

 EDUCACIÓN SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA	SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO	
	Portada del Proyecto de Residencias Profesionales	

Nombre del Proyecto:

Diagnóstico de la abundancia y distribución de los nidos de tortuga caguama (*C. caretta*) y tortuga verde (*C. mydas*) y el posible impacto de sargazo en las playas de Tulum, Quintana Roo, México.

Nombre del Alumno

Lisbeth Ayala Martínez

Numero de Control

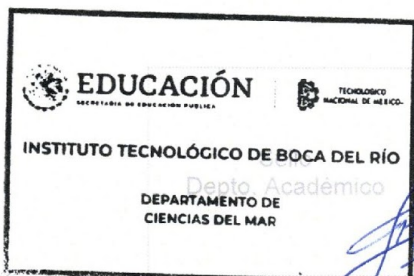
15990630

Nombre de la Carrera

Lic. En Biología

Especialidad

Marina



FROYLÁN SÁNCHEZ MORALES
 Nombre del Asesor Interno



RODOLFO GALICIA
 Nombre Asesor Externo

Boca del Rio, Veracruz a 13 de Diciembre del 2019

Agradecimientos

A mi mamá por estar siempre y familia por el apoyo incondicional. Al trabajo realizado en conjunto con el Ayuntamiento de Tulum y al personal del Programa para protección a Tortugas por el conocimiento adquirido, a mis asesores por los consejos para mejorar mi proyecto, profesores y coordinador.

Resumen

El presente proyecto presenta el diagnóstico de la abundancia y distribución de los nidos de tortugas caguama y tortuga verde durante la temporada Abril- Noviembre 2019 dentro del campamento tortuguero de la Dirección de Ecología y Medio ambiente. Con Monitoreo Sistemático Nocturno (MSN) y Monitoreo sistemático Diurno (MSD), se realizaron censos diarios donde se registraron nidadas, posibles eclosiones, y características de tortugas (largo, ancho, lesiones, marcaje). Como resultado se obtuvo en Playa Papaya Project (PPP) que la especie *C. mydas* tuvo con 80.69 mayor porcentaje de eclosión que *C.caretta* y en Parque Nacional Tulum (PNT) *C. caretta* tuvo con 87.88 mayor porcentaje de eclosión que *C.mydas*. La distribución se midió como nido/kilómetro teniendo como total mayor distribución en PNT que en PPP. Con entrevistas realizadas a ZOOFEMAT y a la zona hotelera que contribuyeron en el manejo del sargazo se permitió conocer con esta información el posible impacto que tuvo el manejo del sargazo en la eclosión de los huevos de tortugas en las playas de Tulum, y así mejorar el manejo del sargazo para prevenir riesgos en futuras temporadas.

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	4
1.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante (Antecedentes)	4
1.2 Planteamiento del problema	5
1.3 Objetivos	6
1.4 Justificación	7
1.5 Hipótesis	8
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Características generales	9
2.1.1 Distribución	10
2.1.2 Ciclo de vida	10
2.1.3 Incubación de los huevos	11
2.1.4 Hábitats de desarrollo	12
2.1.5 Hábitats interanidatorios	13
2.2 Especies de Tortugas Marinas Presentes	14
2.2.1 <i>Caretta caretta</i>	14

2.2.1.1	Tortuga caguama del Golfo y Caribe	16
2.2.2.	<i>Chelonia mydas</i>	20
2.3	Principales amenazas	28
2.4	Estado de conservación en el país	38
	Sargazo	39
CAPÍTULO 3.	DESARROLLO (Procedimientos y descripción de las actividades realizadas)	44
3.1	Área de estudios	44
3.2	Materiales y métodos	46
CAPÍTULO 5.	RESULTADOS	51
CAPÍTULO 6.	CONCLUSIONES	68
CAPÍTULO 7.	COMPETENCIAS DESARROLLADAS	70
CAPÍTULO 8.	FUENTES DE INFORMACIÓN	71
CAPÍTULO 9.	ANEXOS	73

INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas han sido a lo largo de la historia, una fuente importante de recursos para las comunidades humanas que habitan en las zonas costeras (Azanza *et al.*, 2003). Su explotación indiscriminada, la poca investigación existente de los primeros años de vida de tortugas marinas en el Océano Atlántico (CIT-SSC-2015), y otras causas indirectas, como destrucción del hábitat, y ahora la constante salida masiva del sargazo en las playas han provocado la declinación de muchas de sus poblaciones (Dreckmann & Senties, 2013). Tal situación se ha vuelto un punto importante de discusión para la comunidad científica y, como resultado, muchos países y organizaciones internacionales han promulgado regulaciones y han establecido nuevas estrategias conservacionistas para proteger estas formas vivientes únicas, así como acciones por parte del gobierno para limpiar playas del sargazo.

Las tortugas marinas son un enlace fundamental con los ecosistemas marinos. Ayudan a mantener la salud de los lechos de pastos marinos y los arrecifes coralinos, que benefician a especies con valor comercial, como el camarón, la langosta y el atún. Las tortugas marinas son representantes vivos de un grupo de reptiles que han existido en el Planeta Tierra y han recorrido nuestros mares durante los últimos 100

millones de años. Las tortugas tienen un significado cultural muy importante y un valor turístico considerable. Las tortugas marinas pueden poner más de 150 huevos por nido y pueden anidar varias veces en cada estación, con lo cual compensan las altas tasas de mortalidad que impiden a la mayoría de las tortugas marinas llegar a la madurez (Dreckmann & Senties, 2013).

La mayoría de las tortugas que estudiamos se dispersan de sus playas de anidación como crías y ocupan escenario en las aguas costeras del Golfo de México (Bolten, 2003). Durante esta etapa de su vida las estructuras de macroalgas llamadas Sargazo, que se encuentran conformadas por más de 80 especies tales como *Sargassum natans* y *Sargassum fluitans* brindan protección, alimento, reproducción y crianza no solo a tortugas sino a peces, invertebrados y aves (Witherington et al., 2012; Edwards y Kapraun, 1973; Kaldy et al., 1995), muchos de importancia comercial (Pendleton et al., 2014).

Históricamente, las mayores acumulaciones ocurrieron en Quintana Roo, México. Según Dreckmann & Senties (2013), los arribazones presentes en este litoral son los más espectaculares en términos de diversidad y abundancia, destacándose las observadas en Cancún y Puerto Morelos que se mantienen durante todo el año, aunque disminuyen en febrero. Provocando así, impactos negativos que afectan los recursos acuáticos

en las costas y de las cuales se sustentan actividades socio-económicas.

Desde el punto de vista ecológico no existen estudios que profundicen en este fenómeno. Se ha observado mortandad en peces, tortugas y mamíferos marinos. La acumulación y muerte de grandes cantidades de macroalgas en la costa provoca un aumento de la demanda química y bioquímica de oxígeno, anoxia y se generan gases tóxicos, como el sulfuro de hidrógeno y el metano que son dañinos a la salud humana y de otros organismos. Esto altera la calidad de la arena y afecta los organismos que habitan estos ecosistemas costeros como las playas y manglares. Se ha documentado también la afectación de los nidos de tortugas marinas y de los neonatos que no logran llegar al agua. En los arrecifes coralinos puede haber obstrucción de luz y aporte de materia orgánica. Esto puede favorecer a más largo plazo, el crecimiento de las macroalgas y cianobacterias, lo cual puede provocar un cambio de fase en estos ecosistemas (Pendleton *et al.*, 2014).

Por ley las tortugas han sido protegidas a nivel mundial y por el municipio de Tulum durante varias temporadas. Las tortugas protegidas durante la temporada de anidación 2019, corresponden a las especies de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*) principalmente, aunque también se pueden registrar la presencia de las demás tortugas. Para este periodo se registraron las dos especies.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante (Antecedentes)

El programa de Protección de Tortugas Marinas implementado el 6 de agosto del 2010 pertenece al Ayuntamiento de Tulum y es dirigido por Dirección de Ecología. En la Dirección de Ecología se trabaja con la sociedad y el Estado para que sean futuros líderes en la protección y conservación del ambiente, utilizando sustentablemente sus recursos y capital natural, donde el desarrollo económico y social, la convivencia armónica con la naturaleza, así como el crecimiento turístico, se realice conforme a reglas claras establecidas en los diversos instrumentos de política y gestión ambiental como el ordenamiento ecológico; áreas naturales protegidas; educación ambiental; gestión integral de residuos; calidad del aire; cambio climático y el manejo adecuado de la biodiversidad. Garantizando el derecho de cada persona a su desarrollo económico, social e individual en un ambiente sano. Consolidando así un Tulum más ecológico y sustentable.

