BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

Estimación del tamaño de la población de hembras de tortuga verde (*Chelonia mydas* Linnaeus, 1758), en el Campamento Tortuguero Santander, municipio Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, Veracruz.

Tesis que para obtener el título de

BIÓLOGA

PRESENTA:

Merino Sánchez Andrea

DIRECTOR DE TESIS:

M. en C. Salvador Guzmán Guzmán

JUNIO, 2015

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.”

Mahatma Gandhi

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermana, por su apoyo incondicional en todos los proyectos, ideas y sueños que he tenido, gracias por confiar en mí, por guiarme por el camino correcto, los regaños y momentos felices compartidos, por enseñarme que con esfuerzo todo se puede lograr, son parte fundamental de mi vida y sin ustedes no habría podido llegar a este logro.

Al M. en C. Salvador Guzmán Guzmán, por aceptar ser mi asesor de investigación, por la experiencia y aportaciones que han enriquecido este trabajo. Por su paciencia y disposición a lo largo de este tiempo.

A la M. en C. Guadalupe Gutiérrez Mayen y al M. en C. Carlos Alberto Hernández Jiménez por sus revisiones, así como las aportaciones sustanciales y apoyo en este escrito.

También quiero agradecer a todas las personas que forman parte del Campamento Tortuguero Santander por compartir conmigo su extraordinaria experiencia con las tortugas marinas, por enseñarme todo aquello que no viene en los libros, por su esfuerzo en cada recorrido, por las risas y los buenos momentos. Gracias por hacerme sentir parte del campamento, por toda su paciencia, cariño y hospitalidad durante mi estancia en Santander. Son parte fundamental de este trabajo y no sería lo mismo sin cada granito de arena aportado.

A mis amigos: Alma, por siempre compartir los momentos más felices y logros, por enseñarme que los sueños si se hacen realidad y que los verdaderos amigos existen. A Ángeles, Salomón y Miriam, por ser esos amigos incondicionales que siempre me han animado a seguir y a ser mejor cada día, por los increíbles ratos, por la paciencia y comprensión. Gracias a Nidia, por ser mi amiga y compañera durante mi estancia en el campamento, por pasar los mejores

momentos, por todas las risas, las desveladas, el trabajo, el apoyo, por compartir conmigo esta gran experiencia y ser parte de este trabajo.

Gracias a todas las personas que han contribuido de alguna manera para que yo pueda alcanzar una de mis metas y ser la persona que soy.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN 1

INTRODUCCIÓN 2

Estado de conservación de la tortuga verde (*Chelonia mydas)* en México 4

ANTECEDENTES 6

JUSTIFICACIÓN 12

OBJETIVOS 13

GENERAL 13

PARTICULARES 13

HIPÓTESIS 14

MATERIAL Y METODOS 15

Área de estudio 15

Tortuga verde (*Chelonia mydas*) 18

Diseño de muestreo 24

Colecta de datos 24

Técnicas de observación 25

Análisis de datos 28

RESULTADOS 31

Estimación del número de hembras anidadoras. 31

Estimación del número de nidadas inferidas 32

Índice de abundancia relativa 33

Densidad poblacional 36

Comparación de los diferentes métodos para estimar el tamaño de la población 39

DISCUSIÓN 40

CONCLUSIONES..... 44

RECOMENDACIONES 45

LITERATURA CITADA..... 46

ANEXOS 54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Veracruz con la ubicación geográfica del Campamento Tortuguero Santander, playas que comprende y limites naturales de la zona de protección (Quantum GIS 1.7.3)..... 16

Figura 2. Tortuga verde (*Chelonia mydas*). Rasgos morfológicos de la cabeza. pf = escamas prefrontales, po = escamas posorbitales, r = rhamphopheca (tomium es la superficie de la mordida (Pritchard y Mortimer, 2000). 18

Figura 3. Tortuga verde, visualización de los rasgos morfológicos de la cabeza. 19

Figura 4 . Rasgos morfológicos del carapacho y plastrón, escudos costales o laterales y vertebrales. (Pritchard y Mortimer, 2000). 19

Figura 5 . Tortuga verde (*Chelonia mydas)* coloración del carapacho en adultos.20

Figura 6. Tortuga verde (*Chelonia mydas)* anidando en el mes de Junio. 21

Figura 7. Ciclo de vida de las tortugas marinas (Viga, 2010) 23

Figura 8. Distribución espacial, estaciones cada 500 m de norte a sur (Chacon, 2008). 24

Figura 9. Proceso de un anidamiento exitoso de la tortuga caguama (Caretta caretta), con rastro de salida (A); arena esparcida o tirada hacía atrás de la huella de salida (B); cama secundaria, escapadura y arena dispersa alrededor (C); huella de retorno (D); marca de la línea de marea alta (E) (Tomado de Schroeder y Murphy, 2000). 26

Figura 10. (1) Ejemplos de rastros falsos (emergencias sin anidación) de la tortuga caguama (*Caretta caretta*), incluyen vagabundeo extensivo, sin cama ni excavación de nido (A); rastro en forma de U hasta la línea de marea alta (B);

marcas de gran perturbación en la arena, formación de cama y excavación poco profunda de la cámara para huevos, sin cubrir (C); marcas de emergencia muy tangibles con formación de cama y nido, este último sin cubrir (D); marcas en un sitio donde la longitud relativa de las huellas de emergencia y retorno son casi las mismas (E); marcas de la línea de marea alta (F).(Tomado de Schroeder y Murphy, 2000). (2) Rastro sin anidación exitosa de tortuga verde (*Chelonia mydas)*. 27

Figura 11. Distribución espacial (playas Santander y Santa Ana) de los índices de abundancia relativa observados. 33

Figura 12. Distribución temporal (meses) de los índices de abundancia relativa observados. 34

Figura 13. Distribución espacial (estaciones) con el número de nidos. 35

Figura 14. Coeficiente de detectabilidad. Se obtuvo mediante el programa Distance 6.0. Muestra la probabilidad de detección de los organismos en la distancia perpendicular de un transecto. 38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de nidos por mes durante la temporada 2013 en las playas de Santa Ana y Santander. 31

Tabla 2. Número de hembras anidadoras durante la temporada 2013 en las playas de Santa Ana y Santander. Frecuencia de puesta observada (FPO). 32

Tabla 3. Índices de abundancia en los puntos muestreados en cada playa y mes (Rastros s.a.e. = rastros sin anidación exitosa..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. Valores obtenidos de la combinación de los diferentes estimadores y términos de ajuste en el programa Distance 6.0 37

Tabla 5. Comparación de los diferentes métodos utilizados para la estimación de la abundancia y densidad poblacional de la tortuga verde (*Chelonia mydas).*Frecuencia de puesta observada (FPO)..... 39

RESUMEN

En los últimos años, las poblaciones de tortugas marinas se han visto afectadas principalmente por diferentes factores, encontrándose en declinación a niveles críticos al punto de la extinción. A la costa del estado de Veracruz llega a anidar la tortuga verde (*Chelonia mydas),* especie catalogada como en "peligro de extinción". Por lo que este trabajo tuvo el objetivo de estimar la abundancia relativa y densidad de la población de tortuga verde, en el Campamento Tortuguero Santander ubicado en la costa del centro del estado de Veracruz. La técnica de monitoreo utilizada fue la de censos terrestres. Se registró la cantidad de nidos, la distancia del nido/tortuga al transecto y el número de rastros sin anidación exitosa durante la temporada de anidación 2013. Se utilizó la frecuencia de puesta observada (FPO) como método indirecto. Los datos de la distancia del nido/tortuga al transecto se analizaron en el programa Distance 6.0 para obtener el mejor ajuste de probabilidad de detección y el valor de densidad. Se obtuvo la abundancia relativa y se realizó una prueba U de Mann-Whitney para comparar los puntos muestreados en el paquete estadístico GraphPad Prism 6, todo se realizó con una $p<0.05$. Se registraron un total de 548 rastros sin anidación exitosa y 876 nidos. Respecto a la FPO se obtuvo un total de 175.2-438 hembras. La abundancia relativa fue de 0.918 ind/año y no hubo diferencias entre los puntos muestreados. La densidad poblacional fue de 268.6 tortugas/km^2, la mayor probabilidad de detección es en los primeros 25 m. Los resultados obtenidos se atribuyen a que estos reptiles no anidan en años consecutivos y hay años con alta anidación y de poca anidación. La técnica de censos terrestres es eficiente, confiable y de bajo costo lo que permitirá obtener datos para mejorar las técnicas de protección de las tortugas marinas.

Palabras clave: Densidad, abundancia relativa, censos terrestres.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las poblaciones de las diferentes especies de tortugas marinas se encuentran en declinación, frecuentemente a niveles críticos (INE-SEMARNAT, 1999). Esta situación se debe a varios factores antropogénicos como la sobrepesca comercial, la captura incidental, la destrucción de hábitat y la contaminación de los mares. Se piensa que las de mayor impacto han sido la sobrepesca de hembras anidadoras (en las playas de anidación y rutas migratorias), saqueo de nidos y la captura incidental en redes de pesca industrial y artesanal de juveniles, subadultos y adultos en sus hábitats de desarrollo y alimentación (Seminoff, 2004; Eckert, 1995; Lutcavage et al., 1997).

Por consiguiente, estimar el tamaño de una población es fundamental puesto que ésta evaluación será esencial para la toma de decisiones sobre medidas de manejo y conservación de las tortuga marinas, siendo necesario además hacer un seguimiento regular de las poblaciones para poder determinar tendencias es decir, conocer si la población es estable, está aumentando, o está disminuyendo.

La manera más conveniente y confiable de estimar el número de tortugas en una población, es contando a las hembras reproductoras durante una temporada de anidación. Sin embargo, este aparentemente sencillo procedimiento tiene numerosos problemas de fondo (Gerrodette y Taylor, 2000). Por ejemplo el hecho de que en cada temporada de anidación la población reproductora se conforma por un conjunto único de individuos, éste puede ser un factor de variaciones rápidas y grandes de un año al siguiente y, de tendencias a largo plazo poco claras. Complicaciones ulteriores surgen cuando se trata de entender cuáles animales son parte de una misma población (Chaloupka y Musick, 1997).

Además de que la explotación antropogénica ha influido en la recopilación de datos, puesto que una gran cantidad de las playas en las cuales históricamente anidaba un gran número de hembras, han sido explotadas casi al punto de

extinción (Eckert, et al., 2000). En otros sitios, las playas son tan remotas, que dificultan realizar programas intensivos de marcaje y recaptura. En estos casos, generalmente se realizan conteos semanales (terrestres o aéreos) de huellas o rastros, los cuales pueden proporcionar información sobre las especies anidadoras, el número de nidos por temporada y posiblemente extrapolar el número de hembras que anidan (a partir del intervalo de reanidación) (Hirth, 1997; Eckert, et al., 2000). Aunado a lo anterior, las tortugas marinas tienen un ciclo de vida muy complejo, utilizan varios hábitats de desarrollo, realizan migraciones de miles de kilómetros entre las zonas de alimentación y las playas de desove, pueden vivir por muchos años y presentan una edad de madurez sexual tardía. Estas características hacen difícil su protección y las exponen a diversas presiones en una escala geográfica muy amplia (Chacón et al., 2008). La alta mortandad registrada en individuos antes de que puedan alcanzar la madurez sexual ha determinado en general que la investigación en tortugas marinas en zonas de alimentación y desarrollo, cobre una importancia crítica para su conservación (Alonso, 2007).

Éstos censos de poblaciones en las playas de anidación se han constituido en la herramienta de monitoreo más ampliamente utilizada por la comunidad de biólogos especialistas en tortugas marinas que trabajan en todo el ámbito global (Eckert, et al., 2000). Aunque es un porcentaje muy bajo de su ciclo, es un buen indicador del estado de las poblaciones.

En la actualidad participan 15 estados en la protección de nidos de las siete especies de tortuga marina que desovan en playas mexicanas, considerando como especie nueva a la tortuga prieta o negra (*Chelonia agassizi*, Bocourt, 1868), (García-Romero, et al., 2007).

Estado de conservación de la tortuga verde (*Chelonia mydas)* en México

Actualmente, las actividades de protección y conservación de tortugas marinas en México son realizadas por una gran diversidad de instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

La tortuga verde se encuentra catalogada dentro de la Norma Oficial Mexicana, NOM-059-ECOL-2010, como especie en “peligro de extinción”, con lo que se vuelve obligatoria la conservación y protección de esta especie así como del hábitat en el que vive.

