et. al.*, 2003, p.12). Adicionalmente un programa municipal de manejo de animales domésticos podría ser una estrategia adicional para combatirlos (Ficetola, 2008, p.258).

La depredación de neonatos dentro de los tortugarios, como se observó se encuentra ligada al manejo del mismo. Aun cuando los porcentajes de éxito de eclosión, observados en esta investigación, son considerablemente normales, la depredación asociada al manejo constituye otra amenaza que afecta la supervivencia de los neonatos de la Parlama. Esto hace necesario que las autoridades, como el CONAP, prioricen y se enfoquen en el monitoreo de las actividades de los tortugarios, para que se tomen mejores decisiones de operatividad dado que *L. olivacea* es una especie de importancia internacional.

Según informes de CONAP (2017), se liberaron 197,947 neonatos de *L. olivacea* durante toda la temporada del año 2016 entre los tres tortugarios de este estudio. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, dado que los neonatos no son manejados en las mejores condiciones no se asegura su sobrevivencia en el mar. Medidas como el cálculo del éxito de eclosión deben ser obligatorias para validar el manejo del tortugario, así como supervisión de las diversas instituciones asociadas al aprovechamiento de la vida silvestre.

9.4. Determinación del sexo de *L. olivacea*

El sexo de las tortugas marinas se determina durante el proceso de incubación, siendo afectado por la temperatura (Godfrey & Mrosovsky, 1999, p.1; Janzen & Paukstis, 1991, p.1). Esto quiere decir que, la actividad enzimática en las gónadas es termosensitiva (Crew, *et. al.*, 1989, p.162). La temperatura pivotal (TP) es crítica para la determinación del sexo, ya que es la temperatura de incubación en la cual la proporción resultante en la nidada es de 1:1 (Merchant, 1999, p.152).

La proporción de sexos en los tres tortugarios evaluados en esta investigación fue de 100% hembras. Previamente, Morales Mérida (2013), reportó que la proporción de sexo para *L. olivacea* era de 100% hembras. Sin embargo, se argumenta que las proporciones de sexo en algunas especies y localidades, pueden verse desequilibradas (Bull & Charnov, 1977, p.12; Bull & Vogt, 1979, p.1187). En este sentido, muchas hipótesis han sido planteadas.

En la naturaleza muchos factores ambientales (sombra, humedad, oxígeno, entre otros) afectan la temperatura de incubación de los nidos y difieren entre los sitios, por lo cual se ha sugerido que la diferenciación sexual también puede ser heredable, debido a que las hembras pueden escoger el sitio donde incuban los huevos, y por ende podría darse una selección indirecta de la temperatura de incubación, incluso podrían haber efectos genéticos aditivos que afecten la proporción de sexo (Bull, Vogt & Bulmer, 1982, p.334-338; Werren & Beukeboom, 1998, p.245). Sin embargo, en algunos casos como en Malasia se han visto grandes tasas de infertilidad dentro de las poblaciones de tortuga Baule, debido a décadas de producción de descendencia del 100% hembras (Chan and Liew, 1996, p.1).

No hay evidencia de que la manipulación de la temperatura sea beneficioso para las poblaciones de tortugas marinas, por lo que se desconocen las posibles consecuencias que puede tener esto a largo plazo, considerando que son especies amenazadas (Jourdan & Jourdan, 2013, p.11).

Por otro lado, las lluvias podrían agregar mayor variabilidad climática. Houghton y colaboradores (2007), encontraron que altos niveles de lluvia pueden afectar significativamente la temperatura del área y los nidos, y consecuentemente las proporciones de sexo. En situaciones extremas puede causar la muerte de los huevos o los neonatos. También sugieren que los cambios en las temporadas más secas o lluviosas tienen importancia para regular las proporciones de sexo y ecología de las poblaciones, favoreciendo la producción de uno u otro sexo (Houghton *et. al.*, 2007, p.76; Mazaris

et. al., 2009, p.1). Localmente no se han realizado estudios que revelen algún patrón de este tipo, por lo que los riegos aleatorios podrían estar alterando las temperaturas de incubación, por ende, proporciones de sexo en el nido.

