



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN
PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
UNIDAD SINALOA.



FONDO NACIONAL DE FOMENTO AL TURISMO



INFORME FINAL:

Proyecto:

**"SEGUIMIENTO AL PROGRAMA DE
PROTECCIÓN DE TORTUGAS MARINAS PARA
EL PROYECTO LITIBÚ, NAYARIT,
PERIODO 2015"**

Octubre de 2015.

ÍNDICE

ÍNDICE	I
ÍNDICE DE CUADROS	II
ÍNDICE DE FIGURAS	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN.....	1
Conservación de tortugas marinas en la Playa Litibú	2
ANTECEDENTES.....	4
Tortuga Golfina	6
Tortuga Laúd.....	9
Tortuga Carey	10
Tortuga Negra.....	13
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
Área de estudio	17
Monitoreo	18
Protección de nidadas.....	20
Manejo de nidos en el vivero de incubación	20
Revisión y limpieza de nidos de vivero	23
Temperatura	24
Liberación de crías de tortuga.....	25
RESULTADOS.....	26
1. Monitoreos de tortugas en las playas de Litibú.....	26
Anidación.....	26
Fase lunar	28
Anidación por temporada.....	29
Éxito de eclosión de nidos protegidos	30
Temperatura de incubación	32
Problemática	33
2. Campañas de limpieza en las playas y el estero de Litibú.	34
3. Actividades de educación ambiental, cultura de conservación y divulgación de la investigación para Litibú.	41
DISCUSIÓN.....	44
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cronograma de actividades.....	3
Cuadro 2. Tortugas marinas y su distribución geográfica (adaptado de Karl & Bowen 1999).....	4
Cuadro 3. Resultados de anidación de tortuga marina en el periodo de monitoreo.....	26
Cuadro 4. Resultados de anidación de tortuga marina en el periodo de monitoreo.....	26
Cuadro 5. Resultados de algunos proyectos de conservación de tortugas marinas en playas de Nayarit y Jalisco durante las últimas 15 temporadas.....	29
Cuadro 6. Resultados de la incubación de nidos de <i>L. olivacea</i> en los viveros de Campamento Tortuguero Careyeros 2015.....	30
Cuadro 7. Tipo de contaminantes colectados durante las actividades de limpieza.....	35
Cuadro 8. Educación ambiental en Playa Litibú.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características distintivas de las especies de tortuga marina presentes en la costa sur de Nayarit.	5
Figura 2. Estimación de anidación de tortugas golfinas en el Pacífico Mexicano según R. Briseño y A. Abreu. (Bernado y Plotkin 2007)	7
Figura 3. Densidad máxima para <i>Lepidochelys olivacea</i> en Nayarit y la costa norte de Jalisco.	8
Figura 4. Playas de anidación de tortuga laúd en el Pacífico Mexicano	9
Figura 5. Localización de anidación de tortuga carey (más de un nido por año) en el Pacífico Mexicano	11
Figura 6. Seguimiento de 2 tortugas carey juveniles con transmisor satelital en (a) la Bahía de Jaltemba, enfrente del CIP El Capomo, y (b) enfrente del CIP Litibú, Nayarit	12
Figura 7. Migración de Tortuga negra en el Pacífico Mexicano	15
Figura 8. Locación de Litibú en la región de Bahía de Banderas, Nayarit.	17
Figura 9. Área de protección de tortugas marinas, costa Norte de Punta de Mita, Nayarit.	17
Figura 10. Rastro de tortuga golfina.	18
Figura 11 . Tortuga golfina anidando en la playa Litibú	19
Figura 12. Distribución de los nidos dentro del vivero.	21
Figura 13. Método para construir el nido en el vivero	21
Figura 14. Cerco para el conteo de crías emergidas	22
Figura 15. Medición de temperatura en el vivero de incubación de nidos de tortuga marina.	22
Figura 16. Revisión de un nido de tortuga golfina.	23
Figura 17. Sensor de temperatura dentro de un nido de tortuga.	24
Figura 18. Liberación de neonatos de tortuga golfina después de un actividad de	25
Figura 19. Total de nidos y huevos protegidos por mes	27
Figura 20. Distribucion espacial y sitio de colecta de nidos protegidos	27
Figura 21. Porcentaje de anidación de tortuga marina por efecto de fase lunar.	28
Figura 22. Distribución temporal de anidación de tortuga marina con referencia a la fase lunar.	28
Figura 23. Anidación registrada en la playa de Litibú durante las últimas 18* temporadas.	29
Figura 24. Total de crías muertas.	30
Figura 25. Numero de crías liberados, muertas y huevos no eclosionados por mes hasta el 31 de octubre 2015.	31
Figura 26. Perfiles de temperatura en nidos de <i>L. olivacea</i> incubados en el vivero de Litibú 2015	32
Figura 27. Preparación de terreno y colocación de estructura para el nuevo vivero de incubación de nidos de tortuga marina en Litibú.	34
Figura 28. Densidad promedio de diferentes tipos de contaminante.	36
Figura 29. Limpieza de playa y manglar en Litibú en el mes de Junio	37
Figura 30. Limpieza de playa y manglar en Litibú en el mes de Julio.	38
Figura 31. Limpieza de playa y manglar en Litibú en el mes de Agosto	39

Figura 32. Limpieza de playa y manglar en Litibú en el mes de Septiembre.....	40
Figura 33. difusión de las actividades de educación ambiental.....	41
Figura 34. Educación ambiental y liberación de crías de tortugas marina en playa Litibú	42
Figura 35. Educación ambiental y liberación de crías de tortugas marina en playa Litibú	43

INTRODUCCIÓN

En lo que se refiere a ecología, las tortugas marinas son altamente importantes como ingenieros de los ecosistemas, por ejemplo, las tortugas carey son una de las pocas especies que se alimentan de esponjas, sin este consumo, las esponjas dominarían las comunidades de arrecifes y limitarían el crecimiento de los corales. Esta dieta selectiva aumenta la biodiversidad de los arrecifes en general, al permitir que otras especies tengan la oportunidad de colonizar (León y Bjornal, 2002). La pesca también se beneficia de la presencia de tortugas caguama, verde, y en particular de la laúd, ya que son depredadores de las medusas que se alimentan de larvas y huevos de peces, y causan que la recuperación de las poblaciones de peces sea más lenta (Houghton et al. 2006, Purcell et al. 2007). Por otro lado, a través de la anidación las tortugas marinas suministran una fuente concentrada de nutrientes de alta calidad, que mejoran las playas de anidación (Bouchard y Bjorndal, 2000). Estos nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), a partir de huevos no eclosionados, permiten la continuación del crecimiento de la vegetación y la posterior estabilización de las dunas costeras, y posteriormente la línea de costa (Hannan et al. 2007).

La tortuga marina dentro de la historia del ser humano, han sido parte de la cultura y la religión a nivel mundial, y a menudo desempeñan papeles en historias de la creación y son asociadas como símbolos de longevidad y fertilidad, así mismo en eventos tales como nacimientos. (Frazier, 2010).

En el México prehispánico, las tortugas marinas tenían un rol en la cultura maya, y hoy en día puede ser observadas ilustraciones y señalamientos en el templo de los Guerreros y en el Palacio del Gobernador de Uxmal en Yucatán (CONABIO, 2011). En la lengua Náhuatl, existen dos palabras para las tortugas, la primera *ayotl*, lo cual es una palabra general y, la segunda *chimalayotl*, que se utiliza para describir la especie de tortuga carey (Simeon, 1977). Lo anterior, resalta la importancia de la tortuga marina en esta cultura.

Actualmente, las tortugas marinas son parte de las culturas tradicionales de México, tal es el caso del estado de Sonora, donde los *Comcáac* (también conocidos como Seri), durante la “Ceremonia de la Caguama” decoran una tortuga marina (tradicionalmente de la especie laúd), y después la liberan con la esperanza que regrese trayendo alimento y abundancia. En el caso de los Huicholes de Nayarit y Jalisco, la tortuga marina es de alto prestigio como el animal favorito de *Nakawé*, su principal deidad; entre sus tradiciones se creó que en una época, todos los dioses estaban muriendo de sed debido a que *Nakawé* estaba furioso porque la tortuga marina había sido asesinada, y en castigo retiró toda el agua del mundo (Zingg, 1982).

Estas actividades culturales y religiosas, así como las actividades humanas como son la pesca directa o captura incidental de tortugas marinas tanto por la pesca industrial como la artesanal, representan una importante amenaza para sus poblaciones.

Un estudio de captura incidental de tortugas en Baja California, mostró que la pesca artesanal puede tener el mismo o hasta mayores tasas de captura incidental que la que presenta la pesca industrial como la de camarones (Koch et al. 2006).

Lo anterior, ha contribuido a que todas las especies de tortuga marina han sido ampliamente explotadas en los últimos 200 años, principalmente para consumo de carne, huevos y otros productos como el aceite, y en el caso de la tortuga carey con fines decorativos por sus escudos, los cuales han sido utilizados por los artesanos durante siglos en joyería, muebles y curiosidades.

Lo anterior, ha contribuido a que todas las especies de tortuga marina estén consideradas dentro de algún estatus de riesgo por normas nacionales e internacionales, por lo que es necesario realizar un manejo exitoso de las poblaciones de tortuga marina, siendo necesaria información sobre diversos factores como las estimaciones longitudinales de la abundancia y densidad y la información demográfica en la que se incluya la distribución por edad y sexo, crecimiento, mortalidad, reclutamiento por migración y los cambios temporales en la abundancia (Plotkin, 2007).

Conservación de tortugas marinas en la Playa Litibú

En diciembre 2011, a la Red Tortuguera A.C. se le concedió el permiso para establecer un proyecto de conservación de tortugas marinas en la península de Punta de Mita (incluyendo la playa Litibu). Este nuevo proyecto de conservación de tortugas marinas fue nombrado “Campamento Tortuguero Careyeros”. Después de un exitosa primera temporada en el 2012 su permiso fue renovado para poder seguir con los trabajos de conservación de tortuga marina en la península de Punta de Mita (SGPA/DGVS/04175/13).

Desde entonces las actividades han sido constantes con la participación de especialistas y voluntarios, interesados en participar en la conservación de las poblaciones de tortugas marinas de la región. Contribuyendo cada vez más a la conservación y protección de adultos y nidos, así como a la formación de campamentos de anidación de tortugas marinas.

Como parte del apoyo para lograr los objetivos anteriormente mencionados, el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), en su calidad de Fideicomiso de Gobierno Federal creado con el objetivo de desarrollar y financiar planes y programas de fomento al turismo y contribuir a proteger la biodiversidad en el área en donde FONATUR ejecuta sus proyectos, requiere realizar el seguimiento a los términos y condicionantes establecidas en la Autorizaciones en Materia de Impacto Ambiental y Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

Por ello, FONATUR desarrolló el “programa de protección de tortugas marinas para el proyecto Litibú, Nayarit”, para ejecutar una serie de acciones que permitan investigar, monitorear y proteger a ciertas especies de la zona, así como acciones que permitan una mejora de las condiciones ambientales de los hábitats de las mismas.

Los programas de monitoreos de especies tienen como propósito principal el generar información acerca de la composición y estado de conservación de las mismas y de sus hábitats, con base en los resultados de éstos estudios se pueden generar una serie de acciones que permitirán mantener, aumentar, mejorar y recuperar, según sea el caso, los servicios y bienes ambientales que ofrecen las especies y su entorno.

Para cumplir con lo anterior, FONATUR y el Instituto Politécnico Nacional a través del CIIDIR Sinaloa, firman el convenio número NAPL-GPA/15-S-01 para la realización del proyecto “Seguimiento al programa de protección de tortugas marinas para el proyecto Litibú, Nayarit, Periodo 2015”.

Las actividades realizadas se llevaron a cabo conforme a lo establecido en el convenio entre el IPN y FONATUR (NAPL-GPA/15-S-01), en donde se considera el siguiente cronograma de actividades (Cuadro 1):

Cuadro 1. Cronograma de actividades

Actividad	M e s e s				
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
1.- Monitoreos de tortugas en las playas de Litibú.	X	X	X	X	X
2.- Campañas de limpieza en las playas y el estero de Litibú.	X	X	X	X	
3.- Actividades de educación ambiental, cultura de conservación y divulgación de la investigación para Litibú.			X	X	X

ANTECEDENTES

Los océanos del mundo son el hogar de siete especies de tortugas marinas pertenecientes a dos familias, Dermochelidae con una sola especie existente, la laúd (*Dermochelys coriácea*), y Cheloniidae con 6 especies existentes, las tortuga verde o negra (*Chelonia mydas*); kikila (*Natator depressus*), lora (*Lepidochelys kempfi*), golfina (*Lepidochelys olivacea*), caguama (*Caretta caretta*) y carey (*Eretmochelys imbricata*). Dos de estas especies son endémicas: la tortuga kikila a Australasia y la tortuga lora al Golfo de México. En la tabla 1 se muestra la distribución de cada especie (Cuadro 2, Figura 1).