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) la clasifica como en Peligro de Extinción (Seminoff, 2004). Además, ésta especie se encuentra en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres conocida como CITES, por lo que su comercio entre los países está prohibido (CITES, 2010).

En México, durante las décadas de 1950 a 1980, la captura y sacrificio de millones de tortugas, y el comercio de sus productos en forma ilegal, fue el principal factor que influyó en la disminución de las poblaciones tortugueras. En 1977, con el apoyo financiero del Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (World Wildlife Foundation) y del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (Fish and Wildlife Service), así como el Instituto Nacional de la Pesca, dieron inicio al Programa de Conservación de la Tortuga Marina en las playas de Colola y Maruata, en Michoacán, teniendo como objetivo primario la protección de nidos, crías y adultos de tortuga prieta; incluyendo, además, el marcaje de adultos. (García-Romero, et al., 2007) Sin embargo, las tendencias de las poblaciones de tortugas marinas continuaron descendiendo, por lo que la pesca comercial de estos quelonios concluyó en mayo de 1990 con el acuerdo de veda total y permanente para su protección (De la Torre, et. al., 2010).

A principios de los años ochenta, en México se implementaron Centros de Protección y Conservación de Tortugas Marinas, comúnmente conocidos como “campamentos tortugueros”, con el objetivo de proteger de la explotación a las hembras reproductoras, asegurar el éxito de anidación en playas y resguardar los nidos en éstos incubados (Cuevas, et.al., 2010).

En años recientes y debido a que las tortugas marinas están amenazadas por distintos factores es de gran prioridad recopilar información acerca del tamaño de poblaciones anidadoras de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en zonas de anidación conocidas; con el fin de desarrollar programas de conservación y promover la sobrevivencia de las poblaciones de tortugas a largo plazo.

La mayoría de los programas de conservación de tortugas marinas en el mundo están dirigidos a la protección de nidos y hembras anidadoras. Sin embargo, debido a las características de las tortugas es probable que estas prácticas de conservación no sean tan efectivas como se espera.

ANTECEDENTES

Actualmente existen siete especies de tortugas marinas en el mundo, organizadas en seis géneros y dos familias: Cheloniidae, la cual incluye a seis de las siete especies: *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880), *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), y *Natator depressus* (Garman, 1880), y Dermochelyidae que incluye sólo a una especie, *Dermochelys coriacea* (Vandelli 1761) (Frazier*,* 1999; Redsted *et al*., 2011). *Chelonia mydas agassizi* (Bocourt, 1868) es considerada como una especie independiente por algunos investigadores, sin embargo, trabajos publicados sobre su morfología, genética y composición bioquímica muestran resultados contradictorios, por lo que en este trabajo se le considera como parte de la especie *Chelonia mydas* (Meylan y Meylan, 1999). De las siete especies, seis llegan a costas mexicanas, con excepción de la tortuga australiana llamada tortuga plana o kikila (*Natator depressus*) (Alvarado y Delgado, 2005).

A la costa del Estado de Veracruz llegan solo cuatro especies de tortugas marinas durante la temporada de anidación, la tortuga verde (*Chelonia mydas)* y la tortuga lora (*Lepidochelys kempii)*, tortuga boba *(Caretta caretta)* y tortuga carey *(Eretmochelys imbricata),* sin embargo se ha registrado en algunos años que también llega a anidar la tortuga laúd o baula (*Dermochelys coriácea)*, como sucedió en la temporada 2013 en el Campamento Tortuguero Santander.

En diversas regiones del planeta se han realizado investigaciones con diferentes métodos y técnicas que permitan estimar diversos aspectos poblacionales de tortugas marinas como el de Peñaloza en el 2000, quien realizó un análisis de 19 años de datos de marcaje y recaptura de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en la Isla de Aves, isla oceánica del Caribe Oriental que forma parte del territorio nacional de Venezuela; determinó la temporada de anidación, el intervalo de reanidación, remigración, la frecuencia de anidación y el tamaño de la nidada.

Estimó parámetros demográficos como, la fecundidad, sobrevivencia de adultos y juveniles y la tasa intrínseca de crecimiento de la población. En sus resultados obtuvieron un total anual corregido de hembras anidadoras (total de hembras esperadas) que varía entre 180 y 850 hembras por año. El pico de anidación de la temporada fue de agosto a noviembre, periodo en el cual más de un 80% de las hembras de todo el año, llegan a anidar. El tamaño de la población de hembras reproductivas de *Chelonia mydas* en Isla de Aves fluctúa entre 347 y 1439 hembras y solo el 24.4 % de ellas regresan a anidar en los siguientes años.

Un año después Godley y colaboradores (2001) realizaron un estudio acerca de la anidación de tortuga verde (*Chelonia mydas)* en la Isla Ascensión, entre el 1 de diciembre de 1998 y 1 de octubre de 1999, isla ubicada en la cordillera en medio del Atlántico. Sus resultados arrojaron una estimación total de 36,036 actividades de anidación, resultando 13,881 nidadas. Sugirieron que entre 2±3 veces más tortugas anidaron en esa temporada que años anteriores. Determinaron el mes de marzo como el pico de anidación, entre el 4 de enero y el 18 de mayo se presentó el 95% de actividades de anidación. Mencionan que las posibles razones de la evolución de la estacionalidad de anidación es que el momento en que anidaban se adaptaba cuando las precipitaciones y temperaturas son más altas, aunque con los análisis que realizaron no tuvieron argumentos suficientes que apoyen esta hipótesis de estacionalidad en la anidación de tortugas marinas.

En la playa de Alagadi, en el norte de Chipre (Broderick et al., 2002) realizaron un estudio en dos especies de tortuga marina, verde (*Chelonia mydas*) y tortuga boba (*Caretta caretta*) durante un periodo de 6 años (1995-2000) para conocer el intervalo entre las temporadas de reproducción y la frecuencia de anidación (número de nidadas puestas por un individuo en una temporada de reproducción) de las hembras que les permitió evaluar el estado de la población reproductora. Utilizaron cuatro diferentes métodos y estimaron una frecuencia de anidación para la tortuga verde de 2.9-3.1 nidadas por hembra y de 1.8-2.2 para la tortuga boba. El intervalo entre las temporadas de anidación fue de 3 años para la tortuga boba

y de 2 años para la verde. Con la información disponible de otras playas que han sido monitoreadas se estimó que hay 2,280-2,787 tortugas bobas y 339-360 tortugas verdes que anidan anualmente en el Mediterráneo.

En el 2004 Montes realizó la estimación de la abundancia relativa de tortugas marinas que anidan en las costas de Guatemala. Muestreó nueve playas en la Costa Pacífica y dos en la Costa Caribe. Trabajó por medio de avistamientos (tortugas observadas directamente mientras realizan sus actividades de anidación y tortugas muertas en playa) y rastros (nidos en playa y huellas sin anidación exitosa). Registró cuatro especies de tortugas marinas: para el Litoral Pacífico observó parlama (*Lepidochelys olivácea)* en un 99.94% de los casos y baila (*Dermochelys coriácea)* en un caso. En el Caribe la especie con más avistamientos fue la carey (*Eretmochelys imbricata)* con un 66% de los casos, se observó una tortuga verde (*Chelonia mydas)* y en el 30.5% no identificaron la especie. Respecto a la abundancia relativa encontró diferencias significativas ($p<0.05$) entre las diferentes playas muestreadas para las hembras de *L. olivacea* septiembre fue el mes en que se observó el mayor número de avistamientos o rastros de tortugas marinas que no pudieron ser identificadas.

Ferrer y colaboradores en el 2007, estimaron el tamaño efectivo de la población anidadora de tortuga verde (*Chelonia mydas*), durante los años 2002 y 2003, en la playa Caleta de los Piojos, Península de Guanacabibes, Cuba. Utilizaron información recopilada después de la colocación de marcas físicas y emplearon un método de marcación de saturación para obtener los gráficos que reflejaron el tamaño efectivo de la población anidadora. Observaron que en el año 2002 el número de hembras activas reproductivamente (70) fue más alto que en el 2003 (17) cuando bajó este número.

Existen estudios intensivos como el que se realizó en el Mediterráneo en dos especies de tortugas marinas (*Chelonia mydas* y *Caretta caretta*) analizando 11 años de monitoreo con varios submuestreos para estimar la población anidadora

anual total. Demostraron que se puede lograr estimar el tamaño de una población con solo 14 días de esfuerzo de muestreo abarcando el pico de anidación. Por otra parte el efecto que tiene el diseño del muestreo en el monitoreo, sugiere que la duración para detectar cambios en la población no incrementa en gran medida. Mencionan que con censos anuales exactos se tiene la capacidad de detectar cambios en las tendencias de la población a través del tiempo (Jackson, et. al., 2008).

En Isla de Aves considerada como el segundo sitio más importante de anidación para la tortuga verde en el Caribe. Vera y Buitrago (2012) durante las temporadas de anidación 2001-2002 y 2005-2008, midieron y etiquetaron las hembras con marcas metálicas. Sus resultados fueron un total de 5154 hembras con un máximo de 53 en una sola noche. Respecto a la distribución espacial observaron que en 2001 hubo una preferencia por el sector sur, mientras que en el 2002 la preferencia fue igual, y en el 2005 hubo una tendencia por el sector norte. Identificaron los meses de Julio-Octubre como el lapso donde se concentran las actividades reproductivas.

Recientemente debido a la falta de información sobre la presencia y anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en Kuwait y a que las zonas de anidación conocidas se han alterado en los últimos años, Rees y colaboradores (2013) utilizaron la telemetría por satélite y la vigilancia de las playas para evaluar los movimientos y el uso de hábitat de las tortugas hembra adultas, dentro y fuera de las zonas de anidación. Obtuvieron que el número de hembras es muy bajo ya que en 2008 solo se observaron cinco, una en 2009 y 2010 y tres en 2011. Se registraron 12 nidos en el trabajo realizado al final de la temporada en 2012 y proponen que probablemente fueron de 2-3 hembras reproductoras. Señalan que el hábitat de alimentación se superpone con un tipo de trampa pesquera llamada hadra, usada alrededor de la isla Failaka y Kuwait, ocasionando la captura incidental de tortugas lo que aumenta la preocupación por la conservación de esta pequeña población.

En México se han realizado trabajos para estimar el tamaño de las poblaciones de tortugas. Uno de los más recientes se realizó en las playas de Chenkan e Isla Aguada, Campeche, donde por medio de la foto-identificación de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y blanca (*Chelonia mydas*) y marcaje metálico se estimaron parámetros demográficos, siendo esta una técnica alternativa a los métodos tradicionales de marcaje. Labastida (2011), utilizó en este trabajo como marca natural el patrón de la forma, arreglo y coloración de las escamas faciales de cada individuo. Utilizó el software Wild-ID, el cual generó patrones de comparación a partir del algoritmo SIFT Scale Invariant Feature Transform). La identidad de los individuos se confirmó por comparación visual y los resultados obtenidos a partir de la foto-identificación fueron comparados con los registros del sistema de marcaje tradicional (marcas metálicas inconel). Los resultados arrojaron que ésta técnica fue más eficiente para tortuga blanca (91.6%) que para tortuga carey (38.4%). La frecuencia esperada de anidación (FEA) de las hembras de *C. mydas* fue de 3.6 nidos con los datos obtenidos por marcas metálicas y de .8 por foto-identificación. La FEA de *E. imbricata* fue de 3.2 y 2 anidaciones por temporada, respectivamente para ambas técnicas. Respecto a los parámetros demográficos, en la población de *C. mydas* el intervalo estimado entre anidaciones reportó un promedio de 11.1 y 11 días en hembras neófitas y remigrantes reconocidas por marca inconel, y de 11,5 y 12.6 considerando la foto-ID. Mientras que para tortuga carey fue de 21.4 días y 26.2 para hembras neófitas remigrantes respectivamente con marcaje tradicional, y de 32.5 y 16.5 días por foto-identificación. El promedio anual de fecundidad fue de 117 huevos por nidada para *C. mydas* y 135 huevos para *E. imbricata*. El número calculado de hembras anidantes para *C. mydas* por marcaje metálico fue de 374 y de 423 para foto-identificación y mientras que para *E. imbricata* 123 y 197, respectivamente. Un factor importante que contribuye a la sobreestimación del número de hembras que llegan a las playas de anidación es la perdida de marcas metálicas, por lo que la técnica de foto-identificación puede ser una alternativa lo que permitirá la

obtención de datos más robustos en los estudios demográficos de poblaciones de tortugas marinas.