1.2 Planteamiento del problema

El Programa de Protección de Tortugas Marinas inició en el 2009 como respuesta a las quejas que se tenían por el atropellamiento de tortugas (crías), saqueo de nidos, saqueo de hembras, y nidos afectados por equipo de playa, además de especies ferales. Por lo que se empezó a rescatar las crías de atropellamiento, proteger a las hembras anidadoras, proteger las playas que no tenían protección de otros programas en Tulum.

El arribo masivo de sargazo en las playas de Tulum generó una organización para la limpieza de las mismas por el municipio y zona hotelera, desconociendo repercusiones en el manejo del sargazo, arribo y eclosión de la tortuga verde (*C. mydas*) y carey (*C. caretta*), durante la temporada Abril-Noviembre 2019.

1.3 Objetivos

Objetivo general

Determinar si existe relación entre el manejo del sargazo y la dinámica en el arribo y eclosión de la tortuga verde (*C. mydas*) y carey (*C. caretta*), durante la temporada Abril-Noviembre 2019, en dos playas de Tulum, Quintana Roo, Méx.

Objetivo específico

Describir el manejo del sargazo por autoridades estatales, elaborando entrevistas a ZOOFEMAT, hoteles y gente nativa de la zona para saber cuáles fueron las principales acciones para el manejo del sargazo. Consultar bases de datos sobre el arribo de sargazo en las playas estudiadas.

Determinar la abundancia y distribución de los nidos de las especies de tortugas

C. caretta y *C. mydas* en cada área de estudio y dinámica de las dos playas estudiadas.

Estimar la supervivencia de crías de *C. caretta* y *C. mydas* en las dos playas estudiadas.

Determinar la influencia en la eclosión de las tortugas de la presencia de sargazo dentro de los nidos en las dos playas estudiadas.

1.4 Justificación

Debido al incremento de mortandad de huevos no eclosionados el presente proyecto pretende determinar si existe relación entre el manejo del sargazo y la dinámica de las dos especies en dos playas con respecto a la afectación en el arribo y la eclosión de la tortuga verde (*C. mydas*) y carey (*C. caretta*) durante la temporada Abril-Noviembre 2019, de Tulum, Quintana Roo, puesto que temporadas anteriores no se tuvo datos con respecto a la cantidad arribada aproximada de sargazo ni el manejo que tuvo la zona hotelera en las playas. Para así tener un mejor manejo del sargazo en las próximas temporadas sin afectar tanto a las anidaciones.

1.5 Hipótesis

Las actividades antropogénicas en el manejo del sargazo desde el 2014, afectan la eclosión de los nidos de tortugas, siendo que, los nidos en playas con mayor sargazo tendrán menos éxito de eclosión que las playas que no tengan.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

El municipio Tulum pertenece al Estado de Quintana Roo, cuenta con una superficie total de 2,040.94 km² y ocupa el 4.9% de la superficie del estado, está conformado por 170 pequeñas localidades, de las cuales solo 17 son de crecimiento notorio (INEGI, 2010; INAFED).

Tulum cuenta con un clima clasificado como cálido subhúmedo con lluvias en verano, caracterizándose por sus elevadas temperaturas y humedad durante gran parte del año, la temperatura media anual que se registra en la zona interior del municipio es inferior a los 26° C, mientras que en la zona costera supera esta cifra; la precipitación promedio anual en casi todo el territorio es superior a los 1,500 mm, la más elevada de Quintana Roo, solo en una zona del extremo oeste del municipio se registra en el rango de 1,300 a 1,500 mm. (INEGI, 2019).

2.1 Características generales

Existen siete especies de tortugas marinas, sus representantes pertenecen a dos familias- *Cheloniidae* y *Dermochelyidae*, son los únicos elementos modernos que sobrevivieron lo que fue una amplia y diversa radiación de tortugas cryptodiras. Estas siete especies incluyen a la tortuga caguama (*Caretta caretta*), verde (*Chelonia mydas*), carey

(*Eretmochelys imbricata*), lora (*Lepidochelys kempii*), golfina (*Lepidochelys olivacea*), aplanada (*Natator depressus*) y laúd (*Dermochelys coriacea*). Una octava especie, la tortuga prieta o verde del Pacífico oriental (*Chelonia agassizii*), es también reconocida por algunos especialistas como especie independiente. Investigaciones publicadas recientemente sobre su morfología, genética y composición bioquímica exhiben resultados contradictorios, por lo que en el presente se le considera como parte de la especie *Chelonia mydas* (Meylan & Meylan, 2000).

Distribución

Las tortugas marinas habitan en todas las cuencas oceánicas, con representación de algunas de las especies desde el Ártico hasta Tasmania. Con la excepción de las tortugas lora y aplanada, las tortugas marinas son cosmopolitas en su distribución (Meylan & Meylan, 2000).

La tortuga caguama puede ser encontrada en las aguas tropicales y subtropicales del mundo. Existen muchos sitios de anidación pero sólo unos pocos resaltan por su abundancia, como las agregaciones en las Islas Masirah y Muria en Oman, en el Océano Índico; desde Florida hasta Carolina del Norte (Dodd, 1988) en las costas de Estados Unidos en el Atlántico Occidental, en la costa central de Quintana Roo en México y el

Archipiélago Japonés.

Ciclo de vida

En general se caracterizan por ser longevas y de maduración tardía, lo que implica que el ciclo de vida sea muy prolongado (varias décadas). Así mismo utilizan diferentes ambientes terrestres, mar profundo, aguas costeras, bahías, arrecifes y realizan migraciones cuando adquieren independencia cruzando aguas de jurisdicción nacional de varios países (Gaona & Barragán, 2016).

Hirth y Hollingworth, 1973; Carr *et al.*, 1978 (obtenido de Meylan & Meylan, 2000) han desarrollado un modelo generalizado de la historia de vida a partir de información de la tortuga verde (*C. mydas*). Aunque cada especie difiere de este modelo en varios aspectos importantes, el modelo explica muchos de los movimientos y migraciones observadas.

Incubación de los huevos

El inicio de la vida independiente de las tortugas marinas es durante el desove de los huevos en un nido construido en la arena, arriba de la línea de costa. Dependiendo de la especie varía la cantidad de huevos desovados desde 50 hasta 200 huevos aunque típicamente son de 140

(Gaona & Barragán, 2016). La incubación se verá determinada por variables como humedad y temperatura entre 24-25° y 34-35°, condiciones naturales que determinan el éxito de la eclosión (Gaona & Barragán, 2016), y del periodo que permanecerán los huevos de 45-60 días. Por ser especies cuyo sexo es definido por la temperatura de incubación, el valor durante el segundo tercio de ésta llamado “periodo termo sensible (PTS)” determina el sexo de los embriones. Cuando el porcentaje de cada sexo es del 50% se le conoce como “temperatura pivote” o de “umbral” siendo generalmente de 29° C entre especies y poblaciones. Los valores mayores del PTS generarán más hembras y machos con valores menores.(Akerman,1997; Gaona & Barragán, 2016).

Al concluir el periodo de desarrollo los embriones eclosionan rompiendo el cascarón usando un dentículo o caraúncula que tienen en la punta del pico. El ascenso dura de 1-7 días durante la tarde o noche permitiendo evadir variedad de predadores diurnos y evitar deshidratación y muerte causada por insolación. (Gaona & Barragán, 2016; Brothers y Lohmann, 2015).

Hábitats de desarrollo

Al abandonar las playas de anidación como crías, las tortugas verdes, caguamas y carey inician una fase pelágica antes conocido “año perdido” (en el mar abierto) en la que se piensa dura por lo menos varios años, aunque se ha hipotetizado que este estado representa un período de al menos dos años, pero quizás sea de 10 o más años, en los cuales las tortugas jóvenes permanecen en la superficie de las aguas del océano abierto y ampliamente dispersadas por las corrientes oceánicas. (Meylan & Meylan, 2000; CIT-SSC-2015; Gaona & Barragán, 2016).