Cuadro 2. Tortugas marinas y su distribución geográfica (adaptado de Karl & Bowen 1999)

Familia	Subfamilia	Especie	Nombre común	Distribución geográfica
Dermochelyidae	-	<i>Dermochelys coriacea</i>	Laúd	Circunglobal: tropical, templada y boreal.
Cheloniidae	Chelonini	<i>Chelonia mydas</i>	Verde o Blanca	Circunglobal: tropical
		<i>Chelonia agassizii</i>	Negra o Prieta	Circunglobal: tropical y templada
	Carettini	<i>Caretta caretta</i>	Caguama o Amarilla	Circunglobal: tropical y templada
		<i>Lepidochelys olivacea</i>	Golfina	Circunglobal: tropical y templada
		<i>Lepidochelys kempfi</i>	Lora	Templada: Golfo de México y Atlántico occidental
	Natatorini	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Carey	Circunglobal: tropical
		<i>Natator depressus</i>	Kikili	Tropical: Australia y zonas cercanas.

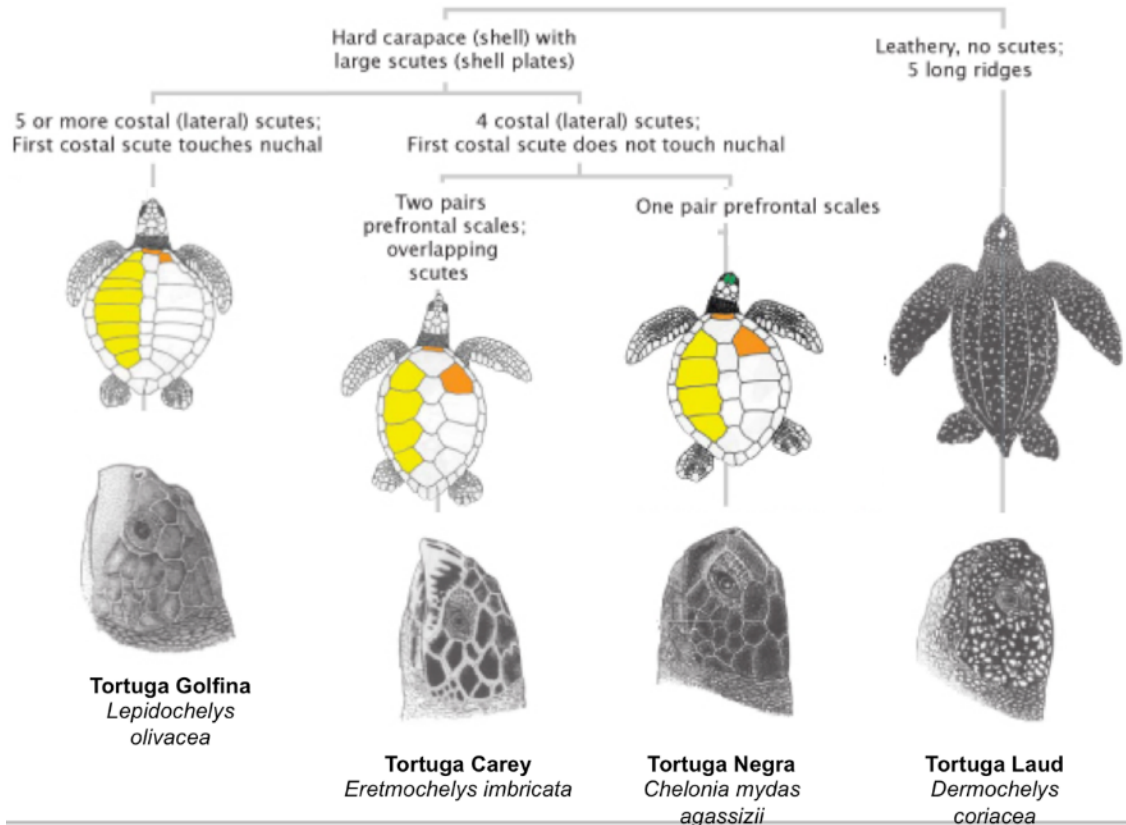


Figura 1. Características distintivas de las especies de tortuga marina presentes en la costa sur de Nayarit.

Adaptado de: Pritchard, P. C. H. and Mortimer, J. A. (1999)

Tortuga Golfina

La especie golfina es la tortuga marina más abundante a nivel mundial, distribuida en regiones tropicales y subtropicales (con excepción del Golfo de México, donde *Lepidochelys kempfi* toma su lugar). A diferencia de otras especies de tortugas marinas, la golfina presenta tres estrategias de reproducción: 1) anidación masiva conocida como "arribadas", 2) anidación solitaria y 3) anidación mixta, donde una hembra cambia entre las dos estrategias anteriores de anidación, por ejemplo, anida en arribada una temporada y como hembra solitaria la siguiente temporada (Bernardo and Plotkin 2007).

A nivel mundial la investigación sobre esta especie ha sido dominada por la caracterización de las tortugas golfinas de arribada, a pesar que los números de golfinas de estrategia de anidación solitaria son comparables en números a las de arribada. Esto ha resultado en una falta de información sobre las tortugas de esta estrategia de anidación, las cuales presentan diferencias, no solo de comportamiento, sino también fisiológicamente a las de arribada. Para el caso de estrategia de anidación solitaria, estos organismos anidan en miles de playas a lo largo de la costa del Pacífico Oriental (entre Baja California Sur hasta Ecuador) (Abreu-Grobois y Plotkin, 2008).

Debido a los altos niveles de explotación de esta especie antes de 1990 (la caza furtiva continua y pesca incidental), los niveles de anidación en algunas playas de arribada (Playon de Mismaloya, Jalisco) han disminuido. Esta situación también se ha visto en algunas playas de anidación solitaria.

Eguchi et al. (2007) muestran que las tortugas golfinas son abundantes en las aguas costeras y oceánicas del Pacífico Oriental Tropical (POT), y probablemente la población ha aumentado desde 1990 con buenas posibilidades de continuar aumentando durante las siguientes décadas. La mejor estimación actual de la abundancia en esta especie en la región del POT es de 1,39 millones de individuos con la verdadera abundancia aun mayor, ya que sólo los juveniles grandes y tortugas adultas fueron contados en los muestreos.

Investigaciones han mostrado que las tortugas golfinas en el Pacífico Oriental pertenecen a una sola población, y esta idea ha ido cambiando en los últimos años por la existencia de diferencias demográficas entre las tortugas de arribada y las solitarias (Kalb 1999). Así como por el hallazgo de un grado de aislamiento genético en las hembras anidadoras de Baja California Sur (BCS) (Lopez-Castro y Rochas-Olivares 2005, Fig. 4), sin embargo, es necesaria más información sobre este aislamiento pues una recaptura (marca metálica aplicada a la aleta de algunas tortugas) mostraba que

una hembra de BCS anidó tanto en BCS y Sinaloa durante la misma temporada de anidación (Briseño pers. comm.), lo que sugiere una mezcla de las poblaciones por lo menos dentro del Golfo de California.

En México, la tortuga golfina es considerada una especie en peligro de extinción a pesar de su estado modificado por la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (IUCN) de Vulnerable (IUCN 2008). La anidación por hembras solitarias ocurre en la mayoría de playas del país desde Baja California Sur hasta Chiapas. Las principales playas de arribada son Ixtapilla, Michoacán, Escobilla y Morro Ayuta, Oaxaca (Figura 2)

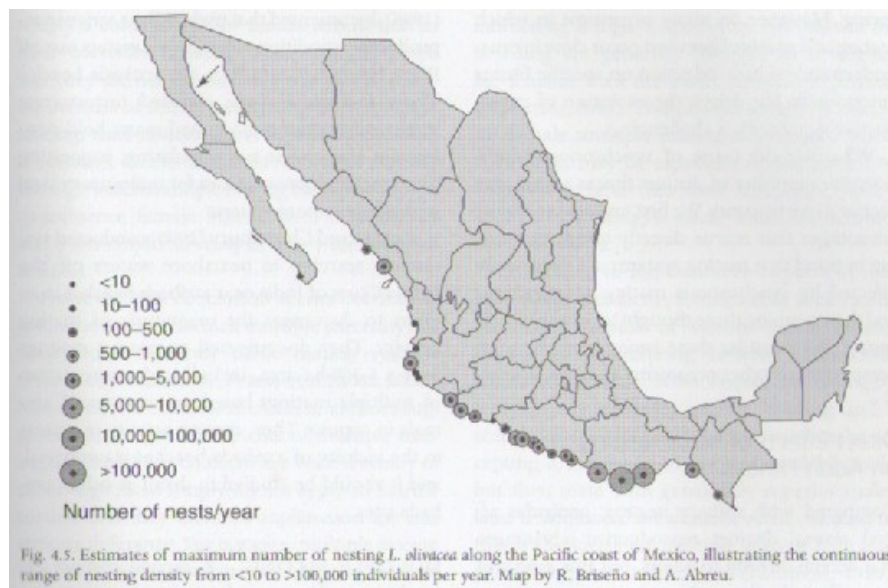


Figura 2. Estimación de anidación de tortugas golfinas en el Pacífico Mexicano según R. Briseño y A. Abreu. (Bernado y Plotkin 2007)

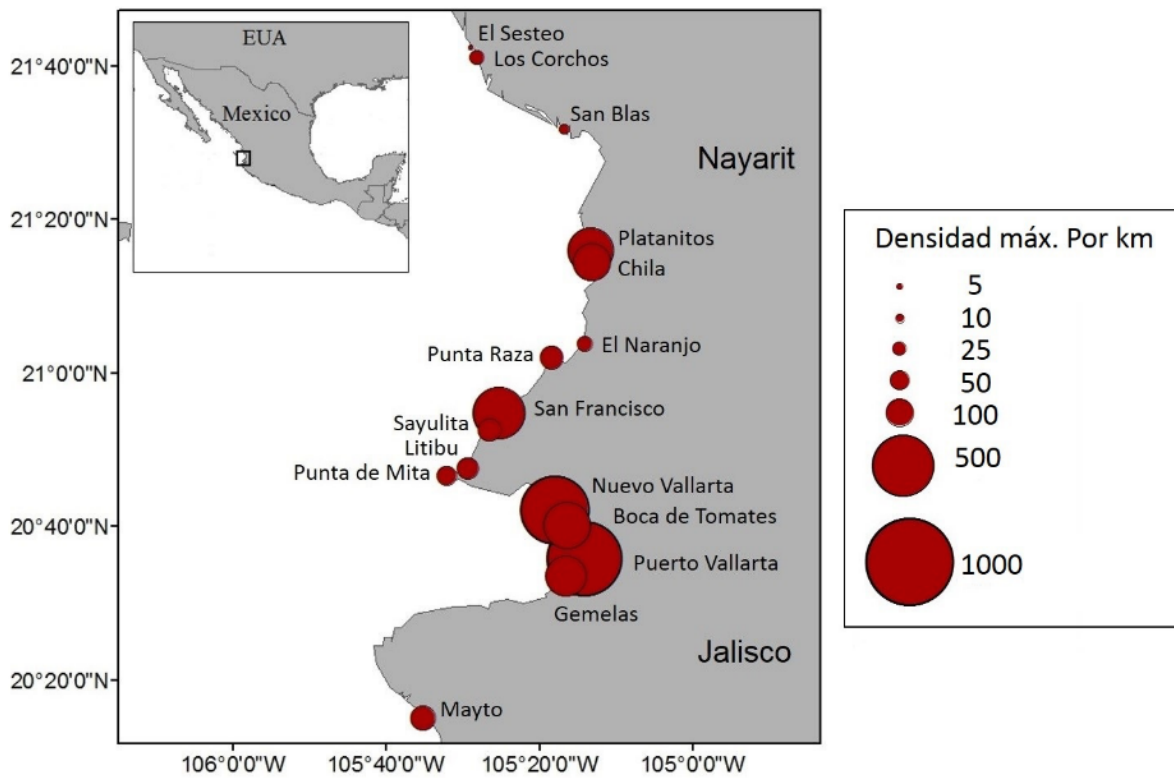


Figura 3. Densidad máxima para *Lepidochelys olivacea* en Nayarit y la costa norte de Jalisco.
Fuente: Hart et al. En elaboración

Tortuga Laúd

Existen 2 poblaciones distintas de Tortuga laúd en el Pacífico: 1) Pacífico Oriental (PO) y 2) Pacífico Occidental (PO) (Bailey et al 2012). Dentro de cada región se encuentran varios sitios de anidación, y las laúd son fieles a su playa natal, regresando para reproducirse cuando llegan a la edad reproductiva (Dutton et al 1999). Las tortugas laúd presentan migraciones largas en búsqueda de alimento, pasando de áreas costeras a pelágicas. De las dos poblaciones, las laúd del PO presentan más flexibilidad en sus migraciones, llegando a zonas tropicales y templadas en los dos hemisferios (Benson et al 2007). Por otro lado, a las laúd PO demuestran una migración hacia el sur desde sus playas de anidación (Shillinger et al. 2011, Bailey et al 2012, Fig. 6), lo cual se cree las hacen más vulnerables a impactos antropogénicos y al cambio climático (Saba et al 2008, Wallace y Saba 2009).