Rodríguez en 2013, determinó la distribución y abundancia de tortugas marinas en el Parque Nacional Bahía de Loreto (PNBL), Baja California Sur, mediante censos aéreos e identificó además las áreas prioritarias para su conservación entre noviembre de 2007 y junio de 2010. El PNBL se considera un sitio importante para la biodiversidad marina, incluyendo cinco especies de tortugas marinas, la más abundante es la tortuga prieta (*Chelonia mydas*). Los censos se realizaron en un avión, por cada visita se recorrieron más de 448 km representando el 100% de las costas del PNBL. Como resultados obtuvieron un total de 1014 individuos, el 10.5% de los avistamientos fueron identificados, 93 fueron tortugas prietas (*Chelonia mydas*), 10 golfinas (*Lepidochelys olivacea)* mientras que el resto no fueron identificadas. La isla Coronados fue el sitio que presento los valores más altos de densidad (0.9 tortugas/km^2). La densidad espacial se consideró homogénea y muy baja una tortuga por km^2 en ambos casos en el 97% del área muestreada en las dos temporadas.

JUSTIFICACIÓN

Aun cuando en el Campamento Tortuguero Santander se ha trabajado con el objetivo principal de la protección de nidos para resguardarlos de amenazas ambientales y depredación natural, no hay un monitoreo que permita conocer la situación de la población de hembras de tortuga verde (*Chelonia mydas*), por eso es de trascendental importancia la obtención de información dado que en la zona, la gente habita muy cerca de las playas permitiendo que aún continúen con el saqueo de nidos debido a la fuerte demanda comercial que tienen los huevos de tortugas marinas, así como la captura de individuos para consumo propio. Sin embargo, no son las únicas causas que han provocado que la población disminuya, puesto que en ocasiones en el caso de las hembras que salen durante el periodo de anidación, al terminar el desove algunas no alcanzan a regresar al mar a tiempo o se desorientan provocando que a la siguiente mañana el calor las deshidrate y mueran.

Considerando la situación actual de la tortuga verde a nivel global en su área de distribución, el declive en el número de individuos de la especie que la ubica en la categoría de peligro de extinción y a que no hay datos exactos en cuanto al tamaño de la población de la tortuga verde (*Chelonia mydas)* que anida en las playas que protege el Campamento Tortuguero Santander, municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, Veracruz; la estimación del tamaño de la población de las hembras anidadoras es esencial ya para conocer el estado actual de la población en esta playa de anidación para contribuir en las acciones de protección que se realizan dentro del plan de manejo del campamento.

OBJETIVOS

GENERAL

Estimar la abundancia y densidad de las hembras anidadoras de la tortuga verde (*Chelonia mydas)*, en el Campamento Tortuguero Santander, municipio Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, Veracruz.

PARTICULARES

- Estimar la abundancia relativa de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en cada playa y mes muestreado
- Determinar la densidad de las hembras a través del censo de rastros
- Calcular la frecuencia de puesta y el número de nidadas inferidas por medio de métodos indirectos
- Conocer la fluctuación por mes en la frecuencia de anidación durante la temporada 2013
- Comparar los diferentes métodos para estimar el tamaño de la población
- Observar la distribución espacial de la frecuencia de anidaciones durante la temporada 2013
- Identificar cual fue la playa más importante para la anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) durante la temporada 2013

HIPÓTESIS

La población de hembras anidadoras en la playa de Santander cambia durante la temporada de anidación tanto en frecuencia como en abundancia.

A partir de esta hipótesis, propongo las siguientes predicciones:

La población de hembras anidadoras así como el número de nidadas será mayor; en la playa de Santander que en la playa de Santa Ana debido a que la longitud de la primera zona es mayor que la otra.

El método de censo terrestre (transectos lineales) para estimar la población de hembras en la playa de Santander es el más adecuado debido a su bajo costo y facilidad para llevarlo a cabo.

MATERIAL Y METODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el Campamento Tortuguero Santander ubicado en la localidad de Santander, municipio Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, en la parte central del estado de Veracruz (19°54’05.7’’ N, 96°30’17.6’’ O). El área de estudio se encuentra entre los límites naturales de Punta Delgada y la Barra de San Agustín, y las principales playas que la comprende son la de Santa Ana y Santander, sumando aproximadamente una longitud de 9 Km (Figura 1).

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1981) la zona presenta un clima Aw, es decir un clima tropical sub-húmedo con lluvias en verano y temperaturas siempre superiores a los 18°C. Su precipitación media anual es de 1320 mm.

Es importante mencionar que en el estado de Veracruz cada año entre el 15 de mayo y 30 de noviembre, puede verse afectado por algún ciclón tropical (depresión, tormenta y huracán) debido a su ubicación sobre la vertiente oriental de México y próximo al Golfo de Tehuantepec, presentándose estos fenómenos con mayor frecuencia durante los meses de agosto y septiembre (Luna, 2013).

Las playas de San Agustín, Santander, Santa Ana, Boca de Ovejas y Punta Delgada son los sitios donde el Campamento Tortuguero Santander realiza el monitoreo. Estas zonas se caracterizan por ser muy cambiantes debido a lo antes mencionado, ocasionando que las playas puedan verse afectadas ya sea por palizadas, rocas o basura, además de que también se modifica el ancho de la playa dejando muy poca distancia entre el mar y las dunas o los árboles que se encuentren en el sitio. Los transectos están se encuentran separados por el río de Santa Ana.

La vegetación está constituida principalmente por matorrales costeros, presentándose en las dunas especies que tienen un crecimiento por estolones o plantas herbáceas arbustivas de aspecto tendido, siendo las especies más características *Ipomea pescaprae* y *Distichlis spicata.* En la parte superior de las dunas pueden encontrarse relictos de matorrales subcaducifolios o selvas bajas subcaducifolias en los suelos más húmedos cerca de las lagunas, también existen densos manglares, tulares, vegetación hidrófila, así como algunos árboles de casuarina y palmas de coco (Villa-Dirado,1998).

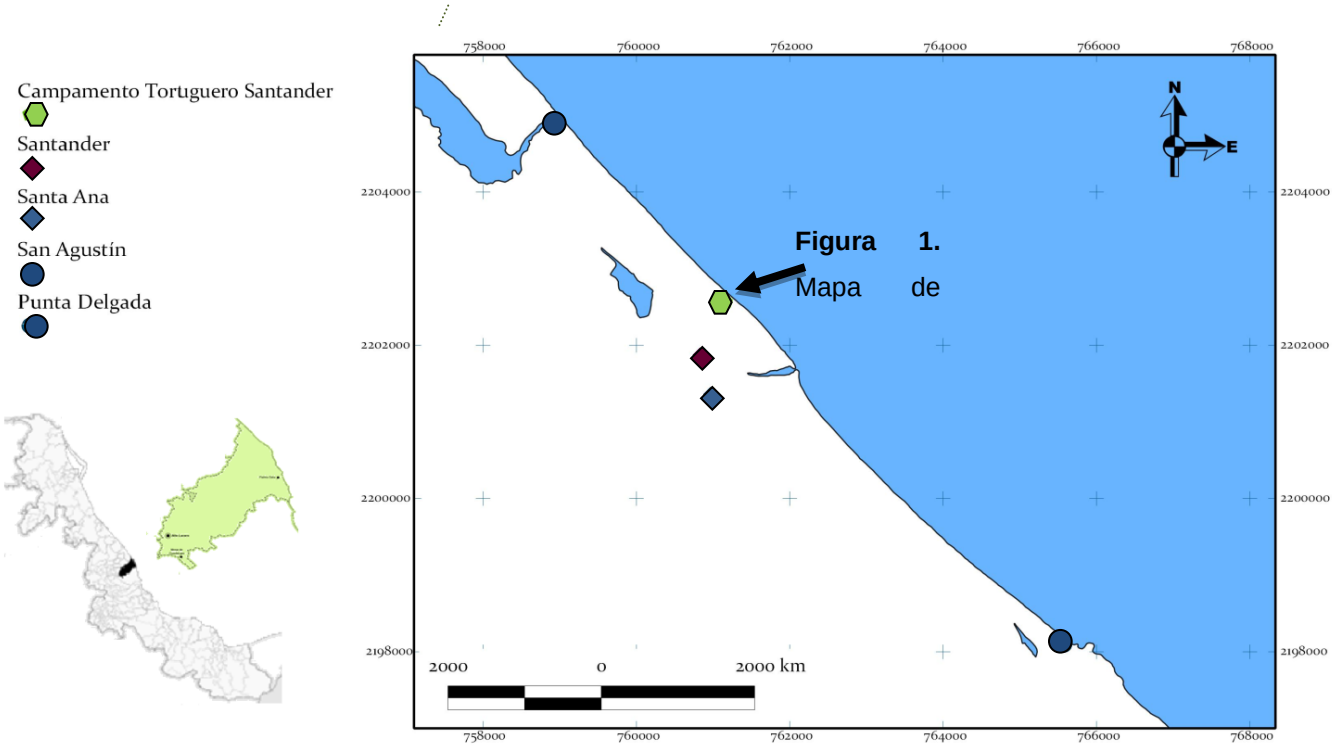

Figura 1. Mapa de

Figura 2. Mapa de Veracruz con la ubicación geográfica del Campamento Tortuguero Santander, playas que comprende y limites naturales de la zona de protección (Quantum GIS 1.7.3).

Tortugas marinas

Las tortugas marinas actuales pertenecen a un grupo con una historia evolutiva de aproximadamente 150 millones de años ya como reptiles marinos. Su piel, se caracteriza por ser seca y estar cubierta de escamas; su cuerpo está protegido por una cubierta o concha dura (ósea), en la región dorsal llamada carapacho y otro en la región ventral llamada plastrón (Raygadas, 2008).

Todas las tortugas durante sus migraciones recorren cientos de kilómetros al trasladarse entre sus sitios de alimentación y anidación. Pasan la mayor parte de su vida en el mar, y durante la temporada de reproducción las hembras regresan a las playas para desovar. Los ciclos de anidación son múltiples, lo que quiere decir que las hembras arriban a las playas en varias ocasiones por temporada para depositar sus huevos (INE-SEMARNAT, 1999). Todas las tortugas poseen pulmones para la respiración, por lo cual aun cuando viven en el medio acuático, necesitan salir a la superficie para tomar oxigeno del aire (Raygadas, 2008).

Las tortugas marinas, al ser organismos longevos, de maduración sexual tardía y alta fecundidad, presentan una sobrevivencia a lo largo de la vida que se caracteriza por ser baja en los primeros años de vida, seguida de una sobrevivencia creciente en la etapa intermedia y por último una alta sobrevivencia en los adultos (Crouse et al., 1987; Hirth, 1997). A pesar de que pudiera parecer sencillo determinar cuáles ejemplares son adultos, en realidad el término “adulto” frecuentemente es aplicado erróneamente , correctamente se refiere a animales sexualmente maduros, ya sea por examen interno de las gónadas o por conocimiento de la historia de vida de un individuo (Frazier, 1999). No obstante que estos rasgos raras vez son accesibles, la decisión más común para clasificar un adulto se basa en el tamaño de la tortuga. Por tanto, la identificación de tortugas marinas adultas, comparando hembras reproductoras conocidas para identificar algún tamaño mínimo puede ser errónea. De hecho hay individuos que

son sexualmente inmaduros pero que son más grandes que las tallas promedio o las más pequeñas registradas para los reproductores (Limpus et al., 1994).

Respecto a su alimentación pueden ser herbívoras como la tortuga blanca y, la negra en algunos de sus estadios; el resto de las especies son, por lo general consumidores de invertebrados. Forman parte de complejas cadenas alimenticias tanto en las playas de anidación como en los ambientes costeros y oceánicos (INE-SEMARNAT, 1999).