10. CONCLUSIONES

1. El éxito de eclosión de *L. olivacea* fue de 93.38% en tortugarios del Pacífico de Guatemala.
2. Dentro del manejo de los tortugarios hay prácticas que ponen en riesgo el éxito de eclosión y supervivencia de los neonatos, tales como: el transporte inadecuado de los huevos durante tiempos prolongados que pone en riesgo la sobrevivencia del embrión principalmente por la rotación de los huevos dentro de la bolsa; la falta de un protocolo de higiene para evitar la contaminación del tortugario que favorece de la actividad microbiana; la extracción de los embriones antes de la emergencia natural del nido; la retención de neonatos para liberación desgasta la energía del “frenesí” luego de la emergencia; y la manipulación por los turistas durante la liberación puede incrementar el estrés de los neonatos.
3. Dada la falta de normativos y reglamentos específicos, y/o el desconocimiento por los involucrados en el manejo de neonatos de tortugas marinas en Guatemala, los tortugarios en Guatemala realizan prácticas de manejo de huevos no estandarizadas.
4. La mayor causa de mortalidad de neonatos en los tortugarios es debido a la depredación de gatos domésticos y las aves; seguido de desarrollo incompleto principalmente por extracción prematura de neonatos de sus nidos; malformaciones y deshidratación.
5. La mortalidad de 297 neonatos se vio influenciada por el manejo, traslado, relocalización de huevos y liberación de neonatos. Por lo anterior, las condiciones de manejo en tortugarios del pacífico de Guatemala no son adecuadas para la protección de las tortugas marinas.
6. El 100% de neonatos colectados en los tres tortugarios estudiados fueron hembras. Lo cual refuerza la necesidad de instrumentos de medición de la temperatura de incubación, para conocer el estado poblacional de la especie.

11. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que todos los tortugarios cuantifiquen el éxito de eclosión en cada temporada.
2. Se recomienda realizar exhumaciones de los nidos, no sólo para poder calcular el éxito de eclosión, sino para evitar la contaminación microbiana en el tortugario.
3. Supervisar las prácticas de manejo de cada tortugario para disminuir los riesgos para la especie a largo plazo, dado que los tortugarios son la principal estrategia de conservación de tortugas marinas en Guatemala. Las instituciones como CONAP, podrían apoyarse en instituciones gubernamentales y no gubernamentales involucradas en el aprovechamiento de la vida silvestre para monitorear y supervisar las prácticas de manejo en cada tortugario para poder incidir con mejores decisiones de operatividad.
4. La relocalización de los huevos de tortugas marinas dentro de los tortugarios debería de ser utilizada como última opción, conociendo los riesgos potenciales del efecto de la relocalización de nidos. Aun siendo el único método de conservación, se recomienda apearse a los estándares internacionales de manipulación para minimizar los efectos a largo plazo.
5. Se recomienda que las liberaciones de neonatos se realicen inmediatamente después de la emergencia del nido, permitiendo que los neonatos caminen sobre la arena hacia el mar y utilizando distintos puntos de liberación para evitar patrones de depredadores.
6. Establecer un Plan de Manejo Integrado que involucre la protección de los nidos naturales, las playas de anidación, manejo de tortugarios e involucramiento comunitario a fin de reducir la mortalidad de neonatos.
7. Estudiar y considerar el conocimiento de la proporción de sexo de *L. olivacea* en condiciones naturales de las playas del pacífico de Guatemala dentro de futuros planes de manejo. Así como el monitoreo de la temperatura de incubación con instrumentos de alta precisión, que aporten información del estado la población de neonatos que se libera.
8. Considerar la elaboración y apoyo de proyectos de conservación que puedan generar alternativas de empleo sostenibles, como el turismo local.