En México la población de laúd ha disminuido el 90% (Spotila et al 1996) desde los primeros censos de anidación en 1981, cuando la población de hembras anidadoras fue estimada en 74,980 individuos, siendo la población más grande de tortuga laúd a nivel mundial, representando 65.2% de la población mundial estimada (Pritchard 1982).

Hoy en día, pese a 20 años de esfuerzos de conservación en playas índice y algunas secundarias (Figura 4), los números de laúd en el Pacífico Mexicano continúan disminuyendo (Sarti et al 2007).

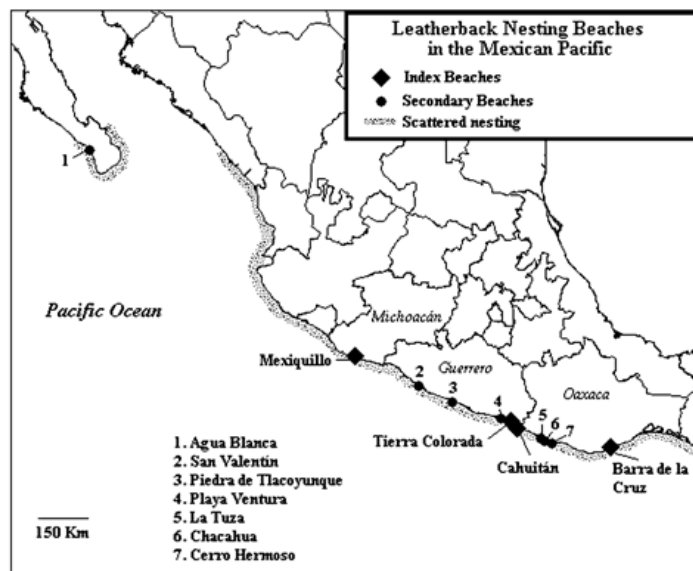


Figura 4. Playas de anidación de tortuga laúd en el Pacífico Mexicano (Sarti et al 2007)

Tortuga Carey

La tortuga carey está constituida por varios stocks genéticos y tienen una distribución en mares tropicales y subtropicales de 108 países, con anidación conocida en 70 países (IUCN 2012).

Las hembras de edad reproductiva anidan en playas arenosas, en su mayoría en la parte dentro o debajo de la vegetación de duna (Beggs et al 2007) con diferencias notables en la población del Pacífico Oriental, donde las hembras entran a los sistemas de lagunas y esteros para anidar debajo de los manglares (Liles et al 2011). Igual que con las otras especies de tortuga marina, se conoce poco sobre la distribución de los neonatos recién eclosionados, pero cuando tienen <20-30 cm de longitud de caparazón, las carey se encuentran en áreas pelágicas. Cuando crecen, los juveniles y adultos se pueden encontrar alimentándose en zonas benthicas como los arrecifes coralinos (Blumenthal et al. 2009), pastos marinos (Bjorndal y Bolten 2010) y manglares (Hasbun et al 1998, Gaos et al 2011).

Como otras especies de tortuga marina, las tortugas carey adultos hacen migraciones entre sus áreas de alimentación y anidación, y regresan a sus playas natales para anidar (Bowen & Karl, 1997).

La carey del Pacífico oriental es distinta de otras poblaciones de carey como las del Atlántico y el Caribe, no sólo genéticamente (Abreu y LeRoux., 2007), sino también conductualmente, prefiriendo playas cortas, a menudo dentro de los esteros de manglares donde anidan entre la vegetación (Gaos *et al.* 2010). Estas diferencias pueden ser resultado de la separación geográfica de las otras poblaciones.

En el PO, la tortuga carey se encuentra en una situación aún peor que el resto de las poblaciones de esta especie, y se encuentra inminentemente en un estatus de amenaza de extinción (Nichols 2003, Seminoff et al 2003, Mortimer y Donnelly 2008). Esto ha resultado en la dificultad de establecer una línea base para esta población, además que se ha pasado por alto los recientes esfuerzos de conservación e investigación de tortugas marinas.

Un argumento para los bajos números de anidación en el PO, es que las características ambientales no son las apropiadas para sostener una población grande, por tener relativamente pocos arrecifes coralinos (Dana 1975, Glynn y Ault 2000). Esto significaría que la población no está a punto de desaparecer, sino que mantiene sus números de anidación naturalmente bajos y dispersos (Cornelius 1982, Witzell 1983, Groombridge y Luxmoore 1989). Aun así, Clifton *et al.*, (1982) mencionan que la tortuga carey ha sido señalada anteriormente como "abundante" desde México hasta el Ecuador.

Durante las investigaciones de los últimos años, se ha identificado que las colonias más grandes conocidas de anidación en El Salvador (Los Cóbanos Arrecife Area Natural Protegida, Reserva de la Biosfera Bahía de Jiquilisco - Xiriualtique y Punta Amapala) y Nicaragua (Estero Padre Ramos); en ambos países la anidación de Carey se considera crítico para la supervivencia de sus poblaciones en el Pacífico Oriental (Gaos y Urteaga, 2010; Liles et al 2011), sin embargo, los números relativamente altos de anidación y alimentación de tortugas carey en Los Cabanos Reef MPA, Bahía de Jiquilisco-Xiriualtique, Reserva de la Biosfera y Punta Amapala (El Salvador), ofrecen oportunidades para la conservación.

En general, se piensa que anualmente solo existen entre 400 y 500 nidos de tortuga carey en el Pacífico Oriental (Gaos *et al.*, 2010), y en el Pacífico Mexicano existen más observaciones de la población de Carey que en cualquier otro país, con el 60.3% de avistamientos ($n = 44$) entre el 1ro de enero 2007 y el 31 mayo 2009. Por lo anterior, el Pacífico Mexicano se considera como una importante área de alimentación para Carey juvenil (Fig. 10).

En lo que se refiere al estado de Nayarit, cuando los españoles llegaron al Pacífico Mexicano las tortugas carey se señalaron como abundantes en las Islas Marías del estado de Nayarit, y en Baja California hay antecedentes de que las tortugas carey fueron cazadas por su caparazón, lo cual creó un industria lucrativa (Nichols., 2003), y esto también apunta a una población numerosa en el pasado.

Aunque existe anidación esporádica por toda la costa de Jalisco y Nayarit, actualmente, existe una población anidadora pequeña en Costa Careyes, Jalisco ($n = 6$ max.) y en Punta de Mita, Nayarit ($n = 15$ max.) (Figura 5). Al parecer estas dos zonas representan “colonias” de anidación, en vez de eventos aislados.

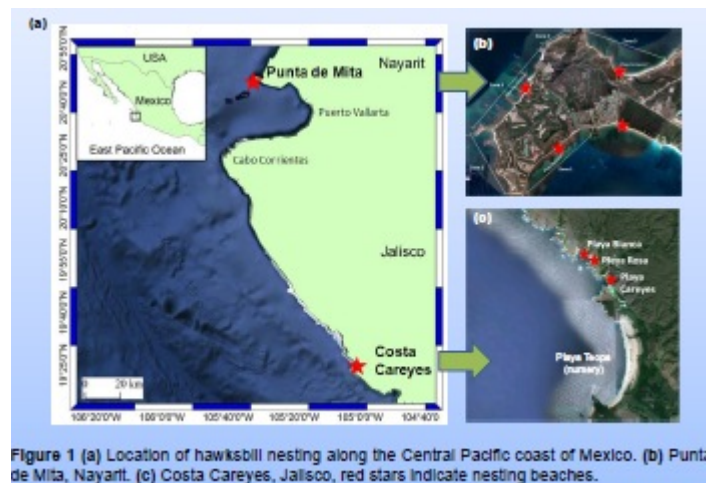


Figura 5. Localización de anidación de tortuga carey (más de un nido por año) en el Pacífico Mexicano (Hart et al. 2012).

La carey juvenil del Pacífico Mexicano demuestra cierta fidelidad a sus áreas de alimentación, y un movimiento “looping”, lo cual surge que para su alimentación busca zonas rocosas. Este comportamiento fue mostrado por una carey juvenil en BCS (Grupo Tortuguero de las Californias A.C.) y otra carey en la Bahía de Jaltemba, Nayarit en el 2012, ambas georreferenciada (Figura 6).

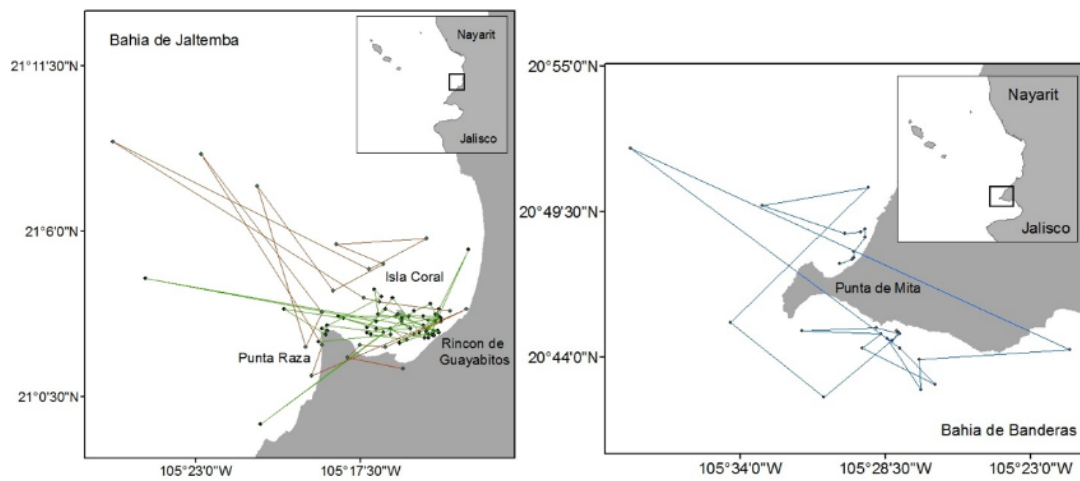


Figura 6. Seguimiento de 2 tortugas carey juveniles con transmisor satelital en (a) la Bahía de Jaltemba, enfrente del CIP El Capomo, y (b) enfrente del CIP Litibú, Nayarit (Hart et al. 2013-2014. Datos sin publicar).

Tortuga Negra

El estatus taxonómico de la tortuga negra, también conocida como la tortuga verde del Pacífico Oriental, ha sido el tema de mucho debate en las últimas dos décadas (Figueroa, 1989; Kamezaki y Matsui, 1995; Pritchard, 1999). Los estudios genéticos han concluido que a pesar de que la tortuga negra presenta diferencias morfológicas (color oscuro, caparazón abombado, un cráneo único y pequeño tamaño adulto) y está aislada de otras poblaciones de *Chelonia mydas*, genéticamente no son significativamente diferentes para justificar el status de especie. (Bowen et al, 1992; Karl y Bowen, 1998; Grady y Quattro, 1999), sin embargo, para el presente estudio, nos referimos a la población de *Chelonia mydas* del Pacífico Oriental como la tortuga negra (*Chelonia agassizii*), de acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

El área de distribución de la tortuga Negra, abarca desde Bahía de San Diego (EE.UU.) hasta Perú (Green, 1984; Juárez-Cerón et al, 2002.). Cuatro poblaciones anidadoras importantes en el Pacífico Oriental se encuentran en Michoacán, México (Alvarado y Figueroa, 1992; Alvarado-Díaz et al, 2002; Márquez-Millán y Carrasco, 2002), las Islas Galápagos (Green, 1984; Zárate et al, 2002; Seminoff et al, 2008), el archipiélago de Islas Revillagigedo, México (Awbrey et al 1984;. Juárez-Cerón et al 2002) y Costa Rica (Blanco et al., 2010).