Tortuga verde (*Chelonia mydas*)

La tortuga verde, puede diferenciarse ya que presenta un par de escamas prefrontales; cuatro pares de escamas postorbitales, la cabeza es relativamente pequeña, chata y tiene un pico aserrado (Figura 2 y 3)

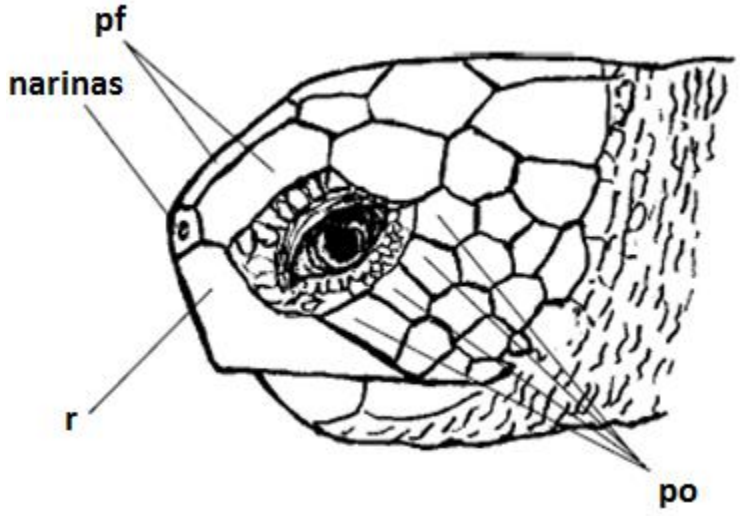

Figura 3. Tortuga verde (*Chelonia mydas*). Rasgos morfológicos de la cabeza. pf = escamas prefrontales, po = escamas posorbitales, r = rhamphopheca (tomium es la superficie de la mordida (Pritchard y Mortimer, 2000).

Figura 4. Tortuga verde, visualización de los rasgos morfológicos de la cabeza.

Carapacho: oval, margen ocasionalmente festoneado pero no aserrado, sin escotadura a la altura de aletas traseras; cuatro pares de escudos costales (Figura 4). La coloración es negra en el dorso de las crías, transformándose en café con vetas radiales en inmaduros, muy variable en adultos (generalmente café, amarillo crema y otros colores tierra; liso, veteado o moteado); ventralmente blanca en crías, amarillenta en adultos (Figura 5). El plastrón es blanco en crías, amarillento en adultos. La longitud recta del carapacho (LRC) es hasta 120 cm, y el ancho de la cabeza es de hasta 15 cm y llega a pesar hasta 230 kg (Eckert, et al., 2000).

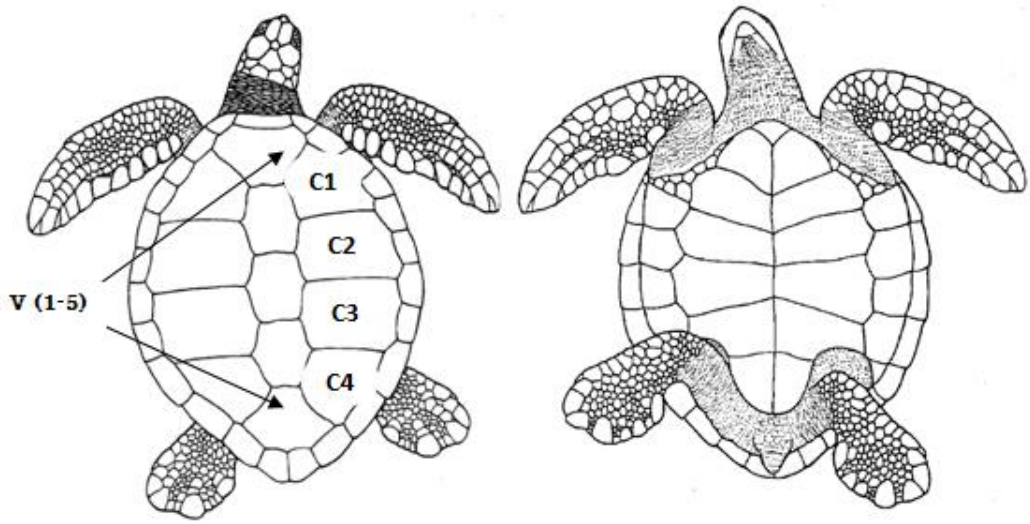

Figura 5 . Rasgos morfológicos del carapacho y plastrón, escudos costales o laterales y vertebrales. ((Pritchard y Mortimer, 2000).

Figura 6 . Tortuga verde (*Chelonia mydas)* coloración del carapacho en adultos.

En las tortugas marinas los ciclos de reproducción son circanianos, es decir, se repiten en periodos anuales, bienales, trienales o en casos especiales se vuelven irregulares; en la tortuga verde puede ser bienal o trienal. Esta secuencia cíclica no es definitiva, ya que en ocasiones se retrasa por un año o se suspende por periodos más largos, debido a escasez de alimento, cambios ambientales extraordinarios (v.gr: efecto de las corrientes cálidas producidas por el fenómeno de "El Niño"), enfermedades, etc. Además, el momento del desove puede ser influido principalmente por las fases lunares, mareas, temperatura e incluso fuerza y dirección del viento.

El apareamiento lo realizan en el mar. Durante el cortejo, cuando la hembra acepta el macho dominante, del cual recibe mordiscos en el cuello y extremidades anteriores, toma una pose horizontal pasiva y el macho, por encima, la retiene con

las uñas curvadas de las aletas anteriores (una o dos en cada aleta, según la especie), auxiliándose con las aletas posteriores de la hembra, iniciando el apareamiento.

La anidación comúnmente la efectúan durante el verano (Figura 6). Los nidos de las tortugas marinas presentan ciertas características generales que favorecen la incubación y el desarrollo óptimo de los embriones. La forma de cántaro del nido le da resistencia mecánica, y así el tapón de arena que queda por encima de los huevos, al ser de menor diámetro, evita que la presión los aplaste, ya que cuando esto llega a suceder; aunque sea ligeramente, algunas de las crías presentan deformaciones al nacer (Márquez, 1996).

El tamaño de la nidada promedio varía entre 81 a 147 huevos (Broderick y Godley, 1996). Es importante destacar que la nidada más grande durante la temporada 2013 en el Campamento Tortuguero Santander fue de 187 huevos. Generalmente las crías salen de sus nidos al atardecer o en la madrugada. Una vez en la playa, las tortugas deben apresurarse para llegar al mar para evitar cualquier depredador, tales como cangrejos, zorrillos, tlacuaches, entre otros (Lohmann y Lohmann, 1996).

Figura 7. Tortuga verde (*Chelonia mydas)* anidando en el mes de Junio.

La incubación de los huevos se realiza de manera óptima entre los 30º y 32ºC y con cada grado de diferencia se acelera o retarda 2 o 3 días el momento en que ocurre la eclosión. Al acercarse o excederse de los límites entre 27º y 34ºC, la mortalidad se incrementa sensiblemente. Dentro de los límites térmicos óptimos, la incubación se completa generalmente entre 48 y 55 días. La humedad también afecta directamente el resultado de la incubación y su falta o exceso son causas del incremento en la mortalidad; la humedad relativa apropiada es de 14% (Márquez, 1996; Figura 7).

El huevo es amniótico, es decir posee varias membranas y una mayor cantidad de materia nutritiva, permitiendo al embrión alcanzar un desarrollo más completo en un ambiente más estable. Debido a estas características, la fertilización del óvulo necesariamente se realiza antes de que se formen las diversas capas.

Su distribución es tropical y subtropical en aguas costeras continentales e insulares, es rara en aguas templadas (Márquez, 1996). En términos generales se ha observado que la tortuga verde presenta una dieta omnívora (Santos-Baca, 2008). Aunque se ha documentado que tiene una preferencia por consumir algas rojas y verdes así como pastos marinos (López-Mendilaharsu et.al., 2003).

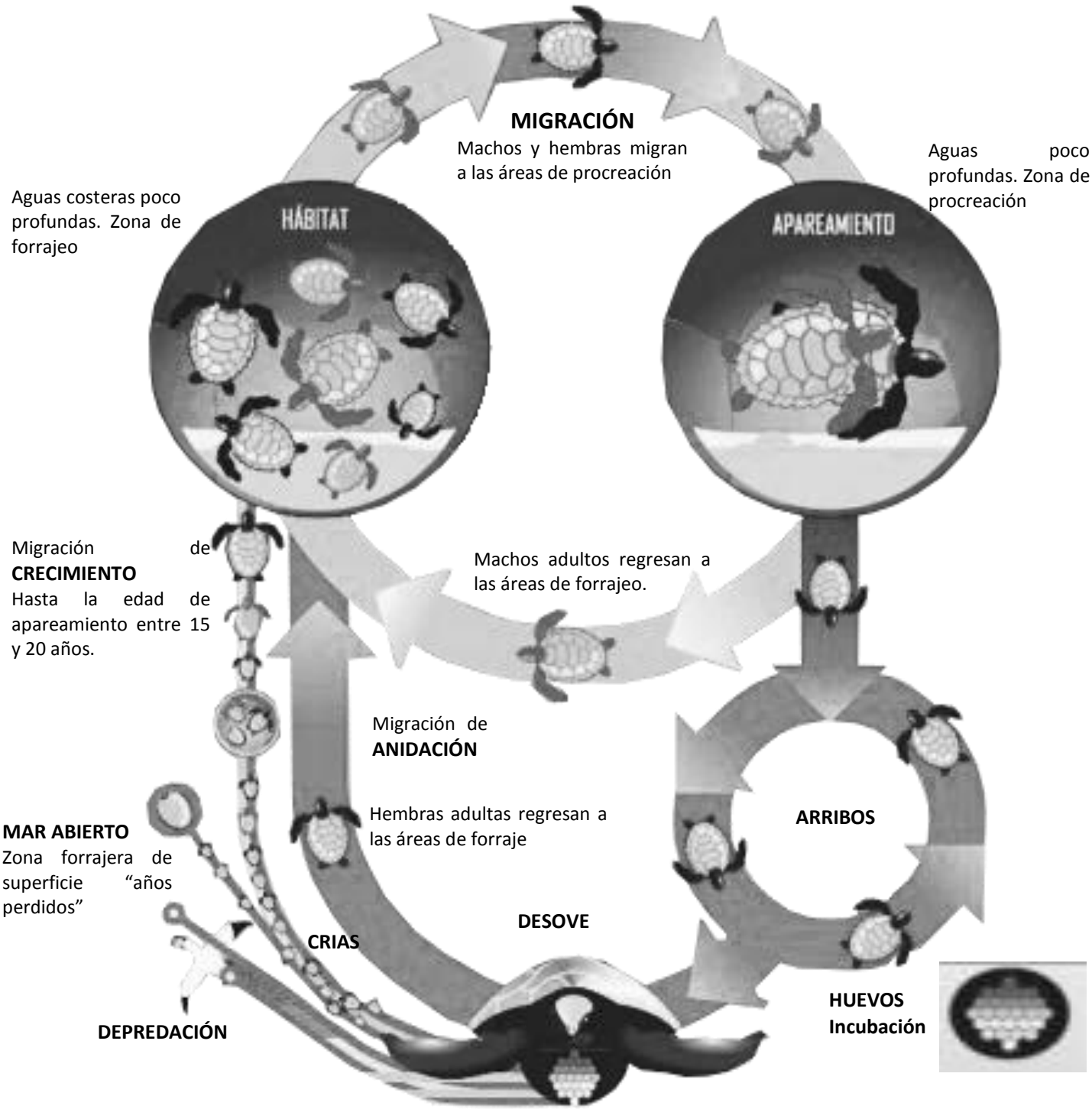

Figura 8. Ciclo de vida de las tortugas marinas (Modificado de Viga, 2010)

Diseño de muestreo

Se establecieron dos transectos lineales el primero con 4 Km y el otro de 5 Km de largo monitoreándose los 9 km en total. Las playas muestreadas fueron las correspondientes a Santander y Santa Ana, respectivamente. La playa se encuentra dividida de norte a sur en 18 estaciones cada 500 m (Figura 8).