Con frecuencia se les encuentra en el mar asociadas a mantos de sargazo o líneas de marea que se forman cerca de los frentes de las principales corrientes. Se ha demostrado una deriva pasiva ocasionada por las corrientes en el período inmediato a la eclosión. La tortuga aplanada parece ser la única excepción de este patrón ya que las crías permanecen en aguas costeras y aparentemente carecen de una fase pelágica (Walker y Parmenter, 1990). Los hábitats de la etapa juvenil de tortugas laúd y golfina permanecen desconocidos

La mayor parte de la vida de las tortugas adultas transcurre en sitios de alimentación (en combinación con o independiente de las tortugas inmaduras), un área que normalmente se encuentra distante de las playas de anidación. La alimentación de los adultos pueden ser fijas en su ubicación, como por ejemplo mantos de algas marinas o transitorias, como las zonas en el océano donde ocurren afloramientos estacionales (medusas e invertebrados bénticos) (Meylan & Meylan, 2000).

Hábitats interanidatorios

Durante la temporada de reproducción, las tortugas adultas se trasladan a las cercanías de las playas de anidación, donde pueden permanecer durante varios meses. La cópula ocurre a lo largo de los corredores migratorios, en sitios de cortejo o de apareamiento y en las inmediaciones de las playas de anidación. Durante la época de reproducción, se puede encontrar tanto hembras como machos en áreas mar adentro frente de la playa de anidación (Meylan & Meylan, 2000).

Las hembras anidan típicamente más de una vez por temporada y la mayoría no anidan en años consecutivos. Preferencias del hábitat de anidación, estrategia de anidamiento (masivo vs. solitario), talla en la primera reproducción, número de huevos por nido y algunos detalles en el tamaño y tipo de la construcción del nido (Meylan & Meylan, 2000).

Especies de tortugas marinas presentes

Caretta caretta

La tortuga caguama es una especie altamente migratoria con un ciclo de vida complejo que se caracteriza por diversos estadios juveniles que ocupan hábitats diversos, desde exclusivamente oceánicos hasta neríticos, con los adultos realizan migraciones hacia las playas de anidación (TEWG, 2009). Se considera la especie de tortuga marina de la Familia *Cheloniidae* que se distribuye en zonas más frías (Hawkes, et al., 2007).

Es carnívora durante todo su ciclo de vida. Su pico grueso, cabeza amplia y fuertes mandíbulas puede triturar las conchas de moluscos grandes como los del género *Strombus*. Pasan sus primeros años en las zonas de convergencia de corrientes en mar abierto, donde se alimentan de diversos invertebrados pequeños como cangrejos. Los juveniles grandes y adultos tienen una dieta más variada y oportunista. En el ambiente pelágico pueden alimentarse de salpas, medusas y otros invertebrados flotantes, mientras que en las zonas costeras prefieren los crustáceos y moluscos (Ruckdeschel y Shoop, 2006).

El caparazón es moderadamente ancho; ligeramente aserrado en el

margen posterior de los individuos inmaduros, con áreas engrosadas en el caparazón arriba de la base de la cola en adultos y sub-adultos. Datos para la población de Quintana Roo indican que el promedio del largo curvo estándar del carapacho es de 100 cm con un rango de 76 a 122 cm. La cabeza es grande y triangular y mide aproximadamente 19 cm de ancho. Las aletas delanteras son relativamente cortas en comparación con las otras especies y presenta dos uñas en cada aleta. Dorsalmente tienen un color café rojizo, mientras que la superficie ventral va del amarillo al naranja en adultos y sub-adultos. El promedio de peso de los ejemplares en Quintana Roo es de 136 kg (rango 102-170 kg) (Zurita et al., 1993).

Las crías son de color pardo variando de tono; miden unos 4 cm de largo, y pesan 20 g (Viveros, 1991). El diámetro de los huevos es de 4 cm y pesan 39 g (Zurita, 1985). La anidación de esta especie es de mayo (ocasionalmente en abril) a septiembre, aunque su mayor frecuencia es en junio y julio. Las tortugas regresan a los mismos sitios de anidación en cada temporada; las hembras adultas se reproducen cada 2-3 años, regresan 1-6 veces por temporada, depositan 111 huevos por nido en promedio, en intervalos de 12 a 15 días. El período de incubación es de 55 a 65 días (Zurita et al., 1993).

Como una estrategia reproductiva, las caguamas pueden desovar hasta 400 huevos en una temporada (100 huevos por nidada, 4 nidadas por temporada, en promedio). Probablemente desarrollaron este modelo reproductivo en respuesta a la alta mortandad durante la fase de huevo y cría. El número de huevos dentro del nido debe ser un compromiso entre muchos factores que intervienen: el riesgo de la madre cada vez que sale del mar a la playa, el número de crías que se requieren para salir exitosamente desde un nido, la probabilidad de que un nido fracase completamente debido a la depredación o factores abióticos.

En la actualidad el género *Caretta* es considerado monotípico (con una sola especie): El nombre común utilizado para esta especie en México es tortuga caguama para el lado del Golfo y Caribe mexicano, en parte de la Península de Yucatán también es conocida como tortuga cabezona, mientras que en el Pacífico mexicano se le conoce como tortuga amarilla.

Su clasificación taxonómica completa es:

Clase: Reptilia

Subclase: Anapsida

Orden: Testudines

Suborden: Cryptodira

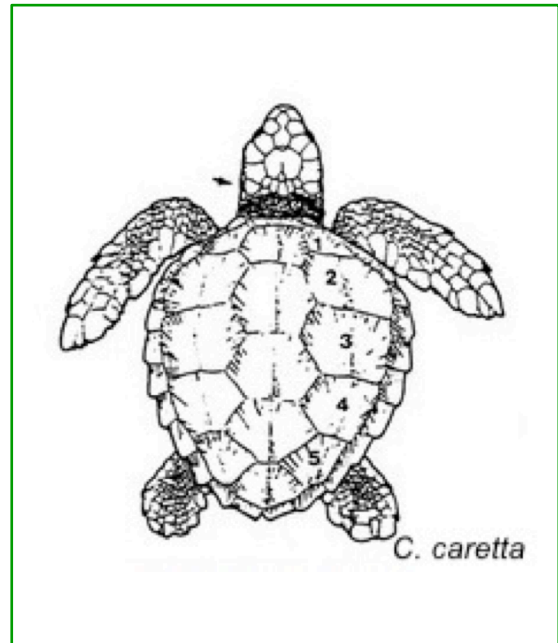
Superfamilia: Chelonioidae

Familia: Cheloniidae

Género: *Caretta*

Especie: *C. caretta* (Linnaeus, 1758)

Fuente: Dodd (1988)



Tortuga caguama del Golfo y Caribe mexicano

El estado de Quintana Roo tiene 8,962 km² de plataforma continental con características arrecifales, banco de corales y áreas cubiertas de vegetación. Los pescadores y buzos han observado a la tortuga caguama alimentándose de caracoles o nadando cerca del arrecife durante todo el año, sin embargo, no se

encuentran ejemplares juveniles de esta especie en el estado (Herrera,1991). Estudios recientes en Carolina del Norte sugieren que las poblaciones que anidan en el Atlántico occidental siguen dos rutas migratorias distintas después de la temporada de anidación (Hawkes et al., 2007): una hacia el norte, siguiendo la Corriente del Golfo hacia el Giro del Atlántico Norte, y una hacia el sur, hacia aguas tropicales. Sin embargo, los detalles de esta ruta migratoria no se conocen para la población anidadora de Quintana Roo.

La anidación se distribuye a lo largo del Golfo de México, con anidaciones raras o escasas en Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Dodd, 1988). La mayor abundancia se encuentra en el Estado de Quintana Roo; de los 900 km de costa que tiene este estado, aproximadamente 200 km son playas de anidación en donde se registran en promedio 1,300 nidos por temporada, con una media de 41.18 nidos por playa y densidad de 20 nidos por kilómetro. Las playas de mayor actividad de anidación para esta especie en el estado son: X'Cacel-X'Cacelito, Aventuras, Chemuyil, Xel-Há, Kanzul e Isla Cozumel (Zurita, 2009).

La población de caguama que anida en Quintana Roo es una de las cinco unidades demográficas independientes del Atlántico, identificadas

por su estructura genética; estas unidades están constituidas por varias colonias que presentan la mayor diversidad genética con respecto a las poblaciones del Atlántico norte (Encalada et al., 1998, 1999). Se considera que la población de tortugas caguamas en Quintana Roo es una de las de mayor importancia en el Atlántico Occidental, después de la que anida en la costa este de Estados Unidos, alcanzando entre 1,331 y 2,166 anidaciones por año a mediados de la década de 1990 (Zurita et al., 1993).