12. REFERENCIAS

1. Abella, E., Marco, A. & López, L.F. (2007). Success of Delayed Translocation of Loggerhead Turtle Nest. *Journal of Wildlife Management*, 71 (7): 2290-2296. Doi: 10.2193/2006-512.
2. Abreu, G. A. & Plotkin, P. (2008). *Lepidochelys olivacea*. IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T11534A3292503. Doi: 10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T11534A3292503.en
3. Ackerman, R. (1977). The respiratory gas exchange of sea turtle nest (CHELONIA, *Caretta*). *Respiration physiology*, 31, 19-38.
4. Ackerman, R. (1997). The Nest environment and the Embryonic Development of Sea Turtle (Chapter 4). *In Biology of Sea Turtles*. 83-106.
5. Allen, C.R., Forsys, E.A., Rice, K.G. & Wojcik, D.P. (2001). Effects of fire ants (Hymenoptera: Formicidae) on hatching turtles and prevalence of fire ants on sea turtle nesting beaches in Florida. Nebraska Cooperative Fish & Wildlife Research Unit. *Florida Entomologist* 84 (2) 250-253.
6. Arauz, R.M. (1996). A description of the Central American shrimp fisheries with estimates of incidental capture and mortality of sea turtles. In: J.A. Keinath and D.E. Barnard, J.A. Musick and B.A. Bell (Eds), Proceedings of the Fifteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. *NOAA Technical Memorandum*, NMFS-SEFSC-387.
7. Arrivillaga, A. (2003). Estado actual de los recursos marinos y costeros de Guatemala. Guatemala: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Agrícolas. 69p.
8. Barker, F. (2006). The utility of local knowledge of olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) nesting behavior for turtle conservation management in Guatemala. Institute of Water and the Environment. Cranfield University. United Kingdom. 55p.
9. Bézy, V.S., Valverde, R.A. & Plante, C.J. (2014). Olive Ridley Sea Turtle Hatching success as a function of microbial abundance and the microenvironment of *In Situ* Nest Sand at Ostional, Costa Rica. *Journal of Marine Biology*, 10p.
10. Bjorndal K.A. (1999). Conservation of hawksbill sea turtles: Perceptions and realities. *Chelonian Conservation and Biology* 3(2):174–176p.
11. Bolten, A.B. (2003). Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. Oceanic developmental stages. Pages 243-257 in P. L. Lutz, J. Musick and J. Wyneken (editors), *The Biology of Sea Turtles*, volume II. CRC Press, Boca Raton, FL.

12. Boulon, R. H. (1999). Reducción de las amenazas a los huevos y las crías: Protección *in situ*. En Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois, and M. Donnelly (Eds). Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No.4 (Version en español). 260p.
13. Bull, J. & Charnov, E. (1977). Changes in the heterogametic mechanism of sex determination. *Heredity*, 39 (1), 1-14.
14. Bull, J. & Vogt, R. (1979). Temperature-dependent sex determination in turtles. *Science*, 206, 1186-1188.
15. Bull, J. J., Vogt, R. C., & Bulmer M. G. (1982). Heritability of sex ratio in turtles with environmental sex determination. *Evolution*, 36, 333-341.
16. Casale, P., Freggi, D., Furi, G., Vallini, C., Salvemini, P., Deflorio, M., Totaro, G., Raimondi, S., Fortuna C. & Godley, B. (2014). Annual survival probabilities of juvenile loggerhead sea turtles indicate high anthropogenic impact on Mediterranean populations. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst*.
17. Castillo, F.J., Davila, C.V., Morales, A.S., García, A. (2012). Actualización del Plan Maestro de la Reserva de Usos Múltiples Monterrico: el levantamiento detallado de la vegetación y la cartografía botánica. Guatemala: Dirección General de Investigación -DIGI-, Proyecto 2.17. 67p.
18. Chan, E.-H. & H.-C. Liew. 1996. Decline of the leatherback population in Terengganu, Malaysia, 1956-1995. *Chelonian Conservation and Biology* 2:196-203.
19. CONAP y MARN. (2009). Biodiversidad Marina de Guatemala: Análisis de Vacíos y Estrategias para su Conservación. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, The Nature Conservancy Guatemala. 152p.
20. Consejo Nacional de Áreas Protegidas CONAP. (2002). Estrategia Nacional de Manejo y Conservación de Tortugas marinas. Guatemala.
21. Consejo Nacional de Áreas Protegidas CONAP. (2009). Lista de Especies Amenazadas de Guatemala -LEA- y Listado de Especies De Flora y Fauna Silvestres Cites de Guatemala. Guatemala. 124p.
22. Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-. (2010). Plan Maestro de Área de Usos Múltiples Hawaii 2012-2015. Guatemala: ARCAS; CONAP.
23. Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-. (2015). Estrategia Nacional de Manejo y Conservación de Tortugas Marinas de Guatemala. Documento técnico No.02-2015. 58p.

24. Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-. (2017). Informe nacional de anidación de tortugas marinas 2016-2017.
25. Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-. (2018). Normativo sobre manejo y conservación de tortugas marinas. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 38p.
26. Crews, D., Bull, J.J., & Wibbels, T. (1991). Estrogen and sex reversal in turtles—a dose-dependent phenomenon. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 81, 357–364. Doi: 10.1016/0016-6480(91)90162-Y.
27. Del Cid, J.A. (2015). Distribución espacial de la tortuga Parlama (*Lepidochelys olivacea*) en el Pacífico Central y Oeste de Guatemala (Tesis Pregrado). Guatemala: USAC. 58p.
28. Demetropoulos, A. (2000). Impact of tourism development on marine turtle nesting: strategies and actions to minimize impact. *T-PVS*, (2000) 41p.
29. Desvages, G., Girondot, M. & Pieu, C. (1993). Sensitive stages for the Effects of Temperature on Gonadal Aromatase Activity in Embryos of the Marine Turtle *Dermochelys coriacea*. *General and comparative endocrinology*, 92, 54-61.
30. Duchene, S.A., Alfaro, F.A., Dutton, P.H., Gilbert, M.T.P, and Morin, P.A. (2012). Marine turtle mitogenome phylogenetics and evolution. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 65:241–250.
31. Eckert, K.L. & Eckert, S.A. (1990). Tagging hatchling leatherback sea turtles. *Marine Turtle Newsletter* 51:17-19.
32. Environmental protection of Asia. (2006). Turtle conservation guidelines. Recuperado. <http://www.environmentalprotectionofasia.com/ztcp/guidelines/issuance.htm>
33. Ewert, M. A. & Nelson, C. E. (1991). Sex Determination in turtles: diverse patterns and some possible adaptative values. *Copeia*, 1991(1), 50–69.
34. Ficetola, G.F. (2008). Impacts of Human Activities and Predator on the nest success of the Hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, in the Arabian Gulf. *Chelonian Conservation Biology*, 7(2), 255-257.
35. García, A, Ceballos, G, & Adaya, R. (2003). Intensive beach management as an improved sea turtle conservation strategy in Mexico. *Biological conservation*, 111p.
36. Godfrey, M. & Mrosovsky N. (1997). Estimating the Time Between Hatching of Sea Turtles and Their Emergence From the Nest. *Cheionian Conservation and Biology*. 2(4):581-585.
37. Godfrey, M. & Mrosovsky, N. (1999). Estimating Hatchling Sex Ratios. In Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois, and M. Donnelly (Eds). (1999). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group. 9p

38. Heithaus, M.R. (2015). Predators, Prey, and the ecological roles of sea turtles. Chapter in Wyneken, J., Lohmann, K & Musick, J. (Eds) *The Biology of Sea Turtles*. Vol. III. CRC Press. 467p.
39. Hewavisenthi S. & Parmenter J. (2002). Incubation Environment and Nest Success of the Flatback Turtle (*Natator depressus*) from a Natural Nesting Beach. *Copeia*, 2, 302-312.
40. Hidalgo, J. (diciembre 2016). Comunicación personal.
41. Houghton, J.D.R., Myers, A.E., Lloyd, C., King, R.S., Isaacs, C., & Hays, G.C., (2007) Protracted rainfall decreases temperature within leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) clutches in Grenada, West Indies: Ecological implications for a species displaying temperature dependent sex-determination. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 345, 71-77p.
42. Ilgaz, Ç., Özdemir, A., Kumlutas, Y. & Durmus, H. (2011). The effect of nest relocation on embryonic mortality and sex ratio of Loggerhead Turtles, *Caretta* (Reptilia: Cheloniidae), at Dalyan Beach, Turkey. *Italian Journal of Zoology*, 78:3, 354-363.
43. Janzen, F.J. & Paukstis, G.L. (1991). Environmental sex determination in reptiles: ecology, evolution and experimental design. *Quart. Rev. Biol.*, 66 (2): 149-179. Doi: 10.1086/417143.
44. Jourdan, J. & Jourdan, J.M.M. (2013). Effectiveness of strategies at reducing sand temperature to mitigate potential impact from changes in environmental temperature on sea turtle reproductive output. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change*, 13p. Doi: 10.1007/s11027-013-9482-y.
45. Kear, B.P. & Lee, M.S. (2006). A primitive protostegid from Australia and early sea turtle evolution. *Biol. Lett*, 2, 116-119. Doi: 10.1098/rsbl.2005.0406
46. Kutzari A.C. (2006). Manual de técnicas de Protección de tortugas Marinas. México: Fondo Internacional para la Protección de los Animales y su Hábitat (IFAW) y World Wildlife Fund (WWF). 16p.
47. Ladell, N. (2009). Community, capital and conservation: a study of community response to the egg donation system approach to sea turtle conservation in Guatemala.
48. Limpus, C.J. (2008). A biological review of Australian marine turtles. 4. Olive Ridley turtle *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz). The State of Queensland: Environmental Protection Agency 2008.
49. López, A.M. (2014). Medición de temperatura mediante sensores inteligentes basados en microcontrolador. *Revista UNIMAR*, 32(2), 107-127.