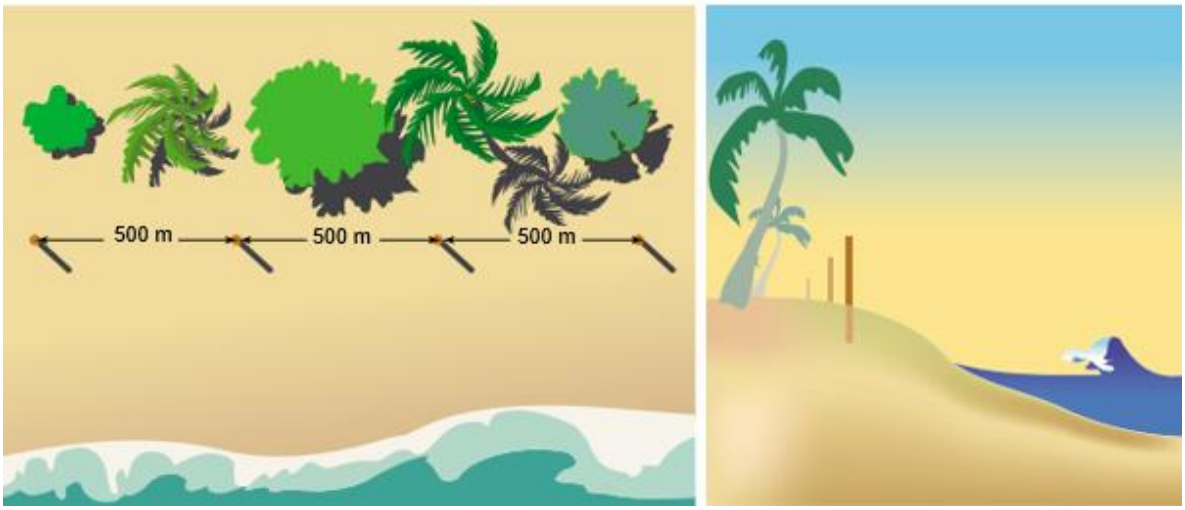

Figura 9. Distribución espacial, estaciones cada 500 m de norte a sur (Chacon, 2008).

Colecta de datos

Se realizaron recorridos nocturnos a partir del mes de Mayo al mes de Septiembre del 2013, en un horario de 22:00 a 7:00 horas con la ayuda de una cuatrimoto lo cual permitía cubrir una proporción mayor de la playa en menos tiempo de recorrido.

Se anotaron los encuentros con las tortugas que anidaron cada noche, se contó con la ayuda de un integrante del Campamento Tortuguero Santander al que le correspondía cuidar durante esa noche. Estas personas son habitantes de la localidad de Santander y el trabajo de protección de tortugas que realizan es voluntario.

Para el conteo de rastros se utilizó el método de censos terrestres, diferenciando las salidas de tortugas con evento de anidación y no anidación, y huellas “frescas” de “viejas”. Este conteo se llevó a cabo en el último recorrido por la mañana inmediatamente después de la salida del sol, ya que el ángulo bajo del sol en las primeras horas de la mañana hace que las huellas sean muy visibles y estas no se han secado todavía como lo sugiere Chacón (2008), esto también se llevó a cabo a esa hora para poder asegurarnos que la tortuga había regresado al mar.

El método de censos terrestres consiste en el desplazamiento por la playa a nivel de la última línea de la pleamar. Al observar un rastro o huella se debe determinar si es reciente. El método confiable para tener la certeza de que solo se contaran huellas recientes o frescas es cruzar a pie o en el vehículo sobre la línea de la pleamar esperada el día anterior al que se efectuará el recorrido. De tal manera que los rastros recientes atravesarán la huella del vehículo o no habrían sido previamente marcadas por el paso de los pies a través del rastro (Eckert, et al., 2000).

Toda la información obtenida (fecha de muestreo, especie, localización, nido o rastro, destino o uso de la nidada, observador y observaciones) se anotaron en un formato de registro diario (Anexo 1).

Técnicas de observación

Se utilizaron las siguientes técnicas de observación:
Avistamientos: Consistió en la observación directa de las tortugas marinas que se encontraban en el área de la playa. Rastros (Figura 9. Ejemplo de anidamiento exitoso de tortuga caguama (*Caretta caretta*). Nidos en la playa: se buscó el nido en caso de solo observarse el rastro (Schroeder y Murphy, 2000).

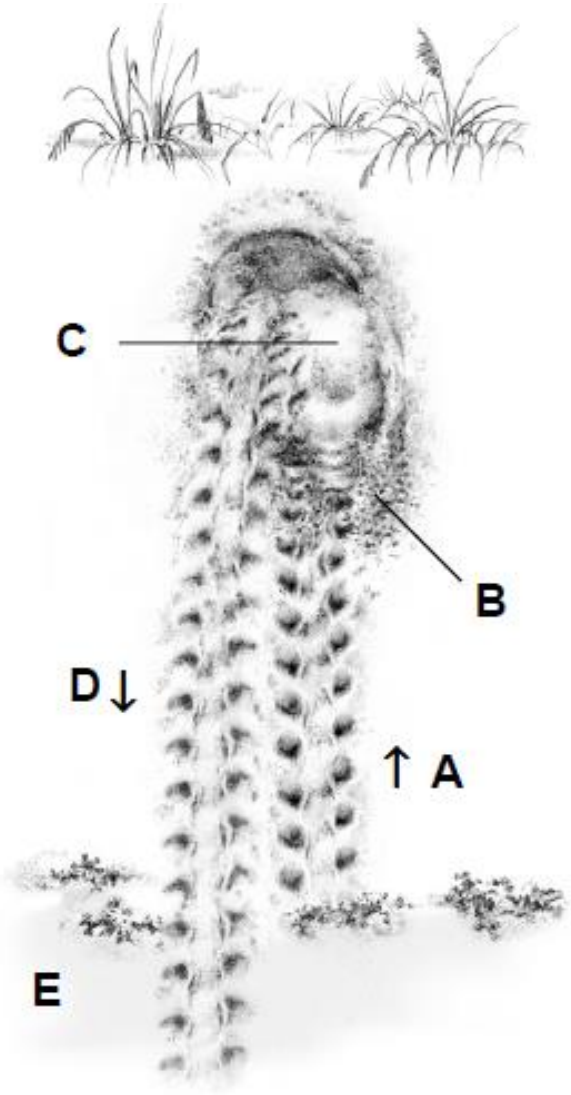

Figura 10. Proceso de un anidamiento exitoso de la tortuga caguama (*Caretta caretta*), con rastro de salida (A); arena esparcida o tirada hacía atrás de la huella de salida (B); cama secundaria, escapadura y arena dispersa alrededor (C); huella de retorno (D); marca de la línea de marea alta (E) (Tomado de Schroeder y Murphy, 2000).

Rastros de salida sin anidación exitosa: cuando se encontraron rastros y después de la búsqueda del nido no se encontró el evento de anidación exitosa (que involucra la realización del nido o cama y la ovoposición), se registró como rastro o huella sin anidación exitosa (Figura 10).

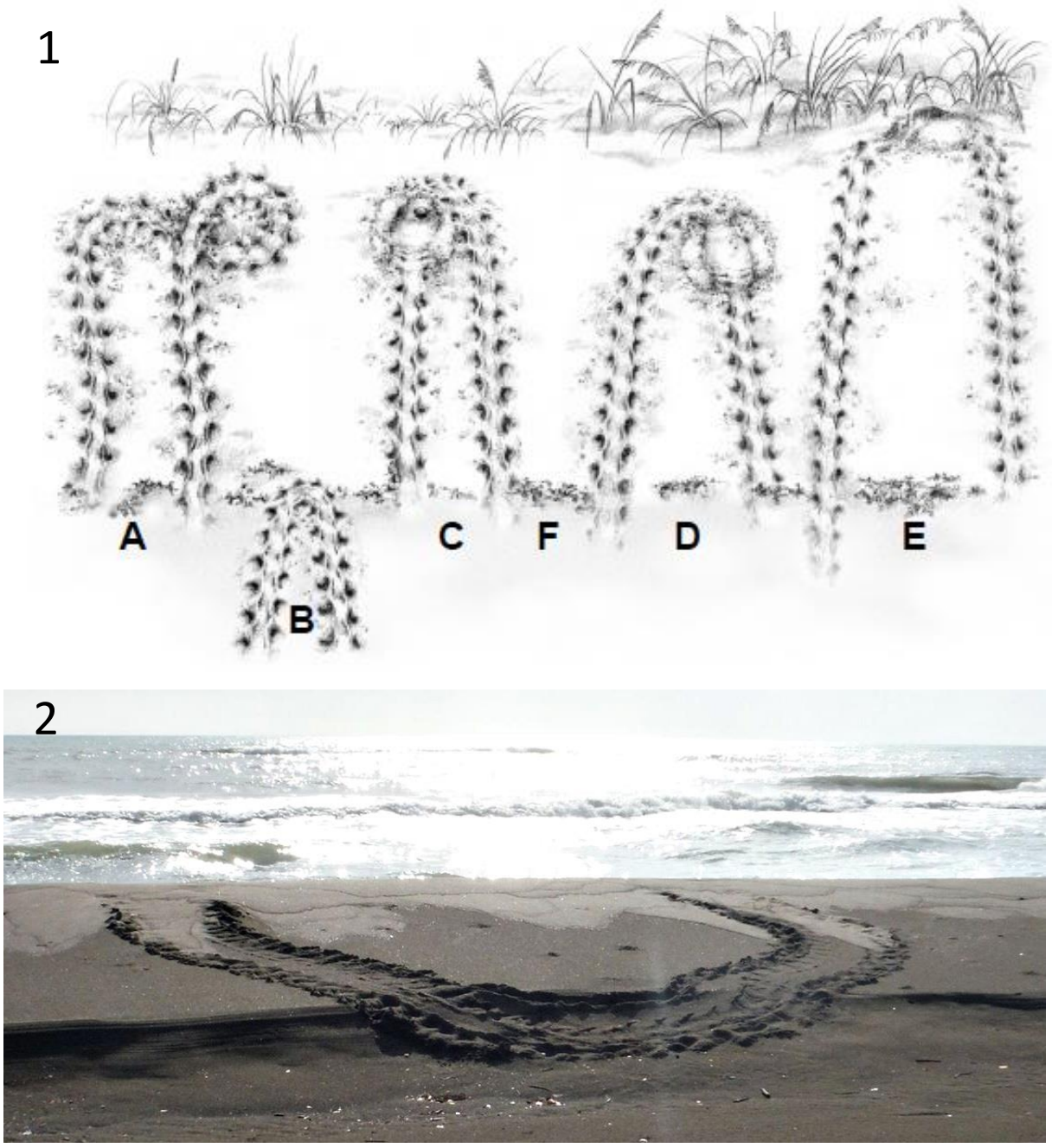

Figura 11. (1) Ejemplos de rastros falsos (emergencias sin anidación) de la tortuga caguama (*Caretta caretta*), incluyen vagabundeo extensivo, sin cama ni excavación de nido (A); rastro en forma de U hasta la línea de marea alta (B); marcas de gran perturbación en la arena, formación de cama y excavación poco profunda de la cámara para huevos, sin cubrir (C); marcas de emergencia muy tangibles con formación de cama y nido, este último sin cubrir (D); marcas en un sitio donde la longitud relativa de las huellas de emergencia y retorno son casi las mismas (E); marcas de la línea de marea alta (F).(Tomado de Schroeder y Murphy, 2000). (2) Rastro sin anidación exitosa de tortuga verde (*Chelonia mydas)*.

Análisis de datos

La información se ordenó en un procesador de datos con la ayuda del programa de Microsoft Excel. Las gráficas se realizaron en el programa GraphPad Prism 6.

Estimación del número de hembras anidadoras.

Para estimar el número de hembras anidadoras (HA) en una población, es necesario conocer la frecuencia de puesta observada (FPO) que es el número de veces que una misma hembra anidó en la temporada y el número de nidos (Alvarado y Murphy 2000):

$$HA = \frac{\#\ de\ nidos}{FPO}$$

Estimación del número de nidadas inferidas

El número de nidadas inferidas fue estimado en base a los eventos inferidos y al éxito de puesta, es decir, cuántos de esos eventos produjeron un desove; número total de eventos inferidos (rastros) – número de intentos fallidos (rastros sin anidación exitosa) (Alvarado y Murphy 2000).

Índice de abundancia relativa

Otro método para calcular la abundancia fue mediante el índice de abundancia relativa en el que se utilizaron el número nidos o rastros/tiempo de recorrido (Montes, 2004). A los índices de abundancias relativas obtenidos se les realizaron pruebas no paramétricas, dado el incumplimiento de las premisas de normalidad y homogeneidad de varianzas. Los valores fueron comparados usando la prueba U de Mann-Whitney para evaluar la diferencia entre los dos puntos de muestreo (playas muestreadas) y entre los diferentes meses evaluados (mayo-septiembre) en el programa GraphPad Prism 6.