La población mexicana de tortuga negra ha disminuido en un 20% entre 1981 y 1999, con un número promedio de hembras anidadoras de 394 organismos. El mayor número de hembras anidadoras se registraron en 1981 (n = 1693), y el más bajo en 1988 (n = 81) en la playa de Colola, Michoacán (Alvarado-Díaz et al., 2003). Es conocido que la población de tortuga Negra de las Islas Revillagigedo, anidan durante todo el año en las islas de Clarion y Socorro, y esto lo hacen con mayor frecuencia en los meses de Octubre y Noviembre. Tan solo entre 1999 y 2001, fueron registrados en las islas Socorro y Clarion un promedio de 47 y 79 nidos respectivamente. Por ello, se piensa que la población es bastante productiva, y que es el origen de muchas de las tortugas que se alimentan en Baja California y Baja California Sur (Juárez-Cerón et al., 2002).

Los esfuerzos para conservar las poblaciones mexicanas de tortuga negra se han concentrado en las playas de anidación de Michoacán (Cliffon et al, 1982;. Alvarado-Díaz et al, 2001.), y desde 1982 esta población de tortuga marina no ha sido registrada en ocho de las 17 playas de anidación de Michoacán. Esto ha resultado en una disminución de la población estimada de un 46% durante los últimos 25 años, a pesar de que en la playa principal de anidación, Colola, ha aumentado desde el año 2000. La reducción del número de tortuga negra ha sido atribuida a una variedad de

actividades que incluyen la recolección de huevos, la captura incidental y la alteración y degradación del hábitat (Caldwell, 1963; Clifton et al, 1982;. Alvarado-Díaz et al, 2001.).

En 2007 las playas de Colola y Maruata representaron el 92% de la población de anidación de Michoacán, mientras que en 1982 sólo representaban el 52% de la anidación (Raygadas-Torres y Delgado-Trejo, 2008). Si bien, existen reportes de anidaciones en todos los estados del Pacífico mexicano, en Nayarit y Jalisco hay reportes de la presencia de anidación solitaria (Ochoa-Ochoa *et al.* 2006), sin embargo, no se conoce el estado actual de la tortuga Negra en estos estados.

Los esfuerzos recientes de investigación han resultado en una mejor comprensión de la ecología y la situación de la tortuga Negra en sus zonas norte de alimentación, donde diversos estudios han abarcado temas como áreas de alimentación y utilización de hábitat (Seminoff et al 2002; Seminoff 2003; Brooks et al, 2009), ecología poblacional (Koch et al 2007), dieta (López-Mendilaharsu 2008), pesca ilegal (Koch et al 2006) y mortalidad (Gardener 2001), e incluso, los patrones de movimientos migratorios a gran escala han sido reportados (Alvarado y Figueroa, 1992; Byles et al, 1995.) (Figura 7).

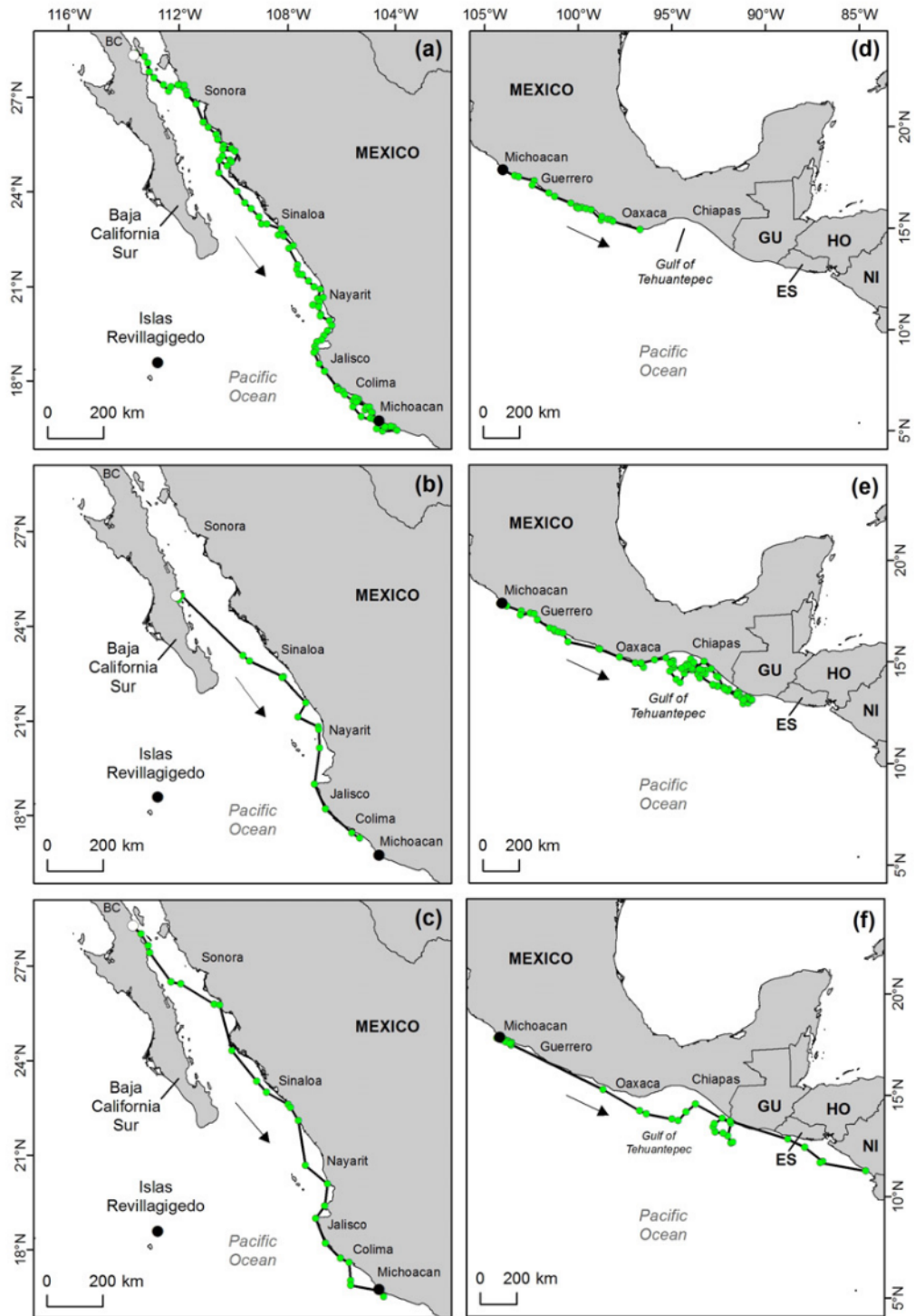


Figura 7. Migración de Tortuga negra en el Pacífico Mexicano (Hart et al. 2015).

Importancia de la temperatura de incubación

La temperatura es uno de los factores críticos para el desarrollo embrionario de las tortugas marinas (Miller 1985). Los embriones de tortugas marinas se desarrollan sólo entre las 25 y 35°C., lo cual se conoce como el rango de tolerancia termal (TTR) (Mrosovsky, 1994; Ackerman 1997). Todas las especies de tortuga marina muestran determinación de sexo por temperatura. Este proceso de determinación sexual se presenta en el segundo tercio de incubación de nidos de tortuga marina, y se conoce como el periodo termosensitivo (Mrosovsky y Pieau 1991). Dentro del TTR, cuando los huevos se incuban a altas temperaturas se presentan hembras, y si la temperatura es baja son machos. Cuando el nido se mantiene entre 28 y 31°C, se produce 50% de cada sexo, a este proceso se le conoce como temperatura pivote (PT).

En el caso la tortuga golfina, se reportan variaciones de temperaturas pivote. En Costa Rica la TP es de 31°C (Wibbels et al 1998), mientras que en Nayarit y Jalisco, México, la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) presenta un PT de 30.1°C (Hart et al. datos sin publicar).

Considerando lo anterior, y el actual fenómeno del calentamiento global, se estima que la temperatura global puede aumentar hasta 3.5°C para el año 2100 (IPCC 2007). Este aumento no solo puede afectar el ratio de sexos en las tortugas marinas, sino también causar un mortalidad importante durante el desarrollo embrionario, resultante de la producción de temperaturas letales (Valverde et al 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La península de Punta Mita está localizada en la zona sur del estado de Nayarit y marca la punta norte de la Bahía de Banderas (Figura 8). El Campamento tortuguero Careyeros se ubica en la costa Norte de Punta de Mita (Figura 9). El área de patrullaje de los biólogos del campamento son las playas de Careyeros y Litibu.



Figura 8. Locación de Litibú en la región de Bahía de Banderas, Nayarit.



Figura 9. Área de protección de tortugas marinas, costa Norte de Punta de Mita, Nayarit. Estrellas amarillas: Localización de los viveros de incubación. Línea roja: Área de patrullajes nocturnos.

Monitoreo

La vigilancia en las playas de Litibu y Careyeros fue de tipo intensiva, de acuerdo a lo descrito por García et al (2003), lo cual consiste en un monitoreo por medio de patrullajes nocturnos diarios durante la temporada de anidación. Los patrullajes fueron realizados por miembros de la comunidad entrenados, y supervisados por los biólogos del campamento. En ocasiones acompañados por voluntarios y estudiantes de las universidades y escuelas locales. Todos los eventos de anidación fueron registrados y clasificados según su estado: nido exitoso, nido saqueado, nido depredado, nido abortado y salida falsa) (Figura 10).



Figura 10. Rastro de tortuga golfina.
Flechas rojas marcan el dirección que camino la tortuga hasta donde anido (círculo rojo).

En caso de encontrar una tortuga anidando (Figura 11) o un nido puesto, se trabajó de la siguiente manera: el nido fue escavado, y posteriormente los huevos colectaron, se contaron y se colocaron en una bolsa de tela. Finalmente, cada anidada fue trasladada al vivero de incubación para asegurar la protección de los huevos y eclosión de las crías.



Figura 11 . Tortuga golfina anidando en la playa Litibú

Al momento de la eclosión se contaron las crías emergidas, anotando la fecha y hora aproximada de eclosión y dejando que las crías emerjan por sí mismas. En el caso de una eclosión nocturna se procedió a la liberación inmediata de las crías. Tres días después de que la primera cría haya eclosionado del nido, se excavaron cuidadosamente los nidos para contabilizar las crías muertas y huevos con y sin desarrollo embrionario.

En el caso de encontrar un nido después que la tortuga ha regresado al mar se identificaron la cama del nido y el inicio del rastro de salida de la tortuga, y el nido fue localizado aplicando presión en la área de la cama con un palo, con la finalidad de identificar el área de la cama del nido con arena suelta, lo cual indica que la cámara del nido se encuentra debajo. Posteriormente se procedió de la misma forma que si hubiera estado la tortuga.

Protección de nidadas

En el primer mes (julio) del proyecto, por falta de un vivero, los nidos que se encontraron en zonas de riesgo por erosión fueron reubicados a zonas más seguras en la misma playa para mejorar las posibilidades de sobrevivencia de los huevos. A partir del 10 de agosto, con la construcción de un vivero de incubación, las nidadas fueron trasladadas al vivero para asegurar la protección de los huevos y producción de crías, ya que los nidos en playa tenían bajas probabilidades de sobrevivencia por la depredación por perros domésticos y saqueo por humanos.

Manejo de nidos en el vivero de incubación

El vivero fue dividido en cuadros, y cada nido fue enterrado en el centro de uno de los cuadros (para asegurar que no están muy cerca uno a otro) a la misma profundidad a la que fueron puestos originariamente en la playa. Cada columna y fila fue etiquetada con un número y una letra para facilitar la localización del nido (Figura 12). La forma del nido fue lo más natural posible: primero se utilizó una pozadora para crear el cuello del nido y profundidad, y posteriormente la cámara del nido fue formado a mano (Figura 13).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	<u>0</u>	X	X	X	X	X
5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 12. Distribución de los nidos dentro del vivero. Cada nido tiene su propio código; por ejemplo, el del casillero 0 es E5.

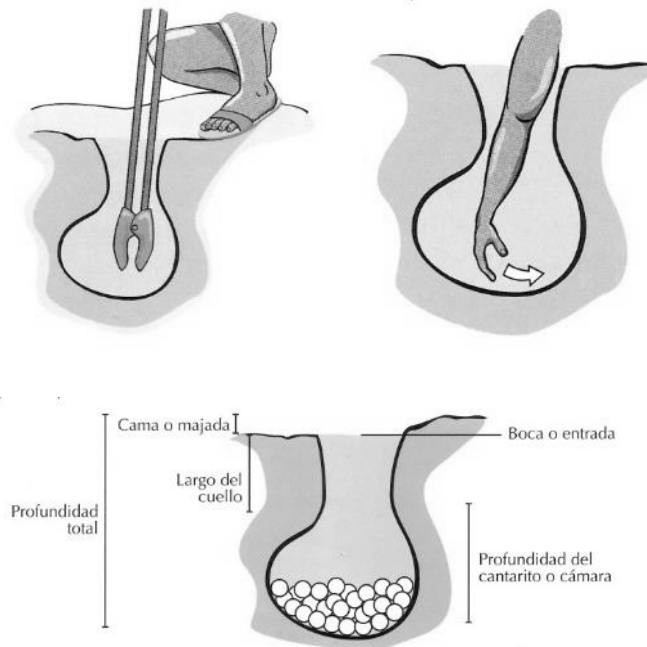


Figura 13. Método para construir el nido en el vivero (Sarti et al 2006).