50. Madden, D., Ballesteros, J., Calvo, C., Carlson, R., Christians, E. & Madden, E. (2008). Sea Turtle Nesting as Process Influencing a Sandy Beach Ecosystem. *Biotropica*, 40(6): 768-765.
51. Martínez, J. & Calderón, V. (2011). Determinación de la frecuencia de anidación de la tortuga marina Parlama (*Lepidochelys olivacea*) por medio de marcaje, en la playa El Paredón del Parque Nacional Sipacate Naranjo, La Gomera, Escuintla. Dirección General de Investigación -DIGI-.
52. Martínez, P.J., Marco A., Quiñones L., Abella E., Abad R.M., & Uribeondo J. (2012). How do hatcheries influence embryonic development of sea turtle eggs? Experimental analysis and isolation of microorganisms in leatherback turtle eggs. *J. Exp. Zool.*, 317: 47-54.
53. Mazaris, A.D., Killimanis, A.S., Tzanopoulos, J., Sgardelis, S.P. & Pantis, J.D. (2009). Sea surface temperature variations in core foraging grounds drive nesting trends and phenology of loggerhead turtles in the Mediterranean Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 379 (2009) 23-27.
54. McClellan, C.M. & Read, A.J. (2007). Complexity and variation in loggerhead sea turtle life history. *Biol. Lett.*, 3, 592-594.
55. Merchant, L. (1999). Determining Hatchling Sex. In Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois, and M. Donnelly (Eds). (1999). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group. 12p.
56. Miller, J.D. (2000). Determinación del Tamaño de la Nidada y el Éxito de Eclosión. Eckert, K. Bjorndal, K. Abreu-Grobois, F. y Donnelly, M. (Compiladores) (2000). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas (4a ed.). USA: Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE, 260p.
57. Miller, J.D. & Limpus, C. (2003). Ontogeny of Marine Turtle gonads. En The biology of sea turtles Volume 2. CRC Press LLC, 199-224p.
58. Montes, N. (2004). *Estimación de la abundancia relativa de tortugas marinas que anidan en las costas de Guatemala* (Tesis de Pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
59. Morales, B.A. (2013). Relación entre la duración del período de incubación y la proporción de sexos de las tortugas marinas *Lepidochelys olivacea* en la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico (RNUMM). (Tesis Pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. 157p.
60. Mortimer, J.A. (1999). Reducing threats to eggs and hatchlings: hatcheries in Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois, and M. Donnelly (Eds). Research and Management

Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No.4. 4p.