Densidad Poblacional (*Distance Sampling*)

La densidad se estimó mediante el método “Distance sampling” (muestreo con distancias o análisis de distancias de encuentro). La estimación por medio de transectos es un método usado extensamente en los estudios de la fauna silvestre. Hay dos tipos básicos de estudios en los métodos de trasectos. El método de transecto en línea y el transecto de franja, sin embargo los transectos lineales han sido utilizados en estudios poblacionales para tortugas marinas, donde se usan eficientemente todos los avistamientos, la distancia entre cada avistamiento a la línea de rastreo y la longitud de los transectos recorridos (Buckland et. al., 1993,2001). Los datos fueron analizados usando el programa DISTANCE 6.0 (Thomas et.al., 2009) para encontrar la mejor función de detección de datos.

Para los estudios de transectos en línea, el número de tortugas es estimado por la siguiente ecuación:

$$N = \frac{n}{2wlf(0)}A$$

Donde ***n*** el número de avistamientos de la tortuga, ***l*** la longitud del transecto, ***w*** el ancho del transecto al lado de la línea de rastreo, ***f (0)*** la proporción de tortugas visibles y ***A*** el tamaño del área de estudio. El aspecto fundamental en este método es estimar ***f (0)*** el cual está dado por la proporción de tortugas visibles.

Con los datos ingresados al programa Distance 6.0, se realizó un análisis exploratorio para establecer el mejor modelo de ajuste a la función de detectabilidad dentro de las 12 posibles combinaciones, se puso énfasis en las ocho combinaciones sugeridas por Buckland y et.al. (1993,2001) como los más robustos para calcular la función de detectabilidad. Los estimadores utilizados fueron los siguientes: semi-normal (“Half-normal”) con términos de ajuste de coseno (HN_c), semi-normal (“Half-normal”) con términos de ajuste polinomiales (HN_p), exponencial negativo (“Negative exponential”) con términos de ajuste de

coseno (NE_c), exponencial negativo (“Negative exponential”) con términos de ajuste polinomiales (NE_p), uniforme (“Uniform”) con términos de ajuste de coseno (UN_c), uniforme (“Uniform”) con términos de ajuste polinomiales (UN_p), tasa de riesgo (“Hazard-rate”) con términos de ajuste de coseno (HR_c) y tasa de riesgo (“Hazard-rate”) con términos de ajuste polinomiales (HR_p). En todos los modelos se utilizó el análisis convencional por distancias (CDS - Conventional distance sampling).

Existen tres valores diseñados para la selección de los modelos más apropiados. La bondad de ajuste de Chi-cuadrado es descrita como Chi-p y el mejor modelo usualmente tiene el valor más alto. LNL (Valor de probabilidad) el mejor modelo inicialmente tiene el valor más alto. Criterio de Información Akaike (AIC) usualmente el mejor modelo tiene el valor más bajo. Algunas veces los tres valores seleccionarán diferentes modelos como el más apropiado. Por esta razón, Buckland et.al. (1993, 2001) recomiendan usar el AIC, como el selector de modelos más confiables.

RESULTADOS

De finales de Mayo a Septiembre del 2013 se registraron un total de 876 nidos y 548 rastros sin anidación exitosa de tortuga verde (*Chelonia mydas*). Para la playa de Santa Ana se registraron un total de 240 nidos, mientras que para la playa de Santander un total de 636 nidos, en ambas playas fue en el mes de Julio cuando hubo más anidaciones con 130 y 267 respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Número de nidos por mes durante la temporada 2013 en las playas de Santa Ana y Santander.

Playa	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total
Santa Ana	0	41	**130**	65	4	240
Santander	3	155	**267**	183	28	636
						876

Estimación del número de hembras anidadoras.

La tortuga verde (*Chelonia mydas*) anida aproximadamente cada dos años o más y ovopositan de tres a cinco veces durante una temporada. Durante la temporada 2013 el total de nidos fue de 876, tomando en cuentan que una tortuga haya regresado a anidar a la misma playa de 2 a 5 veces, pueden haber anidado desde 175.2 hasta 438 hembras durante la temporada 2013 (Tabla 2).

Tabla 2. Número de hembras anidadoras durante la temporada 2013 en las playas de Santa Ana y Santander. Frecuencia de puesta observada (FPO).

Número total de nidos	FPO	Número de hembras
876	1	876
	2	438
	3	292
	4	219
	5	175.2

Estimación del número de nidadas inferidas

El número de nidadas inferidas fue de 853, que no varía mucho del número real el cual fue de 876, mientras que el número de eventos inferidos (rastros) fue de 1394 y los intentos fallidos, es decir rastros sin anidación exitosa fue de 541 para la temporada 2013 en el Campamento Tortuguero Santander.

Índice de abundancia relativa

Al convertir los datos en índices de abundancia relativa se obtuvo que hubo 0.918 ind/año y para cada playa y mes muestreado se encontró la siguiente información (Tabla 3).

Tabla 3. Índices de abundancia en los puntos muestreados en cada playa y mes (Rastros s.a.e. = rastros sin anidación exitosa

Meses de muestro	Santander (Nidos/hora)	Santa Ana (Nidos/hora)	Rastros s.a.e. (Rastros s.a.e./hora)
Mayo	0.200	0.000	0.000
Junio	1.033	0.342	0.081
Julio	1.723	1.048	1.161
Agosto	1.181	0.524	0.699
Septiembre	0.509	0.091	0.071

Se compararon los índices de abundancia relativa obtenidos entre las playas y los meses muestreados. Aunque la playa de Santander presentó un mayor índice de abundancia relativa, estadisticamente no se observó diferencia significativa con respecto a los puntos muestreados (Mann-Whitney, U=6, *p*=.2222) (Figura 11).

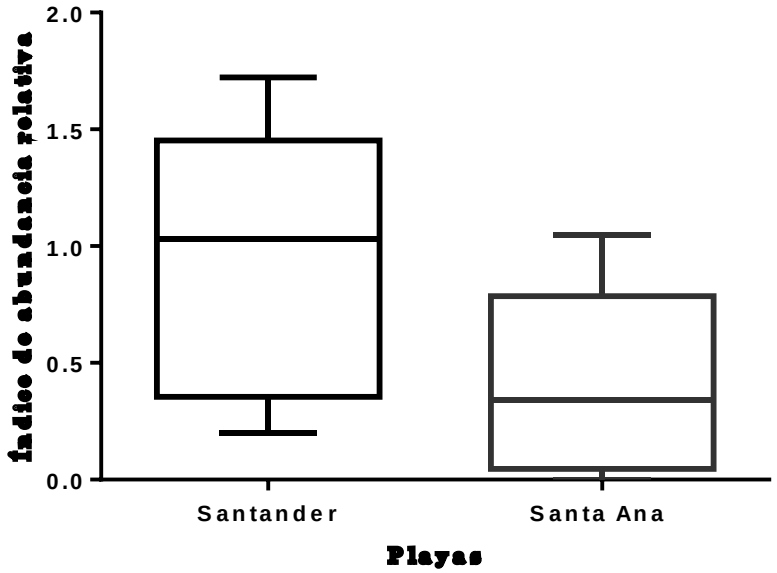

Figura 12. Distribución espacial (playas Santander y Santa Ana) de los índices de abundancia relativa observados.

Respecto a la distribución temporal es el mes de Julio donde se observa más alto el valor del índice de abundancia relativa tanto para nidos como rastros sin anidación exitosa. Considerandose éste como el mes que presentó el pico maximo de anidación, de manera similar ocurrió con los rastros sin anidación exitosa durante la temporada 2013. Se observa que hay una declinación en el mes de Agosto hasta obtener los valores minimos en el mes de Septiembre. Fue en el mes de Mayo donde ocurrieron pocas observaciones (Figura 12).

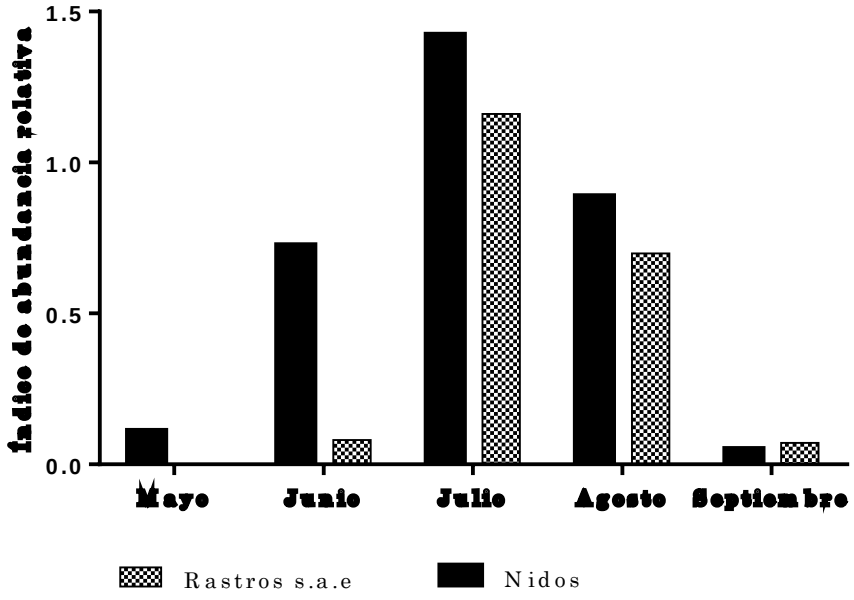

Figura 13. Distribución temporal (meses) de los índices de abundancia relativa observados.

Con relación a la distribución espacial se observa que hubo más anidaciones entre las estaciones cuatro a la siete, y de la estación diez a la trece, pertencientes a Santander y Santa Ana respectivamente (Figura 13).

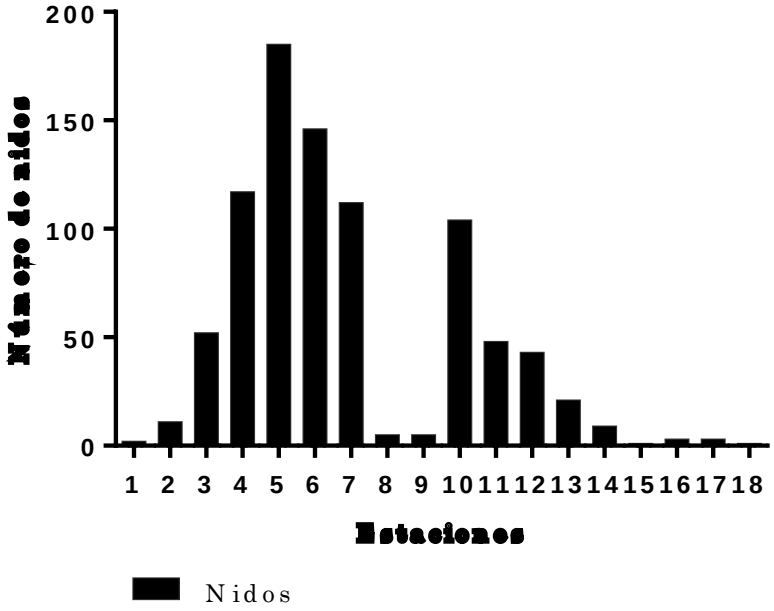

Figura 14. Distribución espacial (estaciones) con el número de nidos.

Densidad poblacional

En total se recorrieron 9 km de transectos, donde se registraron un total de 215 observaciones en las que se tomaron datos como la distancia del nido/tortuga al mar.

En la tabla 5 se muestran todas las combinaciones de los estimadores que se utilizaron para encontrar el modelo que mejor se ajusta a la función de detección (Uniforme, semi-normal, tasa de riesgo y exponencial negativo) y la combinación con cada uno de los términos de ajuste (Coseno, Polinomial simple) que dio un total de ocho modelos.

El análisis indicó al estimador “Tasa de riesgo” (marcado en color gris) con el AIC más bajo y sin variaciones, al combinarse con los dos términos de ajuste (coseno y polinomial simple) dio como resultado una densidad poblacional de 2.686 ind/ha es decir, que habrían 268.6 ind/km^2. El modelo tiene para la densidad un límite de confianza inferior (D LCL) de 0.001 y un límite de confianza superior (D UCL) de 7674.414. El ancho de banda efectivo para el transecto es de 44.47 m (Tabla 4).