Diez días antes de la fecha de eclosión se colocó un cerco de malla criba alrededor del nido insertado, con la finalidad de darle estabilidad y retener las crías durante la eclosión para la contabilización y protección contra depredadores (Figura 14). Se midió la temperatura de cada nido dentro del vivero (Figura 15).

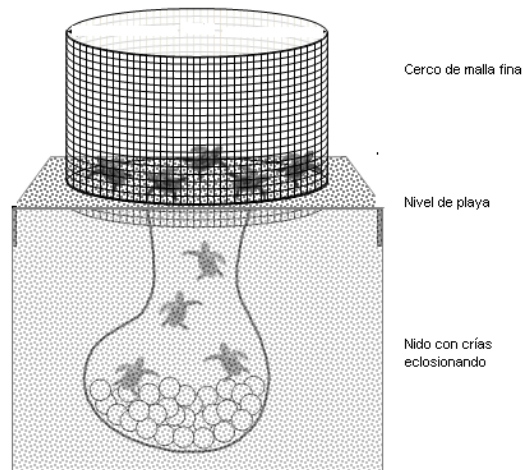


Figura 14. Cerco para el conteo de crías emergidas (NOM-162-SEMARNAT-2012)



Figura 15. Medición de temperatura en el vivero de incubación de nidos de tortuga marina.

Revisión y limpieza de nidos de vivero

El proceso de limpieza de nido se realizó tres días después de que la primera cría eclosionó. Se excavaron cuidadosamente los nidos para buscar más crías y se procedió con la exhumación. Durante el proceso se retiraron cuidadosamente todas las cáscaras y los huevos no eclosionados, anotando el número de huevos con y sin desarrollo embrionario, además de crías vivas y muertas (Figura 16).



Figura 16. Revisión de un nido de tortuga golfina
Con separación de huevos eclosionados y no eclosionados.

Temperatura

Dentro de 6 nidos, se sembraron sensores de temperatura HOBO® Pendant UA-001-08 (Onset®; tamaño: 5.0cm x 3.0cm x 2.4cm máx. Fig. 17), con el fin de estimar la proporción de sexos cuando eclosionaron las crías. Los sensores fueron colocados en el centro de la cámara del nido como si fueran un huevo (Figura 17), y se tomaron datos exactos de temperatura en el centro del nido. La lectura de la temperatura fue cada hora durante el periodo de incubación.



Figura 17. Sensor de temperatura dentro de un nido de tortuga.

Liberación de crías de tortuga

Durante una eclosión nocturna se procedió a la liberación inmediatamente de las crías, mientras que las crías eclosionadas durante el día fueron guardados en un recipiente con de una capa de arena húmeda. El recipiente fue colocado en un lugar oscuro y fresco hasta la liberación de las crías (Figura 18) en el atardecer o noche del mismo día de eclosión. Así reduciendo la depredación por aves costeras y la alta temperatura de la arena durante el día asegurando el mayor reclutamiento de tortugas a la población.

Para la liberación, se dejó a las crías caminar por la arena de la playa húmeda, y entrar al mar sin intervención alguna. Para reducir una acumulación de depredadores se cambió el sitio de liberación de las crías, siempre dentro del sitio del proyecto.



Figura 18. Liberación de neonatos de tortuga golfina después de un actividad de educación ambiental sobre el ciclo de vida de la tortuga

RESULTADOS

1. Monitoreos de tortugas en las playas de Litibú.

Anidación

El total de nidos protegidos de tortuga marina durante el periodo de estudio fue de 238 (Cuadro 3). El mes de más alta anidación se presentó en septiembre (80 nidos) (Figura 19). La zona con más alta anidación fue cerca de la boca del arroyo Marinal (Figura 20).

Cuadro 3. Resultados de anidación de tortuga marina en el periodo de monitoreo.

Nidos	julio	agosto	septiembre	octubre	Total
Protegidos	15	79	80	64	238
Robados	5	6	8	6	25
Arqueos (falsos)	4	3	2	9	18
Total actividad	24	88	90	79	281
Total de anidación	20	85	88	70	263

Cuadro 4. Resultados de anidación de tortuga marina en el periodo de monitoreo.

Protegidos	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total
Nidos	15	79	80	64	238
Huevos	1528	7396	7389	7389	23702

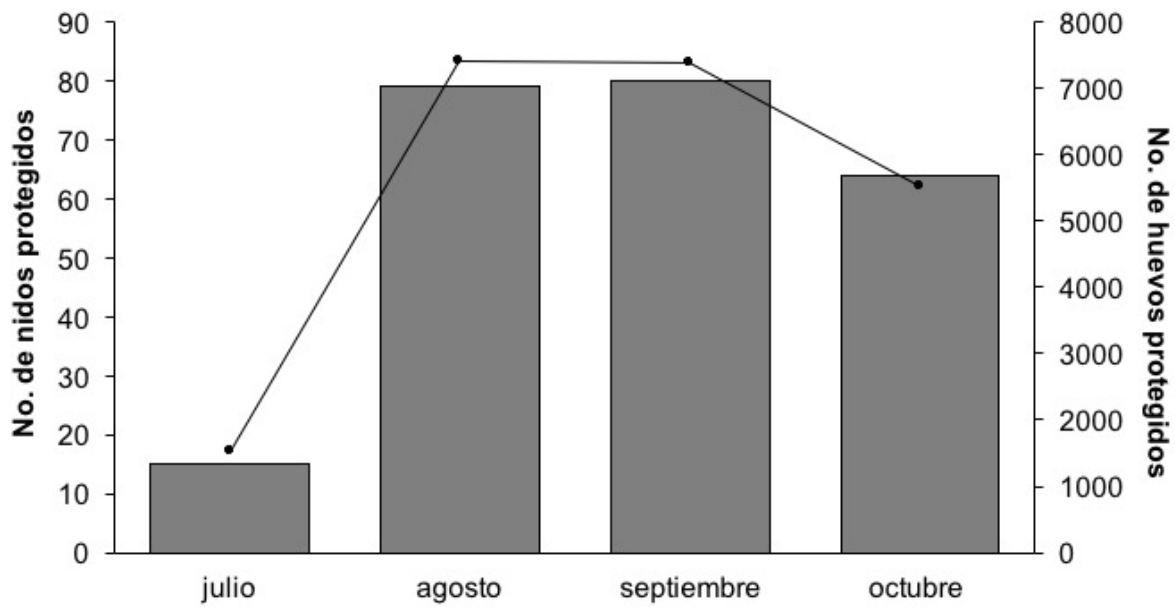


Figura 19. Total de nidos y huevos protegidos por mes

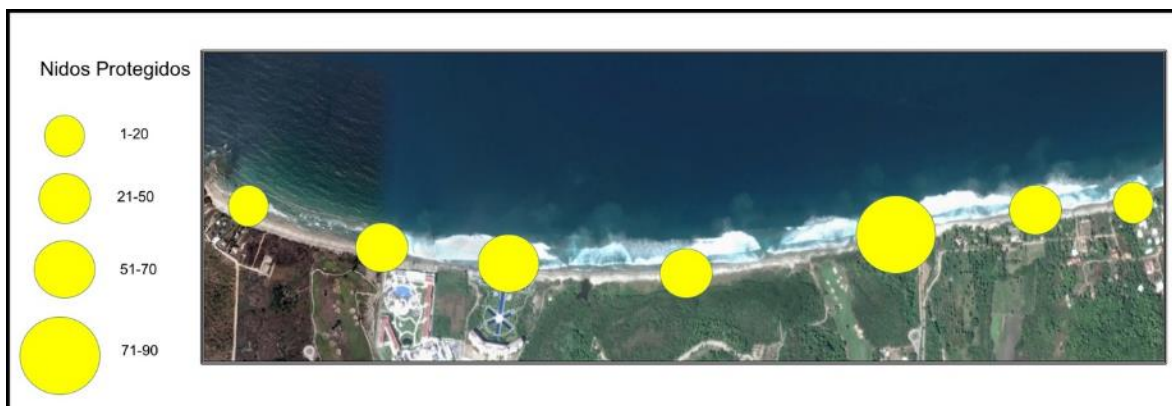


Figura 20. Distribucion espacial y sitio de colecta de nidos protegidos

Fase lunar

La anidación más abundante se presentó durante el cuarto menguante lunar, y se registró el 34% de la anidación total (Figura 21). Estadísticamente, no se observó una relación significativa entre fase lunar y anidación (Figura 22).

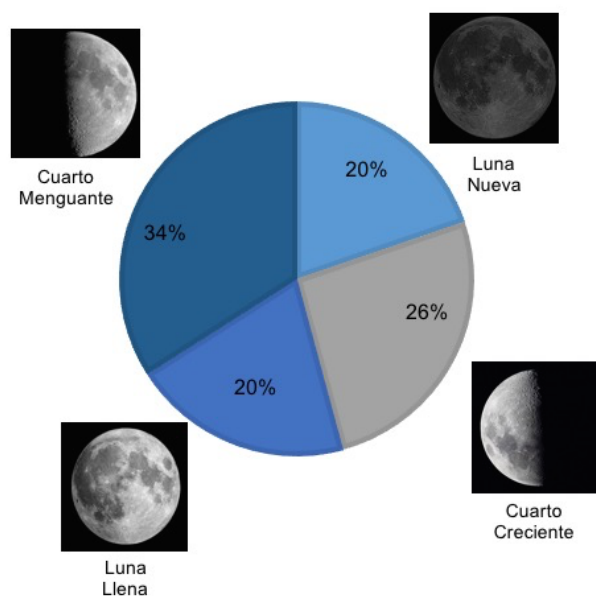


Figura 21. Porcentaje de anidación de tortuga marina por efecto de fase lunar.

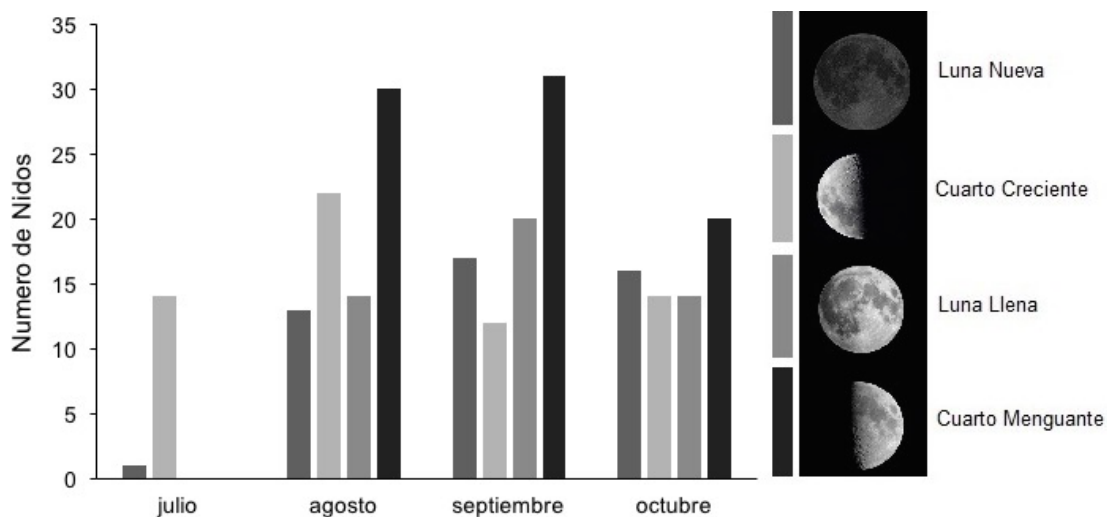


Figura 22. Distribución temporal de anidación de tortuga marina con referencia a la fase lunar.

Anidación por temporada

Durante el presente estudio, se registró una menor cantidad de anidación (n=263) comparado con las 2 temporadas previas (Cuadro 5, Figura 23), sin embargo, los datos solo representan las anidaciones hasta el 31 de octubre 2015.