Además, esta población contribuye a los ecosistemas marinos a todo lo largo del Atlántico Norte y las aguas europeas, dado que marcadores genéticos de las colonias de Quintana Roo han sido encontrados en la costa noreste de Estados Unidos (Encalada et al., 1999; Bowen, 2000), Azores y Maderas (Bolten et al., 1998) y en el Mediterráneo, al sur de Italia (Maffucci et al., 2006). El marcado con marcas monel ha permitido asimismo identificar a las tortugas en áreas de alimentación en las costas de Cuba y Honduras (Zurita et al., 1994) y frente a la costa de Yucatán (Zurita y Prado, 2007).

El Grupo de Trabajo de Expertos en Tortugas (TEWG por sus siglas en inglés) indica que el tamaño de la población de tortuga caguama en las 8 playas índice en Quintana Roo fue de un promedio anual de 1,674 nidos en el período de 1989 a 2006, ocupando el séptimo sitio de importancia

en el Atlántico. Este grupo realizó un análisis de la tendencia en el número de anidaciones en las 8 playas índice, concluyendo que en el periodo entre 1995 y 2006, la población anidadora sufrió una declinación de más del 5% anual. Este comportamiento de disminución es similar a lo ocurrido con las poblaciones del Atlántico del Norte, y al igual que en éstas, no hay evidencia de que las hembras anidadoras se estén desplazando hacia otras áreas de reproducción (TEWG, 2009).

Tortuga caguama del Pacífico mexicano

La población de tortuga caguama del Pacífico norte anida en el Pacífico occidental, casi exclusivamente en el archipiélago japonés. Existen también reportes de anidación en el sur de China, pero éstas no son monitoreadas debido a que las playas están bajo el control militar. En Japón, se reportaron un total de 5,167 nidos en 252 playas para el año 2005 (Matsuzawa, 2007). Esta población ha declinado dramáticamente en los últimos años, hasta no más de un millar de hembras anidadoras cada temporada, por lo que se considera en peligro crítico de extinción a nivel regional.

Según estudios genéticos y de telemetría satelital, se considera que todos los ejemplares de tortuga caguama observados en aguas del

Pacífico mexicano provienen de las poblaciones reproductoras que anidan en el archipiélago japonés (Bowen et al., 1995; Nichols et al., 2000). Por esta razón, todos los individuos que se observan en aguas mexicanas son individuos juveniles o preadultos que han realizado una migración a través de todo el Pacífico para recorrer cerca de 12,000 kilómetros.

El número de tortugas caguamas juveniles presentes en aguas mexicanas ha sido estimado en decenas de miles (Seminoff et al., 2006); sin embargo, debido a que ciertos aspectos importantes sobre la dinámica de esta población se desconocen, es difícil saber si este número de juveniles incrementará la anidaciones en playas japonesas en el futuro cercano.

Chelonia mydas

La tortuga verde es una de las especies de tortuga marina con más amplia distribución, encontrándose en mares tropicales y subtropicales alrededor del mundo. Esto, junto con su abundancia histórica, gran tamaño y relativa facilidad de captura de las hembras en las playas de anidación, hizo de esta especie un blanco preferido para la explotación humana. Existen registros históricos de que la tortuga verde desempeñó un importante papel como fuente alimenticia durante la exploración y colonización del Nuevo Mundo durante el siglo XVI; recuentos de la época usan calificativos como “infinitas en número” o “recurso inagotable” al describir las colonias anidadoras de tortuga verde en Islas Caimán, probablemente la población más grande que existió en la historia (King, 1981). A mediados del siglo XVII, se inició la explotación comercial a gran escala de las tortugas verdes de Islas Caimán; la captura fue tan exhaustiva que para 1900 la población se declaró extirpada, y no se ha recuperado desde entonces. Similares historias de declinación y extinción han ocurrido siempre que la explotación comercial ha sustituido al autoconsumo en áreas de distribución de la tortuga verde (Ross, 1978).

En México, esta tendencia ha sido similar. Desde 1964 hubo un gran interés en el aprovechamiento integral de las tortugas marinas,

favoreciéndose la industrialización progresiva. En el Caribe mexicano se capturaban comercialmente tortugas verdes con una talla mínima de 75 centímetros y un promedio anual de captura de 240 toneladas (Márquez, 1976). Históricamente,

en el Pacífico mexicano, la tortuga verde fue fuente de proteína y de uso ceremonial para grupos indígenas como los Seris. Sin embargo, a partir de los 60's, la explotación comercial y la introducción de motores fuera de borda y redes redujeron a la población de tortuga verde a una fracción de sus niveles históricos (Cliffon et. al, 1981). A finales de los 60's los niveles de captura disminuyeron sustancialmente en ambas costas, surgiendo entonces el interés por la conservación de esta y otras especies de tortugas marinas, estableciéndose vedas parciales y mayores requisitos para los permisos de captura.

En 1980 la tortuga marina en el Golfo de México y Caribe dejó de ser un recurso pesquero y pasó a ser una especie en veda (Zurita y Prado, 2007) y en 1990 se decretó la veda permanente para todas la especies de tortuga marina en el país. En el Pacífico mexicano, antes que se implementara la veda permanente, sólo se permitió la explotación comercial de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) y se dieron cuotas de captura de tortuga verde para algunos grupos indígenas. En la actualidad, a la comunidad Seri se le permite la captura de algunos ejemplares de tortuga negra por razones culturales con el fin de cumplir

con la tradición de festejar el Año Nuevo el primero de julio (Gaona & Barragán, 2016).

Desde el establecimiento de la veda en ambos litorales del país, se cuenta con la participación de los diferentes sectores de la sociedad (los tres niveles de gobierno, organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas, cooperativas pesqueras y prestadores de servicios) en acciones de protección,

así como generando conocimiento de la especie en playas de anidación donde se realizan actividades de conservación de hembras, huevos y crías (Gaona & Barragán, 2016).

Se realiza un gran esfuerzo de protección en toda el área de distribución de la tortuga verde. En Tamaulipas se monitorean 198 km de playas desde 1990, de los cuales, en 98 km se presenta la anidación de la especie. En Veracruz, desde 1994 se patrullan de 166 km a 300 km de playas registrando tortugas verdes en todos ellos; esto equivale entre el 22 y el 40 % de la costa de todo el estado (Bravo y Martínez, 2007; Zurita y Prado, 2007). En Campeche sólo se han registrado anidaciones de tortuga verde en 65 km de playa de los 214 km monitoreados desde 1981 (Guzmán et al., 2008). Asimismo, desde 1985 se registran anidaciones en Cayo Arcas, estableciéndose el monitoreo continuo desde 2002 por parte de la Armada de México. En Yucatán, se han cubierto casi en su

totalidad los 365 km de costa, y se han monitoreado 52.5 km de playas de anidación de la especie desde 1988. En años recientes, el monitoreo ha incluido al Arrecife Alacranes. Quintana Roo tiene 200 km de playas de las cuales en el 65% se protege la anidación de la especie.

En Michoacán se llevan a cabo acciones para la recuperación de la tortuga negra desde 1978. Actualmente existen 23 campamentos tortugeros en la costa, de los cuales siete protegen nidadas de la especie. El 92.3% del total de la anidación se concentra en las playas de Colola y Maruata, con 4.8 km y 2.4 km de longitud total respectivamente. Fuera del estado también se han realizado actividades de protección y monitoreo en las playas del Archipiélago Revillagigedo (Islas Clarión y Socorro), así como en diversos puntos de las costas de Colima, Jalisco, Guerrero y Oaxaca (Delgado, 2008).

Descripción de la Especie

Frecuentemente se considera que el género *Chelonia* incluye la especie *C. mydas* con dos subespecies: la tortuga negra *C. m. agassizii* (Bocourt, 1868) en el Pacífico Oriental (de Baja California hacia el sur hasta Perú y hacia el oeste hasta las Islas Galápagos) y la tortuga verde *C. mydas* (Linnaeus, 1758) en el resto del rango de distribución global. Sin embargo, existe controversia sobre el estatus taxonómico de la tortuga

negra ya que difiere de la tortuga verde en tamaño, coloración, forma de carapacho (Groombridge y Luxmoore, 1989) y características osteológicas. Los resultados de diversos análisis de ADN tanto mitocondrial como nuclear no apoyan la distinción de la tortuga negra como una especie distinta (Bowen et al., 1992; Karl y Bowen, 1999). Por lo mismo, los tratados y convenciones internacionales como la Convención Internacional para el Comercio de Especies en Peligro de Extinción (CITES) y la Convención Interamericana para la Conservación de las Tortugas Marinas (CIT) solamente reconocen a la especie *Chelonia mydas*.