Tabla 4. Valores obtenidos de la combinación de los diferentes estimadores y términos de ajuste en el programa Distance 6.0

Estimador	Término de ajuste	ΔAIC	ESW/EDR	D	D LCL	D UCL	D CV
Semi-normal	Coseno	1759.13	38.9	3.071	0.002	4175.712	0.711
	Polinomial simple	1742.06	45.11	2.648	0.001	8138.366	0.702
Uniforme	Coseno	1816.18	53.42	2.236	0.001	4247.946	0.707
	Polinomial simple	1731.04	45.24	2.64	0.002	4140.888	0.709
Tasa de riesgo	**Coseno**	**1714.9**	**44.47**	**2.686**	**0.001**	**7674.414**	**0.703**
	Polinomial simple	**1714.9**	**44.47**	**2.686**	**0.001**	**7674.414**	**0.703**
Exponencial negativo	Coseno	1788.26	36.03	3.315	0.011	1036.687	0.733
	Polinomial simple	1842.48	26.60	4.491	0.003	7254.805	0.709

AIC Criterio de información de Akaike
ESW Ancho de banda efectivo para transectos lineales
EDR Radio de detección efectiva para transectos puntuales
D Densidad estimada
D LCL Límite de confianza más bajo de la densidad
D UCL Límite de confianza más alto de la densidad
D CV Coeficiente de variación de la densidad

El resultado del analisis con Distance 6.0 sugiere que los primeros 30 metros perpendiculares al transecto es donde existe una mayor probabilidad de detección para los individuos de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y dentro de este intervalo los primeros 25 metros presentan más alta detección, mientras que despues de los 40 metros la probabilidad de detección es baja (Figura 14).

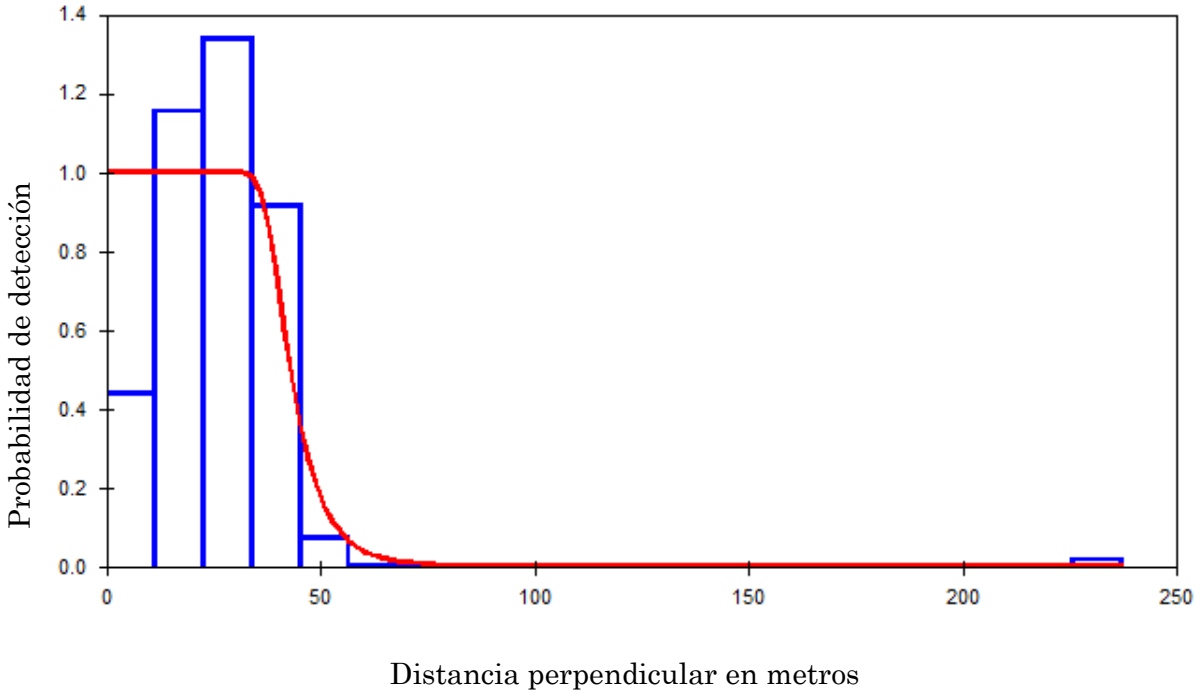

Figura 15. Coeficiente de detectabilidad. Se obtuvo mediante el programa Distance 6.0. Muestra la probabilidad de detección de los organismos en la distancia perpendicular de un transecto.

Comparación de los diferentes métodos para estimar el tamaño de la población

En la tabla 5 se muestran los resultados de los diferentes métodos para estimar el tamaño de la población (frecuencia de puesta observada (FPO), densidad poblacional e índice de abundancia relativa), con estos métodos podemos obtener resultados más completos en la estimación del tamaño poblacional, como conocer el número de individuos ya sea por año, por km^2 o por tiempo de esfuerzo.

Tabla 5. Comparación de los diferentes métodos utilizados para la estimación de la abundancia y densidad poblacional de la tortuga verde (*Chelonia mydas).*Frecuencia de puesta observada (FPO).

FPO ind/año	Densidad poblacional ind/km^2	Índice de abundancia relativa ind/hora
175.2-438	268.6	0.918

DISCUSIÓN

La conservación de las tortugas marinas en general es de gran importancia ya que ecológicamente tienen una contribución substancial, según Frazier (1999), las tortugas marinas que llegan a las playas fertilizan las costas de muchas islas y zonas costeras de los continentes. Sin embargo, el número de tortugas marinas es insuficiente, por esto es necesario encontrar una forma de incrementar sus poblaciones a niveles de sostenibilidad (Frazier, 1999) y para que eso suceda es de suma importancia determinar el estado actual de cada población y su distribución.

En el presente estudio se registraron un total de 876 nidos y un número de hembras que oscila de 175.2 hasta 438 hembras para la temporada 2013 de anidación de tortuga verde (*Chelonia mydas)* resultados similares a los obtenidos por Labastida (2011) en la playa Isla Aguada, Campeche, con una estimación del número de hembras que fue de 374 y 423 con el método de marcaje metálico y con foto-identificación respectivamente y un registro de 1608 nidos. En cambio, Peñaloza (2000), estimó de la población de hembras reproductivas varió entre 344 y 1439 en Isla de Aves, Venezuela, probablemente las diferencias se deban al uso de diferentes técnicas para la estimación del tamaño poblacional. Sin embargo, en comparación con otros trabajos realizados difieren mucho, como el trabajo de Broderick y colaboradores (2002) en las playas de Algadi donde el número de nidos no fue muy alto, con una estimación de 339 a 360 anidaciones anuales. De manera similar ocurrió en la investigación realizada en las costas pacíficas de Guatemala donde solo existió la observacion de una tortuga con su respectivo nido (Montes,2004), así mismo Rees y colaboradores (2013) en Kuwait, registraron un número muy bajo de hembras ya que en el 2008 solo observaron cinco, una en 2009 y 2010 y tres en el 2011, y un registro de 12 nidos al final de la temporada 2012. La diferencia de los resultados anteriores con los de éste trabajo pueden deberse a que las técnicas utilizadas son distintas, a deficiencias en los muestreos y a que algunos trabajos se han analizado datos de más temporadas. En Cuba, en la playa Caleta de los Piojos, Ferrer y colaboradores (2007) también

observaron un número no muy alto en anidaciones y de hembras, mencionan que además de que se podría tratar de un población pequeña también atribuyen dichos resultados a que estos reptiles no anidan en años consecutivos, y además que para esta área se ha descrito un comportamiento donde se establecen como años de alta anidación los años pares del calendario, siendo los impares de poca anidación. Aunque la temporada 2013 no es un año par, podría considerarse probablemente como año de tasa alta y suponer que la temporada 2014 sea el año de tasa baja.

El número de nidadas inferidas fue de 853, resultado que no varió mucho con el número real de nidadas (876) para la temporada 2013 en el Campamento Tortuguero Santander; por lo que se puede decir que en caso de no conocerse el número real de nidadas éste se puede estimar con un método indirecto como el utilizado.

Con respecto a la estimación de la densidad, los resultados obtenidos en este trabajo se consideran estimaciones válidas para ser comparadas con otros estudios de censos terrestres de tortugas marinas; sin embargo, aunque la metodología es considerada como eficiente y recomendada por Gerrodette y Taylor (2000), no ha sido muy utilizada, ya que el método más común para la estimación de la densidad es por medio de marcas metálicas (marcaje-recaptura). Por esta razón no hay fuente de comparación, aunque cabe mencionar que recientemente Rodríguez (2013) en el Parque Nacional Bahía de Loreto (PNBL), Baja California Sur, realizó un estudio donde utilizó una metodología similar pero en este caso para censos aéreos, el valor más alto de densidad fue en la isla Coronados (0.9 tortugas/km^2), distinto al obtenido en este trabajo (268.6 tortugas/km^2), esta diferencia se debe al tipo de censo utilizado, aéreo y terrestre, respectivamente.

Los índices de abundancia obtenidos para cada playa muestreada no fueron estadísticamente diferentes aunque hay un menor numero de nidos en la playa de

Santa Ana que en la de Santander, probablemente esto se deba a que los habitantes de dicha localidad viven más cerca de la playa y por consiguiente hay más iluminación, la erosión de la playa al remover arena para la construcción de infraestructuras, basura que no solo es arrastrada por el mar sino también por los habitantes, son algunos de los factores que pudieron haber afectado negativamente la anidación (Chacon, et. al., 2000), a diferencia de la otra playa donde es más difícil el acceso a ésta.

Los resultados obtenidos en la distribución temporal muestran que el pico de anidación ocurre en los meses de Julio-Agosto, estos resultados concuerdan con lo que sugiere Vera y Buitrago (2012) quienes mencionan que aunque las hembras de *Chelonia mydas* pueden anidar cualquier día del año, las actividades reproductivas estan concentradas en los meses de Julio-Octubre. No obstante, difieren a lo registrado por Godley (2001) y Peñaloza (2000) quienes registraron al mes de Marzo y al periodo de Agosto-Noviembre respectivamente como el tiempo donde ocurre el pico de anidación. Peñaloza (2000) señala que se deben tomar en cuenta factores como la precipitación y las temperaturas para poder explicar mejor las fechas de la temporada de anidación para *Chelonia mydas* y probablemente ampliar la temporada de anidación. Se observó que en los meses de Julio y Agosto es muy similar el número de rastros sin anidación exitosa al número de nidos, si bien esto no ocurre en el mes de Junio donde claramente hay muy pocos rastros y un mayor número de nidos, esto pudo haber sido el resultado de la presencia durante este mes de la tormenta tropical “Barry” que provocó lluvias torrenciales y que éstas borraran algunos de los rastros y se contabilizaran un menor numero de éstos (Luna, 2013).

En cuanto a la distribución espacial respecto al número de nidos por estación se observa que hay una preferencia notable por las estaciones cuatro, cinco, seis y siete lo que probablemente se deba a que esa parte de la playa se caracteriza por tener dunas, menor cantidad de piedras y menos contaminación lumínica. Aunque sería importante tomar datos climáticos sobre las condiciones climáticas como la

temperatura y humedad relativa del aire y la arena, durante la anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas)* (Montes, 2004).

Aunque el marcaje tradicional de tortugas ha sido uno de los objetivos de mayor relevancia en la investigación de tortugas marinas en México (Márquez, 1996), la aplicación de otros métodos es escasa, por lo que la implementación de más técnicas como la aplicación de índices de abundancia, estimación de la densidad por medio de observaciones y la distancia a la línea de rastreo, así como métodos indirectos, en conjunto podrían arrojar información más completa para conocer el estado de una población.