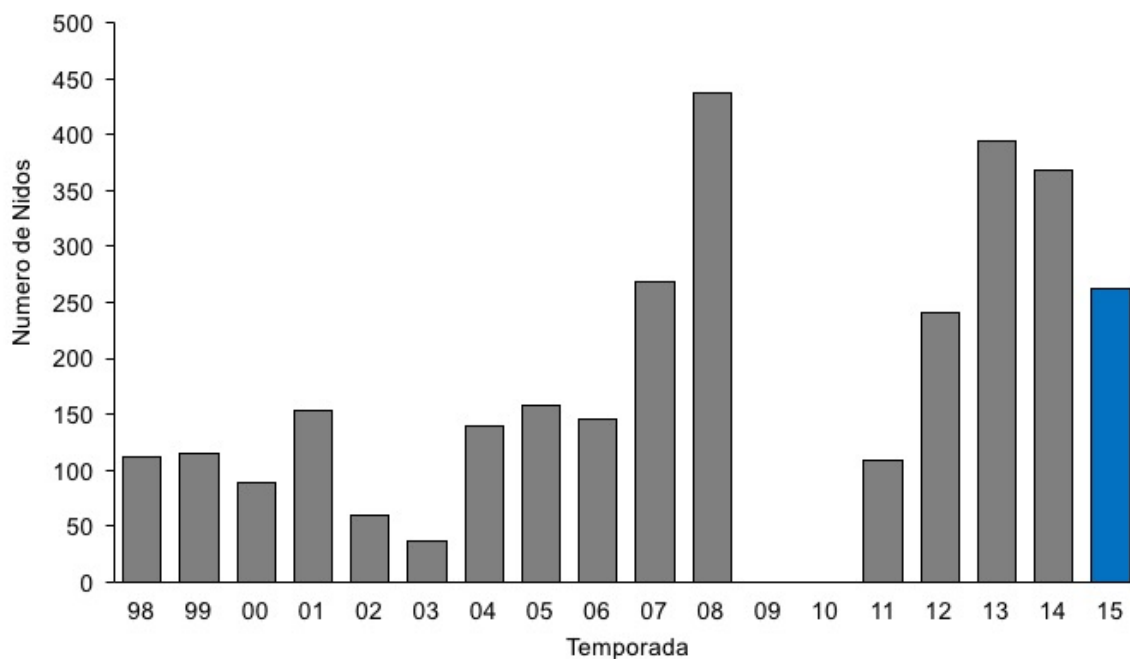


Figura 23. Anidación registrada en la playa de Litibú durante las últimas 18* temporadas.
**No se cuenta con resultados de anidación durante las temporadas de 2009 y 2010.*

Cuadro 5. Resultados de algunos proyectos de conservación de tortugas marinas en playas de Nayarit y Jalisco durante las últimas 15 temporadas

Playa	Temporada															Bibliografía	
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14		15
El Naranjo	229	196	198	93	121	148	267	181	240	236	243	130	260	240	280	390	Hart et al. 2014 GEN A.C.
Puerto Vallarta	380	275	565	585	652	732	1164	1207	1186	861	1080	1123	784	616	810	672	Oscar Arand 2011; Hart. 2015
San Francisco	388	416	267	285	306	310	494	656	666	1027	753	917	1386	1114			Frank Smith 2014
Litibu	88	153	60	36	140	158	145	268	438			108	241	394	369	263	ITBB 2010

* Datos de 2015 hasta el día 31 de octubre.

Éxito de eclosión de nidos protegidos

El éxito de eclosión registrado fue 77.6%, y representa 6282 crías liberadas al mar, 916 crías muertas y 6539 huevos sin eclosión (Figura 24). El mes con más eclosión fue Octubre con 4600 crías liberadas al mar (Cuadro 6, Figura 25).

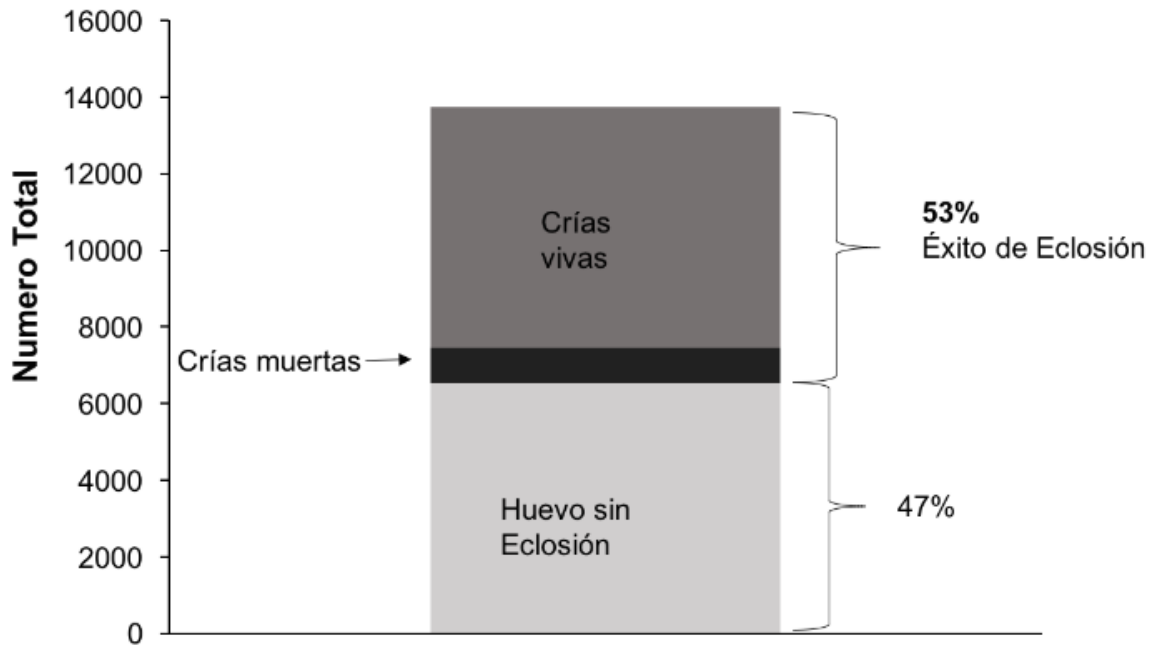


Figura 24. Total de crías muertas. (negro), crías vivas (gris oscuro) y huevos sin eclosión (gris claro).

Cuadro 6. Resultados de la incubación de nidos de *L. olivacea* en los viveros de Campamento Tortuguero Careyeros 2015

Resultados	Septiembre	Octubre	Totales
Nidos eclosionados	56	89	145
Numero de huevos	5332	16488	21820
Crías Vivas	1682	4600	6282
Crías Muertas	149	767	916
Huevos no Eclosionados	3521	3018	6539

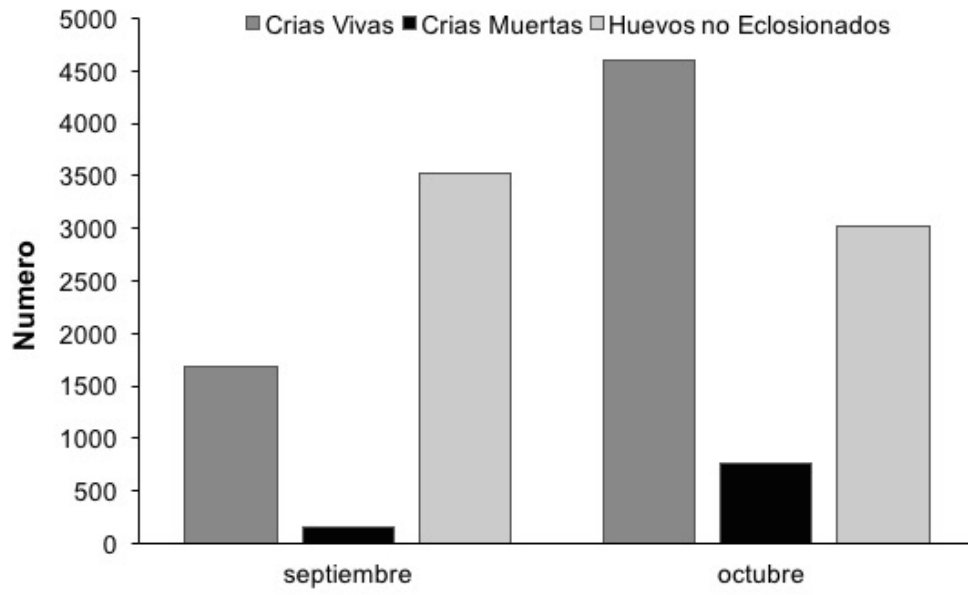


Figura 25. Numero de crías liberados, muertas y huevos no eclosionados por mes hasta el 31 de octubre 2015.

Temperatura de incubación

Las siguientes graficas muestran las temperaturas tomados por los sensores de temperatura HOBO. La Figura 26 representa temperaturas tomadas en el vivero desde junio a septiembre 2015.

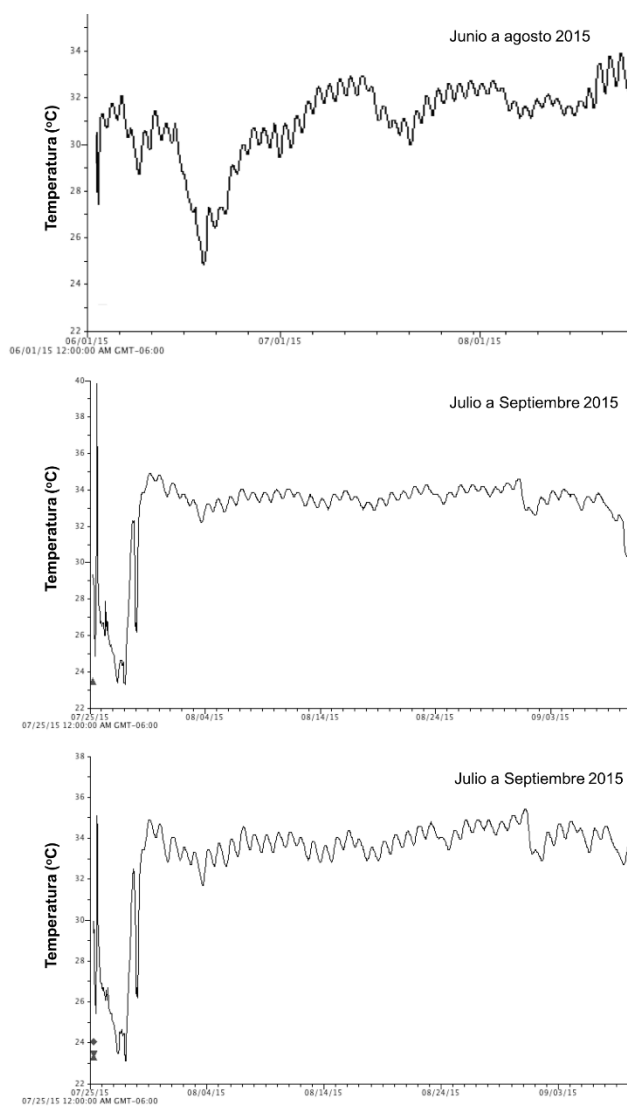


Figura 26. Perfiles de temperatura en nidos de *L. olivacea* incubados en el vivero de Litibú 2015

Problemática

Durante Septiembre y Octubre, el éxito de eclosión/sobrevivencia en el vivero de Litibú fue afectada por la depredación de nidos por tlacuaches. Después de intentar alejar los animales a través del aumento de la vigilancia del vivero (visitas por los técnicos del campamento seguridad de Hotel La Tranquila) y mejorar la cerca de protección, fue necesario utilizar trampas (Fig. 28) para capturar los depredadores y liberarlos en un hábitat adecuado lejos del vivero.

2. Campañas de limpieza en las playas y el estero de Litibú.

Se realizaron actividades de preparación para la temporada de anidación de tortuga marina. Se realizaron reuniones del personal técnico, biólogos y trabajadores comunitarios para la planeación de las actividades.

Se realizaron los mantenimientos preventivos a los vehículos como camionetas y cuatrimotos a utilizar durante los monitoreos de playa, así como la delimitación y excavación del área para la construcción de un nuevo vivero de incubación de nidos de tortuga marina para el área de Litibú (Figura 27), a un costado del Hotel La Tranquila.



Figura 27. Preparación de terreno y colocación de estructura para el nuevo vivero de incubación de nidos de tortuga marina en Litibú.

Durante este periodo se iniciaron las actividades de limpieza de playas de Litibú conforme a lo planeado y acorde al cronograma de actividades.

Se dividió la playa Litibú en 28 transectos con el fin de mantener la limpieza de forma ordenada y por equipos de trabajo, los cuales eran constantemente rotados.

Se realizó la primera limpieza de playas los días 06 y 07 de junio en la zona de mangle de la playa Litibú. Posteriormente, los días 13, 21 y 27 de junio se realizaron actividades de limpieza de playa en Litibú (Figura 29).

En el mes de Julio, la limpieza se realizó el día 06 del mes en la zona de mangle de la playa Litibú. Posteriormente, los días 18 y 27 se realizaron en playa en Litibú (Figura 30).