Las tortugas del género *Chelonia* presentan la mayor variación de coloración a lo largo de su rango de distribución entre las tortugas marinas, pasando del casi blanco jaspeado al negro; la superficie dorsal de la cabeza y aletas son de color verde olivo, pudiendo tener tonalidades de color gris oscuro o negro, mientras

que el plastrón varía del blanco o crema hasta gris-olivo o azulado. Las crías tienen un caparazón de color negro a gris-oscuro y un plastrón blanco. Tienen un borde blanco alrededor del dorso del caparazón y de las aletas. Los juveniles presentan coloración llamativa, con un patrón de colores claros y marrón, marrón-rojizo, olivo y amarillo en el dorso. Es común encontrar crustáceos cirripedios como epibiontes en el carapacho, plastrón y aletas de juveniles y adultos.

La cabeza es pequeña en comparación con el tamaño del cuerpo, con perfil redondeado y escamas bien definidas, con un par de escamas prefrontales y cuatro post orbitales. Tiene el borde de la mandíbula inferior aserrado, lo que le permite cortar fácilmente pastos marinos y algas, su dieta principal.

La tortuga verde, blanca o negra se distingue por su tamaño, coloración y forma del caparazón. La escotadura del caparazón sobre las aletas posteriores es más marcada (Márquez, 1990). El caparazón tiene forma casi ovalada sin escotadura a la altura de las aletas traseras (Márquez, 1990). Ambos tipos tienen cuatro pares de escudos costales y cada aleta presenta una sola uña en el borde externo.

El peso promedio de la tortuga verde es de 155 ± 30 kg en Quintana Roo, y el promedio de largo curvo del caparazón (LCC) es de 106.6 ± 5.64 cm (Zurita et al., 1993). En el Parque de Xcaret, las tortugas alcanzaron la edad reproductiva a los 12 años de edad (Negrete, 2006).

En Michoacán, el LCC promedio de las hembras es de 85.7 cm (Delgado, 2003). En las Islas Galápagos el LCC promedio es de 80 cm (Márquez, 1990). Las hembras adultas pesan de 65 a 125 kg. Los machos adultos en Michoacán son de menor tamaño que las hembras con un promedio de 77 cm de LCC (Figueroa, 1989). Las crías de tortuga negra en

Michoacán presentan un largo recto de caparazón (LRC) de 4.5 cm.

Su clasificación taxonómica completa es:

Clase: Reptilia

Subclase: Anapsida

Orden: Testudines

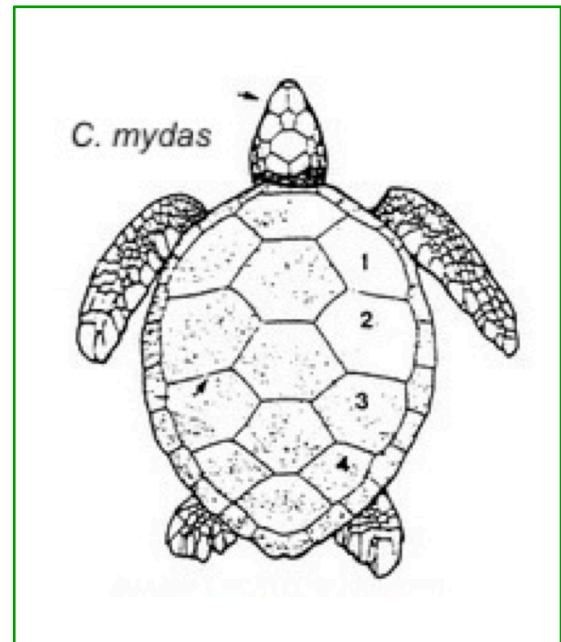
Suborden: Cryptodira

Familia: Cheloniidae

Género: Chelonia

Especie: *C. mydas* (Linnaeus, 1758) Fuente:

Pritchard (1996); Dodd (1997)



La anidación de la tortuga verde es de junio a septiembre, aunque su mayor frecuencia es en junio y julio. Las tortugas tienden a regresar a los mismos sitios de anidación después de cada temporada. Las hembras adultas se reproducen cada 2-3 años, anidando 3 veces en promedio por temporada (de 1 a 8 puestas), con 12-15 días entre puestas; depositan en promedio 123 ± 22 huevos por nido (rango 32-204). El período de incubación es de 60 a 65 días (Zurita et al., 1993). Para la tortuga negra en Michoacán, la temporada de anidación se

extiende de agosto a enero, con un pico en octubre y noviembre (Márquez, 1990); esta temporada de anidación puede variar según la ubicación latitudinal de la playa.

Durante la fase pelágica de crías y juveniles, las tortugas del género *Chelonia* son omnívoras, aunque tienen una fuerte predilección por alimento de origen animal. El color del plasma de la sangre apoya esta noción: Cuando la tortuga verde arriba a áreas costeras de las Bahamas su plasma carece de pigmentos; después de iniciar su alimentación con pastos marinos su plasma presenta una coloración amarilla como resultado de los pigmentos de las plantas.

Las tortugas negras abandonan los hábitats pelágicos y se incorporan a las áreas de desarrollo y alimentación costeras con un tamaño de aproximadamente 40 cm de LRC en la Península de Baja California (Seminoff et al., 2002). En estas áreas, las tortugas negras cambian su dieta a artículos principalmente de origen vegetal. Como especie herbívora, las tortugas verde, negra ocupan un nicho alimenticio único entre su grupo, ya que consumen principalmente pastos marinos y algas, aunque también llegan a proveerse en ocasiones de artículos de origen animal, especialmente medusas, tunicados y esponjas.

La composición de la dieta varía con las áreas de alimentación. En Perú han sido reportadas algas (*Macrocystis*, *Rhodymenia* y *Gigartina*), moluscos (*Nassarius*, *Mytilus* y *Semele*), gusanos, medusas, anfípodos y peces, especialmente sardinas y anchovetas en contenidos estomacales. En las Islas Galápagos se han reportado algas (*Caulerpa* y *Ulva*) y hojas de mangle (*Rhizophora mangle*) como parte de la alimentación. En Ecuador, se reportó la presencia de huevos de peces en el estómago de una hembra. En una muestra de 19 tortugas, Márquez (1990) reportó que el contenido alimenticio estuvo compuesto por 90% de algas (*Gracillaria* y *Sargassum* siendo las más abundantes) 1% de artículos de origen animal (moluscos, crustáceos, briozoarios, esponjas, medusas y equinodermos) y 9 % de material no identificado.

Casas-Andreu y Gómez-Aguirre (1980) registraron componentes similares en tortugas analizadas en la costa occidental de México, siendo *Ulva* el alga más abundante en las muestras de contenido alimenticio. En el Canal de Infiernillo, ubicado en el área entre Isla Tiburón y el continente, en el Golfo de California, las tortugas negras se alimentan de pastos marinos (*Zostera marina*) y de la babosa marina (*Aplysia californica*).

En lo que respecta a la edad de madurez sexual de las hembras de tortuga verde, en la región del Caribe mexicano se cuenta con registros

de hembras anidadoras de entre 11 y 16 años de edad, información generada a partir de marcas de autoinjerto y metálicas en crías y juveniles, respectivamente (Negrete 2006; Herrera et al., 2007).

Principales amenazas

Captura ilegal de ejemplares y saqueo de huevo

En 1990 se implementó la veda permanente para todas las especies de tortugas marinas en México. Sin embargo, la explotación de tortugas y la venta abierta de sus productos continuaron como prácticas comunes hasta el inicio de la década de 1990 en la Península de Yucatán (Frazier, 1993). El saqueo y mercado negro de huevos de tortuga se presenta en muchas de las playas del país que no tienen programas establecidos de protección.

El mayor número de nidadas saqueadas de tortuga caguama en Quintana Roo está en el litoral central, que coincide con la mayor abundancia de anidaciones en el área. Se registró hasta el 10% de saqueo de nidos en 1996, y en la actualidad no sobrepasa el 6% anual (FFCM, 2007).