CONCLUSIONES

- En las playas del Campamento Tortuguero Santander anidaron entre 175.2 y 438 tortugas verdes en la temporada 2013.
- Con los resultados obtenidos en comparación con otros estudios se puede decir que el tamaño de la población de hembras anidadoras durante la temporada 2013 en el Campamento Tortuguero Santander es una población alta.
- Utilizar métodos indirectos para estimar la frecuencia de puesta y el número de nidadas inferidas, pueden ser confiables ya que los resultados obtenidos no variaron mucho de los reales.
- El método de censos terrestres (transectos lineales) en las poblaciones de tortuga verde (*Chelonia mydas*) puede enriquecer los datos obtenidos con otros métodos tradicionales como el de marcado-recaptura, permitiendo hacer inferencias más acertadas de parámetros poblacionales, así como la estimación del número de hembras
- Utilizar índices de abundancia relativa en poblaciones de tortugas marinas puede ser una herramienta útil.
- Se observó una tendencia de actividades anidadoras en la playa de Santander, sin embargo estadísticamente la playa de Santa Ana también es representativa.
- La fluctuación de las anidaciones por mes en la temporada 2013 se observaron del mes de Mayo a Septiembre, siendo Julio-Agosto los meses más importantes para la anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas)* en el Campamento Tortuguero Santander.
- Respecto a la distribución espacial se observó una preferencia por la zona norte de toda el área de estudio.
- De los métodos que se utilizaron consideramos como mejor método el de transectos lineales

- El software Distance 6.0 es una aplicación eficaz en el que los modelos estadísticos están bien desarrollados y permite estimar la densidad de una población de tortugas marinas de manera confiable.

RECOMENDACIONES

Es importante dar continuidad a largo plazo con el método de transectos lineales para obtener más información y compararla con más temporadas de anidación y conocer las fluctuaciones de la población de tortugas verdes en el Campamento Tortuguero Santander.

Extender el uso de la técnica de transectos lineales en diferentes playas de anidación y en otras especies de tortugas marinas con el fin de desarrollar y mejorar las estrategias de monitoreo.

LITERATURA CITADA

Alonso, L. 2007. *Epibiontes asociados a la tortuga verde juvenil (Chelonia mydas) en el área de alimentación y desarrollo de Cerro Verde, Uruguay*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires 60 p.

Alvarado, J. y Delgado, C. 2005.Tortugas Marinas de Michoacán: Historia Natural y Conservación. Comisión de Pesca del Estado de Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 152 pp.

Alvarado, J. y Murphy T. M. 2000. Pp. 132-136. Periodicidad en la anidación y el comportamiento entre anidaciones. En: *Técnicas de Investigación y Manejo* para *la Conservación de las Tortugas Marinas.* Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE. Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A. y Donnelly, M. (eds.).IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group.

Broderick, A. C. y Godley, B. J. 1996. Population and nesting ecology of the Green Turtle, *Chelonia mydas*, and the Loggerhead Turtle, *Caretta caretta*, in northern Cyprus. *Zoology in the Middle East*. 13: 27-46.

Broderick, A. C., Glen, F., Godley, B. J., Hays, G. C. 2002. Estimating the number of green and loggerhead turtles nesting annually in the Mediterranean. *Oryx*: 36(3) 15 pp.

Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P. y Laake. J.L. 1993. Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Chapman and Hall, London. 446 pp.

Buckland, S.T., Anderson D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers D.L. y Thomas, L. 2001. Introduction to distance sampling. Oxford University Press, New York

CITES. 2010. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

Chacon, D., Valerín, N.,Cajiao, M. V., Gamboa, H. y Marín, G. 2000. Manual para mejores practicas de conservación de las tortugas marinas en Centroamérica. Programa Regional Ambiental para Centroamérica de la ID-G/CAP en sus componentes CAPAS y Costas, bajo el auspicio de la Secretaría de Integración Centroamericana (SICA, antes CCAD). 139 pp.

Chacon, D., Dick, B., Harrison, E., Sarti, L., Solano, M. 2008. Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica (Propuesta base). Secretaría Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), San José, Costa Rica. 56 pp.

Chaloupka, M. Y. y Musick, J.A. 1997. Age, growth and population dynamics. Pp. 233-276. En: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). *The Biology of Sea Turtles.* CRC Press, New York; New York.

Crouse, D. T., Crowder, L. B. H., Caswell. 1987. A stage based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. Ecology. 68(5): 1412-1423 pp.

Cuevas, E., Gonzalez, B., Segovia, A., y Sosa, J. 2010. Tortugas marinas: poblaciones y hábitats críticos. Pp. 496 En: Durán García, Rafael y Martha Méndez González (eds.). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán.* CICY, PPD-FMAM, Conabio, Seduma. Mérida, Yuc.

De la Torre, A., Viadiu, M., Peñaflores, C., Albavera, E., Harfush, M. 2010. Guía ilustrada de tortugas marinas para los Campamentos Tortugueros

Comunitarios de la Costa Oaxaqueña. Fundación Comunitaria Oaxaca A.C. CONANP México. 62 pp.

Eckert, K. L. 1995. Anthropogenic threats to sea turtles. Pp. 611-612.En: Bjorndal, K. (ed.). Biology and conservation of sea turtles. 2nd Edition. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.

Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., Donnelly, M. (eds.). 2000 (Traducción al español). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas.* Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE. 4: 270 pp.

Ferrer, Y., Díaz, R., Medina, Y., Ibarra., M.E. 2007. Tamaño efectivo de la población anidadora de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en la playa Caleta de Los Piojos, Peninsula de Guanacabibes, Cuba, estimado mediante marcación de saturación. *Invest. Mar*. 28(1): 57-61 pp.

Frazier, J. 1999. Generalidades de la historia de vida de las tortugas marinas. Pp. 3-18. En: Eckert, K. L. & Abreu-Grobois, F. A. (Eds).2000 *Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe – Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo*. WIDECAST, UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG), WWF y el Programa Ambiental del Caribe del PNUMA.

García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Offset Larios. México. 246 pp.

García-Romero, M. E., Hernández-Dueñas, L. M., García-Castañeda, B., Santos-Soto, A., Meyer-Willerer, A. O. 2007. Protección y conservación de tortugas

marinas de la zona costera de Michoacán, México. *Avances en Investigación Agropecuaria (AIA)*. 11(2): 14 pp.

Gerrodette, T., y Taylor, B. 2000. Estimación del tamaño poblacional. Pp. 78-82. En: Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A. y Donnelly, M. (eds.). 2000. *Técnicas de investigación y manejo* para *la conservación de las tortugas marinas.* Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group.

Godley, B.J., Broderick, A.C. y Hays, G.C. 2001. Nesting of green turtles (*Chelonia mydas)* at Ascencion Island South Atlantic. *Biological Conservation.* 97:151-158 pp.

Hirth, H. F. 1997. Synopsis of the biological data on the green turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758). Fish and Wildlife Service. U.S. Department of the Interior*. Biological Report*. 97(1). 129 pp.

INE-SEMARNAT, 1999. *Programa nacional de protección, conservación, investigación y manejo de tortugas marinas.* México. http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=187 Consulta: Marzo 2014.

Jackson, A., Broderick, A., Fullerb, W., Glen, F., Ruxtond, G., Godley, B. 2008. Sampling design and its effect on population monitoring: How much monitoring do turtles really need?. *Biological Conservation*. 141. 2932–2941 pp.

Labastida, E. 2011. *Foto-identificación de tortuga carey (Eretmochelys imbricata) y blanca (Chelnoia mydas) en las playas de Chenkan e Isla Aguada, Campeche*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Campeche. 92 p.

Limpus C. J., P. J. Couper y M. A. Read. 1994. The Green turtle, *Chelonia mydas*, in Queensland: population structure in a warm temperate feeding area. Mem. Queensland Museum 37(1):139-154 pp.

Lohmann, K. J. y C. M. Lohmann. 1996. Orientation and open-sea navigation in sea turtles. *The Journal of Experimental Biology* 199: 73-81 pp.

López-Mendilaharsu, M., Gardner, S.C. y Seminoff, J.A. 2003. Feeding ecology of the east Pacific green turtle (*Chelonia mydas agassizii*) in Bahía Magdalena, B.C.S., México. En: Seminoff, J.A. (eds.). Proceedings of the Twenty Second International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503, U.S. Department of Commerce, Miami. 218-219 pp.

Luna, J. 2013. “Ciclones tropicales en Veracruz”. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Xalapa, Veracruz.3 pp.

Lutcavage, M. E., Plotkin, P., Witherington, B., y Lutz P. L., 1997. Human impacts on sea turtle survival. Pp 387-410. En: Lutz, P. L. & J. A. Musick (eds.). *The biology of sea turtles*. CRC Press, Boca Raton.

Márquez, R. 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Fondo de cultura económica. México, D.F. 104 pp.

Meylan, A.B y Meylan, P.A. 1999. Introducción a la Evolución, Historias de Vida y Biología de las Tortugas Marinas. Pp. 3-5. En: Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A. y Donnelly, M. (eds.). 2000. *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas.* Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.

Montes, L. 2004. *Estimación de la abundancia relativa de tortugas marinas que anidan en las costas de Guatemala.* Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala. 86 p.

Norma Oficial Mexicana, NOM-059-ECOL-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Peñaloza, C. 2000. *Demografía y viabilidad de la población de tortuga verde, Chelonia mydas, en Isla de Aves*. Tesis de licenciatura. Universidad Simón Bolívar. Venezuela. 87 p.

Pritchard, P. y Mortimer, J. 2000. Taxonomía, morfología externa e identificación de las especies. Pp. 23-41. En: Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A. y Donnelly, M. (eds.).2000. *Técnicas de investigación y manejo* para *la conservación de las tortugas marinas.* Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group. .

Programa Nacional de Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas. SEMARNAT

Rees, A., Hafez, A., Lloyd, J., Papathansopoulou, N., Godley, B. 2013. Green Turtles, *Chelonia mydas,* in Kuwait: Nesting and Movements. *Chelonian Conservation and Biology*. 12(1):157-163 pp.

Raygadas, B. 2008. *"Estado de conservación de la población de Tortuga negra (Chelonia agassizii) en Michoacan"*. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 67 p.

Redsted, A. R.; Murphy, J. C.; Ompi, M.; Whitfield, G. J. y Uetz, P. 2011. Marine Reptiles. *PLoS ONE*. 6:1-12 pp.

Rodríguez, R. 2013. Abundancia y distribución de tortugas marinas en el Parque Nacional Bahía de Loreto, México (2008-10).Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Baja California Sur. 86 p.

Santos-Baca, L. 2008*. Evaluación de los hábitos de alimentación de la Tortuga verde Chelonia mydas en Bahía Magdalena, B.C.S. México, utilizando la técnica de isótopos estables*. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Biologicas del Noreste, México.

Seminoff, J.A. (Southwest Fisheries Science Center, U.S.) 2004. *Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. 25 de Marzo 2015.

Schroeder, B. y Murphy, S. 2000. Prospecciones poblacionales (Terrestres y Aéreas) en playas de anidación. Pp. 51-77. En: Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A. y Donnelly, M. (eds). *Técnicas de investigación y manejo* para *la conservación de las tortugas marinas.* Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE.IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group. 4.

Thomas, L., Laake, J., Rexstad, E., Strindberg, S., Marques, F., Buckland, S., Borchers, D., Anderson, D., Burnham, K., Burt, M., Hedley, S., Pollard, J., Bishop, J., and Marques, T. 2009. Distance 6.0. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/.

Vera, V., y Buitrago, J. 2012 Actividad reproductiva de *Chelonia mydas* (Testudines: Cheloniidae) en Isla de Aves, Venezuela (2001-2008). *Rev. biol. Trop*. 60: (2), 745-758 pp.

Viga, L.A. 2010. *Situación actual de la tortuga marina en el estado de Veracruz: Campamento Lechuguillas.* Monografía de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Veracruz, Veracruz. 66 pp.

Villa-Dirado, J. A. 1998*. Protección comunitaria de la tortuga verde, Chelonia mydas (Linneaus, 1758), en las playas de Santander, municipio de Alto Lucero, Veracruz, durante las temporadas de 1996 y 1997.* Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa-Enriquez, Ver. 38 p.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de registro diario (fecha de muestreo, especie, localización, nido o rastro, destino o uso de la nidada, observador y observaciones).

Formato : Registro diario; Censo terrestre de nidos en playas de anidación						
Playa:						
Monitoreo:	Hora de inicio			Monitoreo :	Hora final	
Fecha de muestreo	Especie Verde/Lora	Localización (Sección de la playa: zona y distancia del mar al nido)	Nido o rastro N/R	Destino o uso de la nidada o nido /no. de huevos, 1,2,3,4,5	Observador	Observaciones
1. Nidada incubándose en condición natural (*in situ*). 2. Nidada reubicada a corral. 3. Nidada reubicada a otro sitio de la playa. 4. Nidada o nido camuflado. 5. Nido depredado						