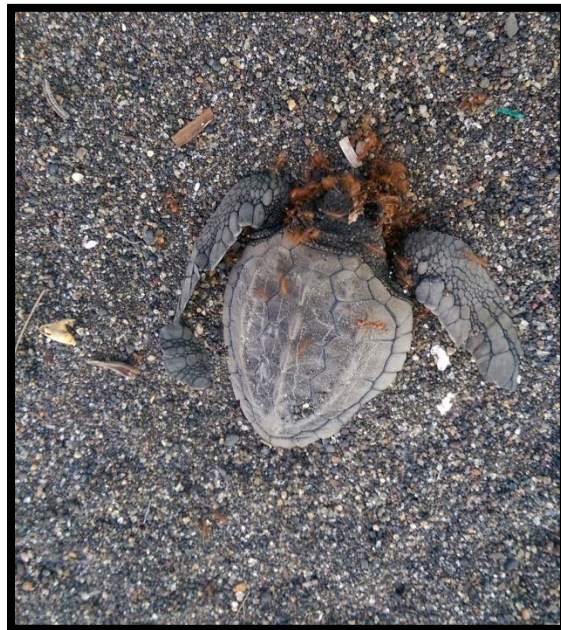
61. Mrosovsky, N. & Pieau, C. (1991). Transitional range of temperature, pivotal temperatures and thermosensitive stages for sex determination in reptiles. *Amphibia-Reptilia*, 12: 169-179.
62. Mrosovsky, N. & Yntema, C. (1980). Sexual differentiation in hatchling loggerheads (*Caretta caretta*) incubated at different controlled temperatures. *Herpetologica*, 36, 33-36.
63. Muccio, C. & Pérez, J.M. (2015). Análisis situacional de la conservación de las tortugas marinas en Guatemala. Guatemala. 46p.
64. Muccio, C. (2015). Guía para la conservación de las tortugas marinas en Guatemala, con énfasis en el manejo de tortugarios. ARCAS. Guatemala. 53p.
65. Müller, J.D. (1985). *Embryology of Marine Turtles*. In *Biology of the Reptilia Develop*, (14) 269-328.
66. Nooren, H. & Claridge, G. (2002). Guidelines for turtle Hatchery Management. *Turtle Foundation*: Germany, 9p.
67. Pieau, C. & Dorizzi, M. (1981). Determination of Temperature Sensitive Stages for Sexual Differentiation of the Gonads in Embryos of the Turtle, *Emys Orbicularis*. *J. Morph*, 170, 373-382.
68. Pintus, K., Godley, B., McGowan, A. & Broderick, A. (2008). Impact of Clutch Relocation on Green Turtle Offspring. *The Journal of Wildlife Management*, 73 (3): 1157-1157.
69. Polovina J.J., Balazs G.H., Howell E.A., Parker D.M., Seki M.P. and Dutton P.H. (2004). Forage and migration habitat of loggerhead (*Caretta caretta*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles in the Central North Pacific Ocean. *Fish. Oceanogr.*, 13:1, 36-51.
70. Robinson, N.J. & Paladino F.V. (2013). Sea Turtles. *Earth Systems and Environmental Sciences*, 1-12. Doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.04352-9
71. Seminoff, J.A., Reséndiz, A., Jiménez B., Nichols, W. & Jones, T.T. (s.f.). *Tortugas Marinas* (Chapter 16). USA.
72. Shanker, K., B.C. Choudlhury & H.V. Andrews. (2003). Sea turtle conservation: Beach management and hatchery programmes. A. GOI-UNDP Project Manual. Centre for Herpetology/Madras Crocodile Bank Trust, Mamallapuram, Tamil Nadu, India. 26p.
73. Sigüenza de Micheo, R.R. Ruiz-Ordoñez J.A. (Eds). 1999). Plan Maestro de la Reserva Natural De Usos Múltiples Monterrico 2000-2005 Centro de Estudios Conservacionistas, Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Proyecto “Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Asociados a los Manglares del Pacífico de Guatemala” (INAB-UICN-UE). Guatemala. 202.p.

74. Spotila, J. & Standora, R. (1985). Environmental Constraints on the Thermal Energetics of Sea Turtles. *Copeia*, 3, 694-702.
75. Tisdell, C. & Wilson, C. (2003). Does ecotourism contribute to sea turtle conservation? Is the flagship status of turtles advantageous?. *Economics, ecology and environment*, 90, 37.
76. Werren, J. H. & Beukeboom, L.W. (1998). Sex determination, sex ratios and genetic conflict. *Annual review of Ecology and Systematics*, 29 (1998), 233-261.
77. Whaling, M. (2017). How to for turtle tourism: a review of sea turtle tourism, its impacts, and guidelines to inform stakeholders in martinique. Duke University. 68p.
78. Wibbels, T., Rostal, D. & Byles, R. (1998). High Pivotal Temperature in the Sex Determination of the Olive Ridley Sea Turtle, *Lepidochelys olivacea*, from Playa Nancite, Costa Rica. *Copeia*. (4): 1086-1088.
79. Wilson, C. & Tisdale, C. (2001). Sea turtles as a non-consumptive tourism resource especially in Australia. *Tourism management*, 22(3): 279-288p. [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(00\)00059-5](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(00)00059-5)
80. Wyneken, J. (2001). The Anatomy of Sea Turtles. U.S. Department of Commerce NOAA *Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470*, 1–172.
81. Wyneken, J., Burke, J., Salmon, M. & Pedersen, K. (1988). Egg failure in natural and relocated sea turtle nests. *Journal of Herpetology*, 22 (1): 88-96.
82. Wyneken, J., Epperly, S.P., Crowder, L.B., Vaughan, J. & Blair K. (2007). Determining sex in Post hatchling loggerhead sea turtles using multiple gonadal and accessory duct characteristics. *Herpetologica*, 63(1), 19-30.
83. Yntema, C. (1976). Effects of Incubation Temperatures on Sexual Differentiation in the turtle, *Chelydra serpentina*. *J. Morph*, 150, 453-462.