En Baja California sur, en las comunidades pesqueras existe la costumbre arraigada del consumo de carne en fiestas y eventos sociales. Particularmente en las comunidades más marginadas y alejadas, la carne de tortuga fue un recurso importante que daba variedad a la dieta

en años pasados. También es extendida localmente la creencia de que la sangre fresca de tortuga es tonificante (Maldonado et al., 2009; Koch, 2009). En general, en el noroeste de México la carne de tortuga sigue considerándose un platillo exquisito y, consecuentemente, la captura ilegal en las áreas de alimentación sigue siendo una amenaza importante que se ve favorecida por la escasa protección de las áreas de alimentación y desarrollo. Se ha estimado que hasta un 67% de la mortandad de caguamas encontradas en playas y comunidades costeras en el Pacífico mexicano es atribuible al consumo humano (Koch et al., 2006).

Las principales amenazas en el mundo para esta especie incluyen el saqueo de huevos y adultos en las playas, y la captura dirigida de juveniles y adultos en áreas de alimentación; así como la captura incidental en las pesquerías marinas, pérdidas del hábitat de anidación y alimentación y enfermedades (Seminoff, 2004). En México, las principales amenazas identificadas se describen a continuación.

Captura incidental

Otra de las causas importantes de mortalidad para la tortuga caguama es la captura incidental en barcos arrastreros, tanto en su hábitat en aguas costeras de Estados Unidos como en México, donde coincide con áreas

de alimentación de la especie. No se tienen evaluaciones sobre cómo afectan las artes de pesca que se utilizan en la pesca ribereña en las costas del Golfo de México y del Caribe mexicano a las tortugas caguama. Sin embargo, se han encontrado varamientos juveniles de esta especie, así como machos y hembras adultos, con algunas lesiones provocadas por enmallamiento en redes, anzuelos y en ocasiones arponeadas (Zurita y Prado, 2007).

En Veracruz, se encontraron nueve ejemplares de tortuga caguama varadas que corresponden al 20% del total de ejemplares de diferentes especies registradas durante el periodo 2003 a 2005 (Zurita y Prado, 2007).

En México, de acuerdo con la NOM-061- PESC-2007, es requisito obligatorio contar con el acta de certificación de DET para obtener despacho vía la pesca. El número de embarcaciones certificadas para capturar camarón y operar en el Golfo de México fue de 173 en 2006 y de 571 en 2007.

Otra amenaza para la tortuga es la basura del mar. Se ha encontrado presencia de basura de origen antrópico, especialmente plástico, en más de 30% de los estómagos de tortugas caguamas en el Pacífico Central. Con un problema para su salud a corto plazo pues su intestino se obstruye (Parker et al., 2005).

Depredación por fauna nativa e introducida

La depredación de nidos y crías se ha vuelto un gran problema debido al descontrol y aumento desmedido de las poblaciones de depredadores en los últimos años, en especial de las especies introducidas como mapaches, perros y cerdos que se sustentan e impactan sobre los huevos y crías de las poblaciones de tortuga durante la temporada reproductiva, depredando un gran número de ellos cada noche (Engeman et al., 2005).

En Yucatán, la playa Cuyo registra entre 15% a 20 % de los nidos depredados. En Quintana Roo no sobrepasa el 6% anual en el litoral central (FFCM, 2007) e Isla Cozumel alcanzó 20% de los nidos depredados según registros de 1991.

Modificación del hábitat y fenómenos naturales

El desarrollo económico en la zona costera de Quintana Roo no tiene paralelo en México. La tortuga caguama en donde anida está amenazada por una variedad de factores antropogénicos y naturales (Kamezaki et al., 2003).

La pérdida o transformación de los hábitats de anidación por desarrollos turísticos es uno de los problemas para las especies en el Caribe mexicano. El desarrollo de esta zona costera por la inadecuada planificación está ocasionando cambios de gran magnitud, aunque no son evidentes todos sus efectos. Zurita y colaboradores (1993) indican que en las playas de Chanyuyu y Fátima, en el complejo turístico de Puerto Aventuras, no se observan más anidaciones de la tortuga verde, debido a que nivelaron la duna y mezclaron arena de la playa con material calcáreo, construyeron una escollera, así como por el efecto de la iluminación artificial de los hoteles por el desarrollo turístico.

En Quintana Roo, la pérdida de nidadas por inundación alcanzó los valores más altos con 77% en 1988 por los efectos del huracán “Gilberto” en el litoral central (Zurita et al., 1993); asimismo, se perdió 44.6% de los nidos por los efectos de los huracanes “Wilma” y “Emily” en el 2005, y 70.3% de las nidadas por el huracán “Dean” en el 2007 (FFCM, 2007).

Sin embargo, en muchos casos, los informes de protección de la región no suelen reportar el paso de los huracanes y sus efectos. Por ejemplo, en el 2005, varios huracanes azotaron las costas del Golfo de México: “Bret”, “Emily”, “Katrina” y “Rita” entre otros, los cuales no fueron relacionados a sus efectos, a pesar de que sí se registraron valores muy bajos o nulos en la producción de crías en Veracruz (Zurita y Prado, 2007).

Los seis huracanes que causaron mayores impactos en toda la Península de Yucatán y Golfo de México (Hilda, Carla, Inés, Beulah, Brenda y Gilberto), afectaron los finales de temporada reproductiva, ciertas playas de anidación, y a una fracción importante de las crías que debían reclutarse en ese año. Su análisis muestra que se relacionan 23 años después con grupos o intervalos con baja presencia de tortugas en todos los casos (Guzmán et al., 2008).

Contaminación por petróleo

La industria petrolera también ocasiona el empobrecimiento de las condiciones del hábitat y aporta contaminantes que afectan a tortugas en huevos, crías, juveniles y adultos de tortugas marinas. Ocasionando que los organismos que se encuentren en contacto por vía inhalatoria, por ingestión directa, piel y mucosas se verán afectados. Cabe destacar que

aparte de hidrocarburos, el petróleo contiene sulfuro, oxígeno, nitrógeno y diversos metales pesados (SEC & C.E.M.MA., 2002). El grado de toxicidad depende en gran medida de componentes crudo y el grado de refinamiento. La mortandad de 27 tortugas verdes estuvo asociada a la exploración sísmica realizada por PEMEX, principalmente de 2004 a 2005, así como juveniles y adultos que fueron afectados por petróleo crudo proveniente de la industria petrolera.

Actividad humana en las zonas de anidación

La actividad antropogénica en las zonas de anidación puede darse por varios factores, como el turismo o desarrollo urbano que aumentan el tránsito de personas o vehículos, además de construcción de hoteles en playas. El riesgo principal en el incremento de la presencia humana en las playas es la perturbación de las hembras anidadoras (Alvarado y Delgado, 2005). La actividad humana durante la noche puede causar que las hembras abandonan el intento de anidación en cualquier fase del proceso, así como provocar que las hembras cambian de playa de anidación, retienen los huevos por más tiempo y aniden en lugares no apropiados. El incremento de personas así como el mal manejo de Sargazo puede resultar en la disminución del éxito de emergencia de las crías por la compactación de la arena sobre los nidos; y las huellas dejadas por la gente en la arena pueden interferir con la habilidad de las

crías para llegar al mar. Las fogatas y el uso de lámparas de mano pueden desorientar a las crías y disuadir a las hembras a anidar.

Enfermedades

La fibropapilomatosis es una enfermedad caracterizada por tumores externos e internos en las tortugas marinas; se registró por primera vez la incidencia de fibropapiloma cutáneo en una tortuga caguama en la playa de X'Cacel- X'Cacelito en 1990 (Herrera et al., 2001). Las tortugas con esta enfermedad se debilitan severamente, y en casos graves causa la muerte por inanición o por invasión de los órganos internos (Herbst y Klein, 1995). Desafortunadamente no hay muchos estudios sobre enfermedades en la zona.

Grado de Vulnerabilidad de las tortugas

Las especies vulnerables están expuestas a una serie de presiones, perturbaciones e imprevistos, que no les permiten cumplir con sus funciones ante la incapacidad de anticiparse y superar estas dificultades. El nivel de vulnerabilidad de la especie se da por sus características de historia de vida, las que influyen directamente en la sobrevivencia y reproducción de las poblaciones, como la edad de madurez sexual, la fecundidad, la supervivencia específica de cada estadio, el número de

episodios reproductivos, así como el tamaño de la nidada, del huevo y de la descendencia. Todas estas características han evolucionado en respuesta a ciertas presiones de selección natural y en conjunto dan a la especie un nivel de respuesta para mantener los números poblacionales ante las amenazas.