En los meses de Agosto (Figura 31) y Septiembre (Figura 32) se realizaron las actividades de limpieza de playas de Litibú conforme a lo planeado y acorde al cronograma de actividades. Estas actividades se realizaron con el apoyo de personal del campamento y voluntarios como estudiantes y miembros de las comunidades aledañas a Litibú, lo que contribuye a la divulgación de la importancia de mantener limpia las playas y su relación con la conservación de las tortugas marinas.

La basura más común en la playa eran desechos urbanos principalmente (Cuadro 7)

Cuadro 7. Tipo de contaminantes colectados durante las actividades de limpieza

Tipo de contaminación	Piezas Macro (n)	Promedio # de piezas de Macro por Transecto	Densidad promedio de macro (piezas/m²)
Plástico	267	89	1.82
Metal	19	6.3	0.12
Madera ¹	18	6	0.12
Tela	19	6.3	0.15
Caucho	8	2.6	0.04
Vidrio	17	5.6	0.11

¹La categoría "Madera" incluye papel y cartón

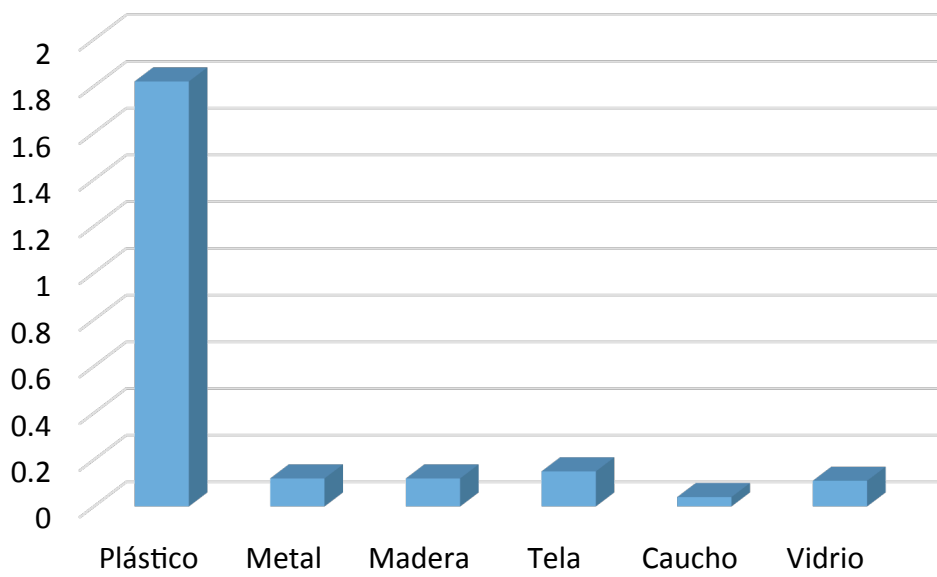


Figura 28. Densidad promedio de diferentes tipos de contaminante



Figura 29. Limpieza de playa y manglar en Litibú en el mes de Junio



Figura 30. Limpieza de playa y manglar en Litibú en el mes de Julio.



Figura 31. Limpieza de playa y manglar en Litibú en el mes de Agosto



Figura 32. Limpieza de playa y manglar en Litibú en el mes de Septiembre

3. Actividades de educación ambiental, cultura de conservación y divulgación de la investigación para Litibú.

Como parte de esta actividad, se realizaron pláticas a pobladores locales y turistas nacionales y extranjeros que asistieron a las liberaciones públicas de crías de tortugas marinas en la Playa de Litibú.

Nos acompañaron diferentes escuelas para aprender sobre las tortugas marinas en el vivero de incubación de Litibú.

En total se impartieron 80 eventos de educación ambiental y se contó con la asistencia de 1700 personas locales y visitantes (Cuadro 8)

Cuadro 8. Educación ambiental en Playa Litibú

Tipo de Actividad	Número de eventos	Número de Personas
Seminario de Investigación	2	200
Capacitaciones	3	60
Platica con liberación*	80	1700

Se dio radiofusión de las actividades de limpieza y educación ambiental a través del programa "las voces del Salado", y se impartieron pláticas en escuelas de diferentes niveles educativos (Figura 33).



Figura 33. difusión de las actividades de educación ambiental



Figura 34. Educación ambiental y liberación de crías de tortugas marina en playa Litibú



Figura 35. Educación ambiental y liberación de crías de tortugas marina en playa Litibú

DISCUSIÓN

La cantidad de anidación fue favorable comparado con la mayoría de registros históricos para la playa Litibú. El número promedio de nidos registrados durante los últimos años son 188.3 nidos (mínimum: 36; máximum: 438). Comparando esta cifra con la anidación total durante la temporada 2015 (1 julio a 31 de octubre), la cual fue de 263 nidos, podemos mencionar que la anidación de tortuga marina fue más alta que el promedio histórico (Fig. 23). Aun así, debemos ser cuidadosos con la comparación directa de los datos históricos, por no conocer el esfuerzo de monitoreo aplicado durante los últimos 15 años. También tenemos que tomar en cuenta que este reporte solo incluye la anidación durante las fechas de 1 de julio a 31 de octubre 2015, y considerar que la temporada de anidación para *L. olivacea* en el Pacífico mexicano sigue hasta el mes de marzo (García et al. 2003).

Para comparar nuestros resultados con la anidación en otras zonas, es necesario de tomar en cuenta el número de kilómetros monitoreados en cada proyecto (Maldonado-Gasca y Hart 2011). Cuando comparamos la anidación por kilómetro de playa, las playas adentro de la Bahía de Banderas se destacan por tener una alta densidad de anidación. Por ejemplo, la playa de Nuevo Vallarta registra una densidad promedio de 141 nidos/km, mientras que la playa de Litibú, que ha tenido una densidad promedio de 39 nidos/km, y podemos compararla con playas como El Naranjo, Nayarit con 22 nidos/km. Esta temporada registramos una densidad de anidación por km de 83.575 (total de nidos protegidos y robados = 263/3.14 km).

En relación al éxito de eclosión, García et al (2003) presentó un éxito de eclosión *in situ* de 66% y en vivero de 59% de nidos de tortuga golfina en la Playa Cuixmala, Jalisco. En el presente estudio el éxito de eclosión fue bajo (53%) debido a que se presentaron problemáticas como inundaciones del vivero en agosto y depredación por tlacuaches en Octubre. Además los resultados de monitoreo de temperatura de incubación nos indica que en Agosto y Septiembre hubo temperaturas de hasta 35°C, lo cual da como resultado la mortalidad embrionario, pues la temperatura supera el límite de tolerancia termal (34°C) (Mrosovsky, 1994 y Ackerman 1997).

Sobre el efecto de la temperatura sobre el sexo de las crías, no se registraron temperaturas por debajo de la temperatura pivote, lo cual significa una mayor producción de hembras en el vivero de incubación durante el verano.

CONCLUSIONES

Este proyecto dio resultados exitosos en 5 vertientes:

- 1) Formación de recursos humanos e integración de la comunidad en la conservación de tortugas marinas en la playa de Litibú.
- 2) La instalación de un vivero de incubación de nidos de tortuga marina en la playa Litibú y compra de recursos materiales.
- 3) Protección de 238 nidos (hasta el 31 de octubre 2015) y liberación de 6282 crías de tortuga al ecosistema marina.
- 4) Capacitación de la población local y visitante sobre educación ambiental y conservación de tortugas marinas.
- 5) El desarrollo del apoyo comunitario para las acciones de limpieza y conservación de tortugas marinas

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda modificaciones al nuevo vivero para mejorar el drenaje y desviar el agua proveniente de los terrenos con desarrollo turístico en los terrenos superiores.
- 2) Se recomiendan estudios de la vida silvestre en el área del estero Litibú, para conocer más sobre el lugar y poder incluir el tema en los trabajos de educación ambiental.

REFERENCIAS

- Abreu-Grobois, A & Plotkin, P. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group) 2008. *Lepidochelys olivacea*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>.
- Ackerman RA (1997) The nest environment and the embryonic development of sea turtles. In The biology of sea turtles p83-106
- Aguirre AA, Gardner SC, Marsh JC, Delgado SG, Limpus CJ, Nichols WJ (2006) Hazards associated with the consumption of sea turtle meat and eggs: A review for health care workers and the general public. *EcoHealth* 3:141-153
- Alvarado-Diaz J and Delgado Trejo C (2003) Reproductive biology and current status of the black turtle in Michoacán, Mexico. Pages 69 in Proceedings of the 22nd Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, Miami, 2002.
- Alvarado-Díaz J, Delgado-Trejo C, Suazo-Ortuño I (2001) Evaluation of black turtle project in Michoacán, México. *Mar Turt Newsl* 92:4-7
- Awbrey FT, Leatherwood S, Mitchell ED, Rogers W (1984) Nesting green sea turtles (*Chelonia mydas*) on Isla Clarión, Islas Revillagigedos, Mexico. *Bull South Calif Acad Sci.* 83:69-75
- Bailey H, Benson SR, Shillinger GL, Bograd SJ, Dutton PH, Eckert SA, Morreale SJ, Paladino FV, Eguchi T, Foley DG, Block BA, Piedra R, Hitipeuw C, Tapilatu RF, Spotila JR (2012) Identification of distinct movement patterns in Pacific leatherback turtle populations influenced by ocean conditions. *EcolAppl* 22:735-747
- Baum JK, Myers RA, Kehler DG, Worm B, Harley SJ, Doherty PA (2003) Collapse and Conservation of Shark Populations in the Northwest Atlantic. *Science* 299: 389-392
- Beggs JA, Horrocks JA, Krueger BH (2007) Increase in hawksbill sea turtle *Eretmochelys imbricata* nesting in Barbados, West Indies. *EndagSpecRes* 3:159-168
- Benson SR, Eguchi T, Foley D, Forney KA, Bailey H, Hitipeuw C, Samber B, Tapilatu R, Rei V, Ramohia P, Pita J, Dutton PH (2011) Large-scale movements and high use areas of western Pacific leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*. *Ecosphere* 2:art84.
- Bernardo J, Plotkin PT (2007) An evolutionary perspective on the Arribada phenomenon and reproductive behavioral polymorphism of olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*). In: P.T. Plotkin (ed.), *Biology and Conservation of Ridley Sea Turtles*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Bjorndal KA, Bolten AB (2010) Hawksbill sea turtles in seagrass pastures: success in a peripheral habitat. *MarBiol* 157:135-145
- Bjorndal, K. A. & Bolten, A. B. 2010 Hawksbill sea turtles in seagrass pastures: success in a peripheral habitat. *Mar. Biol.* 157, 135-145. (doi:10.1007/S00227-009-1304-0)

- Blanco GS, Morreale SJ, Bailey H, Seminoff JA, Paladino FV, Spotila JR (2012) Post-nesting movements and feeding grounds of a resident East Pacific green turtle *Chelonia mydas* population from Costa Rica. *EndangSpecRes* 18:233-245

- Blanco GS, Morreale SJ, Vélez E, Piedra R, Montes WM, Paladino FV, Spotila JR (2012) Reproductive output and ultrasonography of an endangered population of East Pacific green turtles. *J Wildl Manag* 76: 841–846
- Blumenthal JM, Austin TJ, Bell CDL, Bothwell JB, Broderick AC, Ebanks-Petrie G, Gibb JA, Luke KE, Olynik JR, Orr MF, Solomon JL, Godley BJ (2009) Ecology of hawksbill turtles, *Eretmochelys imbricata*, on a western Caribbean foraging ground. *ChelonConservBiol* 8:1-10
- Blumenthal JM, Austin TJ, Bothwell JB, Broderick AC, Ebanks-Petrie G, Olynik JR, Orr MF, Solomon JL, Witt MJ, Godley BJ (2009) Diving behavior and movements of juvenile hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* on a Caribbean coral reef. *CoralReefs* 28:55-65
- Bouchard SS, Bjorndal KA (2000) Sea turtles as biological transporters of nutrients and energy from marine to terrestrial ecosystems. *Ecology* 81:2305-2313
- Bowen BW, Karl SA (1997) Population genetics, phylogeography, and molecular evolution. In *The biology of sea turtles* p29-50

- Bowen BW, Meylan AB, Ross JP, Limpus CJ, Balazs GH, Avise JC (1992) Global population structure and natural history of the green turtle (*Chelonia mydas*) in terms of matriarchal phylogeny. *Evolution* 46:865-881