13. ANEXOS



Anexo 1. Neonato de *L. olivacea*. La causa de muerte fue por deshidratación-insolación.



Anexo 2. Neonato de *L. olivacea*. Muerte causada por aves, e infestada por hormigas dentro del tortugario. Obsérvese que no tiene parte de la cabeza.



Anexo 3. Extracción de neonatos, previo a la emergencia natural de los neonatos.

Anexo 4. Formato del cuadro de recolección de datos de manejo de tortugario. Fuente: elaboración propia.

Criterios de evaluación	Tortugario			
	A	B	C	Recomendación
Higiene y Manejo del sustrato	Observación			
Utilización de calzado para uso exclusivo del tortugario				
Líneas divisorias entre nidos				
Bolsas para colecta de huevos (De alta densidad, nuevas reutilizadas)				
Frecuencia de limpieza de los baños para guardar las tortugas				

Frecuencia de limpieza de las bolsas con Cloro, alcohol, etc.				
Cantidad de personas que entran al tortugario				
Tiempo para realizar la exhumación, a partir de la última emergencia				
Arena tamizada				
Insecticidas				
Manejo de desecho del tortugario				
Localización y construcción del tortugario				
Material utilizado para cercar el tortugario.				
Número de veces que se utiliza el tortugario en una misma temporada.				
Numero de temporadas consecutivas que ha sido utilizado la misma arena del tortugario.				
Tipo de sombra del tortugario				
Fuente de la arena que utiliza el tortugario				
Manipulación de la Temperatura				
Medición de temperatura				
Manipulación de la temperatura (Uso de Agua, dejar pasar el viento, cambio de sombra)				
Cantidad de agua para riego del tortugario				
Numero de nidos naturales				
Colecta y transporte de huevos				
Origen de los huevos llevados al tortugarios				
Cantidad de huevos comprados por nido				
Costo de los huevos				
Interacción con el Parlamero, horario de anidación, profundidad del nido, ancho, cantidad exacta del nido				
Tiempo transcurrido entre el cual son depositados por la hembra y son llevados al tortugario.				
Relocalización de nidos				
Condiciones de entrega de los huevos por los Parlameros				
Método de almacenamiento de los huevos por nido				
Tiempo transcurrido desde la recepción de nidos hasta la incubación				
Número de huevos, de distintas hembras, sembrados en un mismo nido				
Porcentaje del nido que se siembra o incuba				
Uso de mallas para encerrar la superficie del nido				
Liberación de los neonatos				

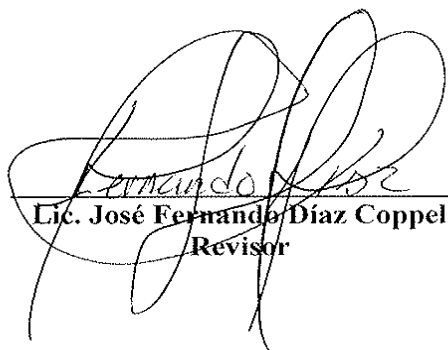
Frecuencia de monitoreo para revisar la emergencia de tortugas.				
Tiempo transcurrido entre la emergencia de tortugas en el nido y liberación				
Condiciones de almacenamiento de los neonatos que serán liberados.				
Distancia (marea alta, baja) y ubicación de liberación de los neonatos				
Señalización de liberación				
Indicaciones a los turistas al momento de liberación.				
acompañamiento de los turistas, por algún encargado durante la liberación				
Exhumación de los nidos				



Br. Bárbara Lisset Cúmez Caté
Autor



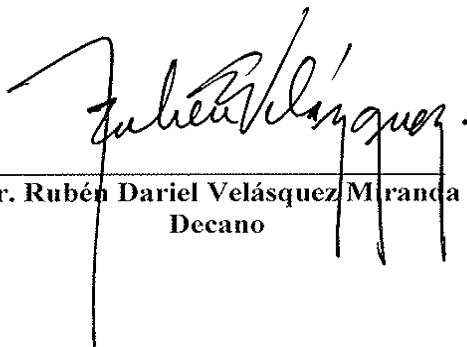
Licda. Bertha Alejandra Morales Mérida
Asesora



Lic. José Fernando Díaz Coppel
Revisor



Licda. Ana Rosalito Barrios Solís de Rodas
Directora



Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda
Decano