Los esfuerzos realizados para lograr la conservación de las tortugas pueden verse afectados debido al alto grado de vulnerabilidad de esta especie, la cual se debe a sus características biológicas y ecológicas específicas, entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

Debido a que la mayoría del ciclo de vida de la tortuga caguama ocurre en alta mar, y por tanto es de difícil acceso, se han incrementado y mejorado las prácticas de conservación en playas de anidación, protegiendo a las hembras anidadoras y huevos para incrementar las tasas de producción de crías en las playas en Quintana Roo.

Aunque con las actividades de protección se ha cubierto la mayor parte de las playas de anidación de Quintana Roo en más de 65 sitios (Maldonado, 2005), muchos de los programas no han tenido continuidad por varias razones: falta de recursos económicos, dispersión de la información generada, y falta de acuerdos entre los concesionarios de las playas para proporcionar apoyo o acceso a las mismas.

Los resultados de estos programas de protección y educación ambiental sobre tortugas marinas se han presentado en los 14 talleres regionales de la Península de Yucatán, donde se intercambian los resultados de los programas de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. En Tulum, la Feria de la Tortuga es actualmente una tradición; en ella se presentan los resultados anuales de protección de la tortuga marina en Quintana Roo y se realizan actividades culturales sobre la conservación de las especies de tortuga marina. En la organización del evento participan diferentes comunidades en coordinación con el Comité Estatal para la Protección, Conservación, Investigación y Manejo de Tortugas Marinas en Quintana Roo.

Estado de conservación en el país

Debido a la naturaleza altamente migratoria de las tortugas marinas, requieren de cooperación internacional para garantizar su supervivencia. Todas las siete especies están incluidas en la Lista Roja de Animales Amenazados de la UICN (Baillie and Groombridge, 1996): la lora, la carey y la laúd están consideradas en la categoría de *En Peligro Crítico* de extinción; la caguama, verde y golfina están listadas como *En Peligro*; y la aplanada se considera *Vulnerable*. Esta clasificación refleja el estado de las especies a nivel mundial, basada en criterios como el tamaño de las poblaciones, tendencias poblacionales, extensión de presencia y la

probabilidad de extinción en el medio natural.

Sargazo

El género *Sargassum* lo componen algas pardas o rojas de vida pelágica provenientes del Mar de los Sargazos, no es un mar propiamente bien dicho puesto que no se encuentra rodeado de tierra más bien es una masa de agua encerrada en un lazo con efecto Coriolis (a favor de las manecillas del reloj) que se encuentra limitado por cuatro corrientes: la del Golfo, la del Atlántico Norte, la de Canarias y la Ecuatorial del Norte con vientos alisios, predominantes del noreste. Ocupa grandes extensiones de masas, con una biomasa de entre cuatro y 11 millones de toneladas flotantes, extendidas en unos tres millones de kilómetros cuadrados (Gower & King, 2011 citado por Martínez-Daranas & Suárez, 2018).

Las especies pelágicas que se encuentran en el Mar de los Sargazos y en las arribazones son, fundamentalmente *Sargassum fluitans* Børgesen y *S. natans* Gaillon. Las especies de este género se caracterizan por tener aerocistos que favorecen su flotación y transporte por las corrientes marinas. Estas dos especies, se han encontrado siempre en forma pelágica y presentan grandes variaciones morfológicas. El tipo de *S. fluitans* proviene precisamente del Mar de los Sargazos, y se ha

registrado desde Bermudas y Virginia hasta el Golfo de México y Colombia en Sudamérica, pero también en aguas de países del Medio Oriente, al Sur de China y en islas del Pacífico (Guiry & Guiry, 2016 citado por Martínez-Daranas y Suárez, 2018). La localidad del lectotipo de *S. natans* es probablemente Jamaica. Su distribución parece ser más amplia, pues se ha registrado en las costas del Atlántico Occidental, desde Massachusetts hasta Brasil; en el Atlántico Oriental ha sido encontrada desde Francia hasta el Golfo de Guinea, en África y en las islas Atlánticas; también en el medio Oriente, el Océano Índico y desde el sureste asiático hasta Australia y Nueva Zelanda (Guiry & Guiry, 2016 citado por Martínez-Daranas y Suárez, 2018). También el *Sargassum* pelágico es un ecosistema que provee múltiples bienes y servicios a los países del Atlántico (Pendleton et al., 2014), ya que es el hábitat natural de muchas especies; sirve de sitio de alimentación, refugio y desove a más de 145 especies de invertebrados y 120 especies de peces (Doyle & Franks, 2015 citado por Martínez-Daranas y Suárez, 2018). Uno de los organismos más conocidos de estos ecosistemas, por sus hábitos reproductivos son las anguilas, tanto las europeas como las de Norteamérica. Las hembras depositan sus huevos a 400-750 m de profundidad y sus larvas luego arrastradas por la corriente del Golfo; el viaje de retorno es más corto para las de América del Norte, pero las europeas demoran unos 18 meses para arribar a Europa.

De forma habitual, a las costas del Gran Caribe, siempre han arribado anualmente masas de algas de varias especies donde generalmente domina el género *Sargassum*, empujados por las corrientes locales por el sur, en verano y por el norte en invierno, como ocurre en Cuba. Después de varios años de observación, se planteó que la masa de *Sargassum* que se encuentra en el Mar de los Sargazos se origina en el Golfo de México y durante muchos años ha sido considerada la fuente principal (Gower & King, 2011 citado por Martínez- Daranas y Suárez, 2018). Por otra parte, en los últimos años se han detectado a partir de sensores remotos, masas de *Sargassum* pelágico en una zona denominada Región de Recirculación Ecuatorial Norte (North Equatorial Recirculation Region or NERR) que queda aguas afuera de Brasil. En esta zona se han hallado grandes acumulaciones que pueden ser transportadas hacia el este y el oeste con las corrientes, hacia el Caribe oriental y hacia África, lo cual se ha comprobado a través de modelaje matemático (Franks et al., 2014; Gower et al., 2013; Johnson et al., 2012; Wang & Hu, 2016 citado Martínez-Daranas y Suárez, 2018).

Sin embargo se empezaron a observar anomalías en los últimos 8 años a partir del año 2011 comenzaron a producirse arribazones con altas biomásas en las costas de África y del Caribe. En las costas de África, en especial Ghana en febrero de 2011 y en Nigeria, de mayo de 2011 a

agosto de 2012 se observaron tales arribazones, como no recuerdan anteriormente los pescadores de esos países. También en el Caribe se recuerda un evento semejante en el verano de 2011, que afectó la actividad turística y pesquera, por ejemplo, en Barbados y en St. Johns, Antigua en 2012 (Gower et al., 2013 citado por Martínez-Daranas y Suárez, 2018); los científicos consideraron que las tormentas de mayor intensidad debido al cambio climático, pudiera ser una de las causantes; otra pudiera ser el aumento de las temperaturas y de las tasas de crecimiento de diferentes especies marinas (Brown, 2015 citado por Martínez-Daranas y Suárez, 2018). Acumulaciones semejantes ocurrieron en Baseterre, St. Kitts en abril de 2012.

En Cuba, los primeros arribazones inusuales, de varios metros de altura, ocurrieron en mayo de 2012, en la bahía de Cienfuegos (Moreira & Alfonso, 2013 citado por Martínez-Daranas y Suárez, 2018); las afectaciones principales fueron en el sector turístico y en el delfinario; otra afectación fue debido a la toxicidad provocada por sustancias urticantes de los invertebrados que habitaban las conglomeraciones de *Sargassum*. Ningún habitante de la zona recuerda otro evento semejante.

Posteriormente, en la isla de San Andrés, Colombia, en septiembre de 2014, se dio la alarma por la inmensa masa flotando que arribaba a las

playas; aunque no habían sido identificadas las causas exactas, los arribazones coincidieron poco después del paso del huracán Edouard hacia las costas atlánticas de Estados Unidos y las corrientes derivadas de este evento atmosférico, aunque fue un fenómeno de corta duración (Gavio et al., 2015).