- Brooks LB, Harvey JT, Nichols WJ (2009) Tidal movements of East Pacific green turtle *Chelonia mydas* at a foraging area in Baja California Sur, México. *Mar Ecol Prog Ser* 386:263-274
- Byles R, Alvarado J, Rostal D (1995) Preliminary analysis of post-nesting movements of the Black Turtle (*Chelonia agassizi*) from Michoacán, México. Pp. 12-13 *In* Richardson, J.L., and T.H. Richardson (Comps.). *Proceedings of the Twelfth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation* NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-361
- Cliffton K, Cornejo DO, Felger RS (1982) Sea turtles of the Pacific coast of Mexico. In *Biology and Conservation of Sea Turtles* (ed. K.A. Bjorndal), pp. 199–209. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, USA.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. Fichas de especies prioritarias. Tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.
- Cornelius SE (1982) Status of sea turtles along the Pacific coast of Middle America. In: Bjorndal KA (ed) *Biology and conservation of sea turtles*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, p 211–219
- Eguchi T, Gerrodette T, Pitman RL, Seminoff JA, Dutton PH (2007) At-sea density and abundance estimates of the olive ridley turtle *Lepidochelys olivacea* in the eastern tropical Pacific. *EndangSpecRes* 3:191-203
- Frazier, J.G. 2010. The turtles' tale: flagships and instruments for marine research, education, and conservation. pp. 241-246. *In*: *Proceedings of the Smithsonian Marine Science Symposium*.
- Gaos AR, Abreu-Grobois FA, Alfaro-Shigueto J, Amorocho D, Arauz R, Baquero A, Briseno R, Chacon D, Duenas C, Hasbun C, Liles M, Mariona G, Muccio C, Munoz JP, Nichols WJ, Pena M, Seminoff JA, Vasquez M, Urteada J, Wallace B, Yanez IL, Zarate P (2010) Signs of hope in the

- eastern Pacific: international collaboration reveals encouraging status for the severely depleted population of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata*. *Oryx* 44:595-601
- Gaos AR, Urteaga (2010) New conservation project for hawksbill turtles in Estero Padre Ramos Natural Reserve, Nicaragua. *Oryx*, 44(3), 321-327
 - Gaos et al. (2008) Memorias: Primer Taller sobre la Tortuga Carey en el Pacifico Oriental 15-17 julio del 2008, Los Cóbanos, El Salvador
 - Garcia A, Ceballos G, Adaya R (2003) Intensive beach management as an improved sea turtle conservation strategy in Mexico. *BiolConserv* 111:253-261
 - Gardner SC, Nichols WJ (2001) Assessment of sea turtle mortality rates in the Bahia Magdalena region, BCS, Mexico. *Chelonian Conserv. Biol.* 4:197-199

 - Green D (1984) Long-Distance Movements of Galapagos Green Turtles. *J Herpetol* 18: 2:121-130

 - Groombridge B, Luxmoore R (1989) The green turtle and hawksbill (Reptilia: Cheloniidae): world status, exploitation and trade. CITES Secretariat, Lausanne
 - Hart, C.E., C.P. Ley-Quiñonez, A. Maldonado-Gasca, A.A. Zavala-Norzagaray, F.A. Abreu-Grobois. 2014. Nesting characteristics of Olive Ridley Turtles (*Lepidochelys olivacea*) on El Naranja beach, Nayarit, Mexico. *Herpetological Conservation and Biology* 9(2):524-534
 - Hart, C.E., G.S. Blanco, M.S. Coyne, C. Delgado-Trejo, B.J. Godley, T.T. Jones, A. Resendiz, J.A. Seminoff, M.J. Witt, W.J. Nichols. 2015. Multinational tagging efforts illustrate regional scale of distribution and threats for East Pacific green turtles (*Chelonia mydas agassizii*). *PLoS ONE* 10(2):e0116225. doi:10.1371/journal.pone.0116225.
 - Hannan LB, Roth JD, Ehrhart LM, Weishampel JF (2007) Dune vegetation fertilization by nesting sea turtles. *Ecology* 88:1053-1058
 - Hasbun CR, Vasquez M, Urteaga J, Seminoff JA (2011) Shifting the life-history paradigm: discovery of novel habitat use by hawksbill turtles. *Biol. Lett.* 10.1098/rsbl.2011.0603
 - Hasbún CR, VásquezM(1999) Sea turtles of El Salvador. *Mar Turtle Newsl* 85:7-9
 - Hasbun, C. R., Vasquez, M. & Leo' n, M. 1998 Unusual record of a juvenile sea turtle in a mangrove estuary, El Salvador. *Mar. Turtle Newsl.* 81, 10.
 - Houghton JDR, Doyle TK, Davenport J, Hays GC (2006) Jellyfish aggregations and leatherback turtle foraging patterns in a temperate coastal environment. *Ecology* 87:1967-1972
 - Hueter R, Cailliet G, Musick J, Burgess G (2007) Highly migratory shark fisheries research by the National Shark Research Consortium, 2002-2007. *NSRC.* 91-122.
 - IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007) Climate change 2007: summary for policy makers. Synthesis Report. IPCC, Valencia, p 22
 - Juarez-Ceron JA, Sarti-Martinez AL, Dutton PH (2002) First study of the green/black turtles of the Revillagigedo Archipelago: a unique nesting stock in the Eastern Pacific. In: J.A. Seminoff (Ed). *Proceedings of the 22nd Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC- 503:70.
 - Kalb HJ (1999) Behavior and physiology of solitary and arribada nesting olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*) during the internesting period. Ph.D. dissertation, Texas A&M University, College Station, TX
 - Karl SA & Bowen BW (1999) Evolutionary significant units versus geopolitical taxonomy: molecular systematics of an endangered sea turtle (genus *Chelonia*). *Conserv Biol* 13:990-999

- Koch, V., W.J. Nichols, H. Peckham y V. de la Tobae. 2006. Estimates of sea turtle mortality from poaching and bycatch in Bahia Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Biological Conservation*, 28:327-334.
- Liles MJ, Jandres MV, López WA, Mariona GI, Hasbún CR, Seminoff JA (2011) Hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* in El Salvador: nesting distribution and mortality at the largest remaining nesting aggregation in the eastern Pacific Ocean. *EndangSpecRes* 14:23-30
- Lopez-Castro MC, Carmona R, Nichols WJ (2004) Nesting characteristics of the olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Cabo Pulmo, southern Baja California. *MarBiol* 145:811-820
- Lopez-Castro MC, Rochas-Olivares A (2005) The panmixia paradigm of eastern Pacific olive ridley turtles revised: consequences for their conservation and evolutionary biology. *MolEcol* 14:3325-3334
- Lopez-Mendilaharsu M, Gardener S, Riosmensa-Rodriguez R, Seminoff J (2008) Diet selection by immature green turtles (*Chelonia mydas*) at Bahia Magdalena foraging ground in the Pacific Coast of the Baja California Peninsula, Mexico. *J Mar Biol Ass UK* 88:3:641-647
- Magnino S, Colin P, Dei-Cas E, Madsen M, McLauchlin J, Nockler K, Maradona MP, Tsigarida E, Vanopdenbosch E, Van Peteghem C (2009) Biological risks associated with consumption of reptile products. *IntJFoodMicrobiol* 134:163-175
- Maldonado-Gasca y Hart 2011. Sea turtle conservation in the Riviera Nayarit, Mexico: a literature review IN: Proceedings of the 31st International Sea Turtle Symposium. NOAA Technical Memorandum.
- Márquez, MR, 1990. FAO species catalogue: sea turtles of the world. An Annotated and Illustrated Catalogue of Sea Turtle Species Known to Date. Rome, FAO. FAO Species Synopsis No. 125, Vol. 11.
- Mortimer, J.A., y M. Donnelly. 2007. Marine Turtle Specialist Group 2007 IUCN Red List status assessment, hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*).
- Mrosovsky N y Pieau C (1991) Transitional range of temperature, pivotal temperatures and thermosensitive stages of sex determination in reptiles. *ActaBoreala* 12:169-179
- Mrosovsky, N., 1994. Sex ratio of sea turtles. *J. Exp. Zool.* 270, 16-27.
- Nichols WJ (2003) Biology and conservation of sea turtles in Baja California, Mexico. PhD Thesis University of Arizona 488pp
- Plotkin, P.T. 2007. Biology and Conservation of Ridley Sea Turtles. Johns Hopkins University Press, Estados Unidos. 356 pp.
- Polovina JJ, Balazs GH, Howell EA, Parker DM, Seki MP, Dutton PH (2004) Forage and migration habitat of loggerhead (*Caretta caretta*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles in the central North Pacific Ocean. *FishOceanogr* 13:36-51
- Pritchard PCH (1982) Nesting of the leatherback turtle, *Dermochelys coriacea* in Pacific Mexico, with a new estimate of the world population status. *Copeia* 1982:741-747
- Pritchard PCH (1999) Status of the black turtle. *ConservBiol* 13:1000-1003
- PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-162-SEMARNAT-2011, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. DOF: Jueves 9 de febrero de 2012.
- Purcell JE, Uye S, Lo W-T (2007) Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *MarEcolProgSer* 350:153-174
- Raygadas-Torres BS, Delgado-Trejo C (2008) Estado de conservación de la población de Tortuga negra (*Chelonia agassizii*) en Michoacán. Tesis. Universidad Michoacána de San Nicolas de Hidalgo. Mexico

- Saba VS, Shillinger GL, Swithenbank AM, Block BA, Spotila JR, Musick JA, Paladino FV (2008) An oceanographic context for the foraging ecology of eastern Pacific leatherback turtles: Consequences of ENSO. *DeepSeaResPartI* 55:646-660
- Sarti, L., P. Huerta, D. Vasconcelos, E. Ocampo, A. Tavera & M. A. Angeles, 2006. Manual de técnicas de protección de tortugas marinas. Katzari-IFAW-WWF. México. 14 p.

- Sarti-Martinez L, Barragan AR, Munoz DG, Garcia N, Huerta P, Vargas F (2007) Conservation and biology of the leatherback turtle in the Mexican Pacific. *ChelonConservBiol* 6:70-78
- Seminoff JA, Alvarado J, Delgado C, Lopez JL, Hoeffler G (2002) First direct evidence of migration by an East Pacific green sea turtle from Michoacán, México, to a foraging ground on the Sonoran Coast of the Gulf of California. *Southwestern Naturalist* 47:314-316
- Seminoff JA, Nichols WJ, Resendiz A, Brooks L (2003) Occurrence of Hawksbill Turtles, *Eretmochelys imbricata* (Reptilia: Cheloniidae), near the Baja California Peninsula, Mexico. *PacificSci* 57:9-16
- Seminoff JA, Zarate P, Coyne M, Foley DG, Parker D, Lyon BN, Dutton PH (2008) Post-nesting migrations of Galapagos green turtles *Chelonia mydas* in relation to oceanographic conditions: integrating satellite telemetry with remotely sensed ocean data. *Endang Species Res* 4:57-72
- Senko J, Nichols WJ, Ross JP, Willcox A (2009) To Eat or not to Eat an Endangered Species: Views of Local Residents and Physicians on the Safety of Sea Turtle Consumption in Northwestern Mexico. *EcoHealth* 6:584-595
- Shillinger GL, Swithenbank AM, Bailey H, Bograd SJ, Castelton MR, Wallace BP, Spotila JR, Paladino FV, Piedra R, Block BA (2011) Vertical and horizontal habitat preferences of post-nesting leatherback turtles in the South Pacific Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 422:275-289.
- Simeon, R. 1977. Diccionario de la lengua Náhuatl o mexicana. Siglo Veintiuno, México. 783 pp.
- Spotila JR, Dunham AE, Leslie AJ, Steyermark AC, Plotkin PT, Paladino FV (1996) Worldwide population decline of *Dermochelys coriacea*: are leatherback turtles going extinct? *Chelonian Conservation and Biology* 2(2):209-222
- Valverde, R.A., Wingard, S., Gomez, F., Tordoir, M.T., Orrego, C.M. (2010). Field lethal incubation temperature of olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* embryos at a mass nesting rookery. *Engangered Species Research*. 12:77-86
- Vidal-Zepeda, R. 2005. Las regiones climáticas de México 1.2.2. México, D.F.: UNAM, Instituto de Geografía.
- Wallace BP, Saba VS (2009) Environmental and anthropogenic impacts on intra-specific variation in leatherback turtles: opportunities for targeted research and conservation. *Endang Spec Res* 7:11-21

- Wibbles, Rostal, Byles. 1998. High pivotal temperature in the sex determination of the olive ridley sea turtle, *Lepidochelys olivacea*, from Playa Nancite, Costa Rica. *Copeia* 1998: 1086-1088.

- Witzell WN (1983) Synopsis of biological data on the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766). Fisheries Synopsis 137. Food and Agriculture Organization, Rome

- Yañez, I. L., A. R. Gaos y R.M. Arauz. 2006. Manual de Protocolo, Playa Caletas, Costa Rica. Programa Restauración de Tortugas Marinas (PRETOMA).
- Zarate P, Fernie A, Dutton P (2002) First results of the East Pacific green turtle, *Chelonia mydas*, nesting population assessment in the Galapagos Islands. In: Proceedings of the 22nd Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, Miami FL 70-73