Este fenómeno se repitió en noviembre de 2014 en Barbados y sigue aumentando la acumulación en las costas caribeñas hasta convertirse en un gran problema en el verano de 2015, lo que pudiera ser considerado un desastre natural de gran envergadura; por ejemplo, en Antigua-Barbuda, en julio de 2015, la muerte de una ballena piloto entre las masas de *Sargassum*.

Otros ejemplos se tienen de la República Dominicana, también en julio; pero después del paso del ciclón Erika, quedaron limpias las playas. Las mayores acumulaciones ocurrieron en Quintana Roo, México. Según Dreckmann & Senties (2013), los arribazones presentes en este litoral son los más espectaculares en términos de diversidad y abundancia, destacándose las observadas en Cancún y Puerto Morelos que se mantienen durante todo el año, aunque disminuyen en febrero. Esto se atribuye al paso de ciclones y a la circulación costera de las corrientes superficiales paralela al litoral, con dirección norte todo el año. Las más abundantes fueron en el verano del 2015 con pérdidas millonarias, principalmente en las actividades turística y pesquera.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO (Procedimientos y descripción de las actividades realizadas)

3.1 Área de estudios

El monitoreo fue realizado en las playas; Parque Nacional Tulum (PNT) latitud, Papaya Playa Project (PPP), Conchitas y Punta Piedra (PP), de las cuales PP se toma como objeto de estudio debido a la que tiene mayor impacto antropogénico por pertenecer a la zona hotelera y tener índices elevados de sargazo en los nidos. El primer sitio se localiza desde la zona arqueológica de Tulum ($20^{\circ}12'56.05''\text{N}$ y $87^{\circ}25'46.14''\text{O}$) hasta la playa Mezzanine ($20^{\circ}11'50.53''\text{N}$ y $87^{\circ}26'14.42''\text{O}$) de aproximadamente 1.8 km, el segundo sitio se toma desde PPP ($0^{\circ}0'0''$) hasta PP ($20^{\circ}10'12.91''\text{N}$ y $87^{\circ}26'58.09''\text{O}$) sumando tres playas con aproximadamente 4 km.

El 99% de la superficie del estado de Quintana Roo presenta clima cálido subhúmedo y el 1% cálido húmedo, localizado en la isla de Cozumel. La temperatura media anual del estado es de 26°C , la temperatura máxima promedio es de 33°C y se presenta en los meses de abril a agosto, la temperatura mínima promedio es de 17°C durante el mes de enero. La precipitación media estatal es alrededor de 1 300 mm anuales, las lluvias

se presentan durante todo el año, siendo más abundantes en los meses de junio a octubre (Orellana & Espadas, 2007; Pérez-Villega, 1980).

Playas de anidación de Tortugas Marinas

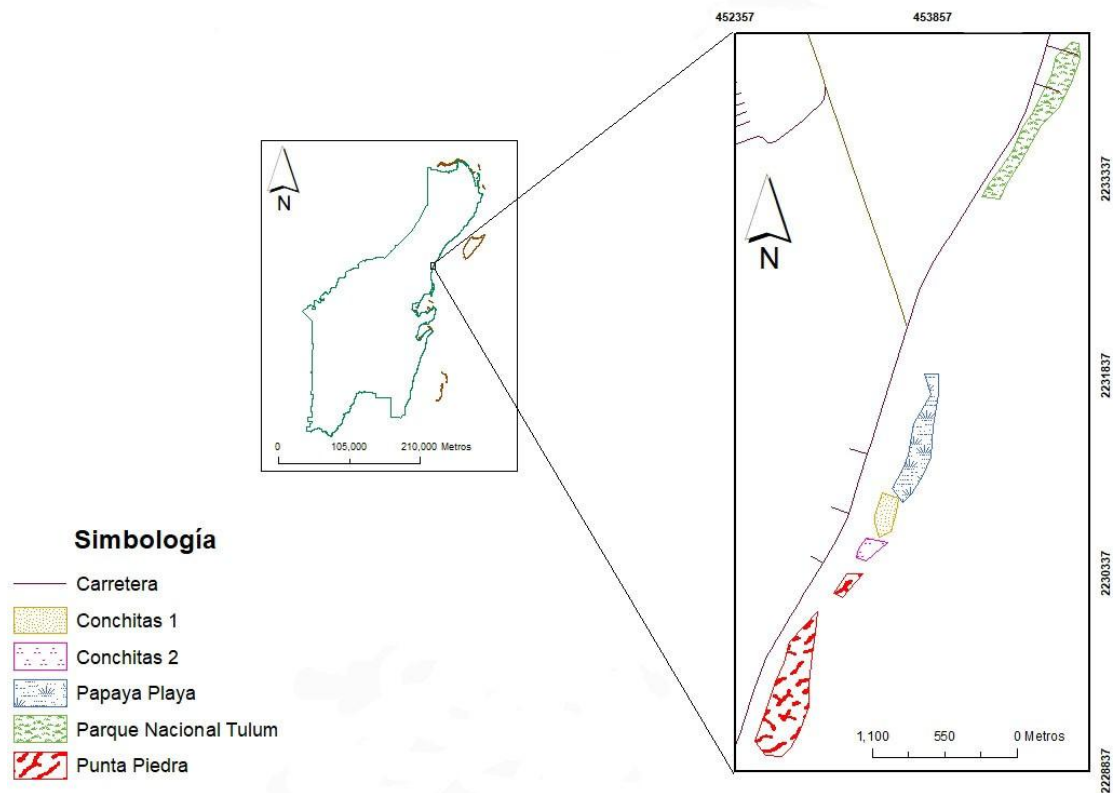


Imagen 1. Vista satelital de todas las playas analizadas.

3.2 Materiales y métodos

El Programa de protección y conservación de Tortugas Marinas de Tulum fue creado con el fin proteger, monitorear, investigar y conservar las poblaciones de las tortugas marinas que llegan a desovar a las playas de Tulum. Dentro del área el Programa abarca 4 playas de anidación que suman 5.8 km, desde PNT, hasta Punta Piedra. Su elección fue determinada por el impacto antropogénico de zonas hoteleras y afluencia de sargazo en dos especies de tortugas que abundan en la zona. El análisis se realizó solamente en la temporada abril-noviembre 2019, en playas operadas por un campamento tortuguero.

El Monitoreo Sistemático Nocturno (MSN), implica el trabajo durante toda la noche para el seguimiento de todo el proceso de anidación de las hembras a partir de las 21:00 horas hasta las 3:00 a 6:00 de la mañana. En la protección de tortugas anidadoras se registran las características morfológicas de las hembras, se inspecciona la presencia/ausencia de heridas, mutilaciones y/o enfermedades y cualquier tipo de marcado con placas de acero. Se manejan además diferentes tipos de nidadas (in situ, reubicada o corral) de acuerdo a las condiciones que estas presentan. Además de que se estacan los nidos y se coloca una numeración y se fechan para tener mejor control. Se practica liberación de crías, limpieza

de nidos, reubicación de nidos a otros sitios para su protección (otras zonas de playa o a corral).

En el monitoreo sistemático diurno (MSD) se realizan prospecciones de playas en forma de censos diarios de mayo a noviembre, en donde se registran, monitorean y verifican las nidadas, o posibles eclosiones, para estar al tanto y tener un mínimo de muertes. Se determinó para las dos especies que anidan de manera sistemática la abundancia y distribución de la especie, el porcentaje de supervivencia realizado en las playas; Parque Nacional Tulum (PNT), Papaya Playa Project (PPP), Conchitas y Punta Piedra (PP), de las cuales PPP se toma como objeto de estudio debido a la que tiene mayor impacto antropogénico. Además de capacitar al personal de la zona hotelera y restaurantes, y educación ambiental a escuelas, y público en general.

Perfiles de playa

Un perfil de playa es una medida precisa de la inclinación y del ancho de la playa, la cual repetida a través del tiempo muestra cómo la playa está erosionando o acrecentando. El monitoreo consiste en medir el perfil de una playa desde un punto fijo establecido detrás de la playa. Este punto se llama marca de referencia y es el lugar donde se comenzará a medir. Es esencial siempre comenzar a medir el perfil de la playa en la marca

de referencia. El perfil de la playa se midió 3 veces en un periodo de 3 meses. Si ocurre algún evento mayor como una tormenta tropical o huracán, el perfil de la playa debe medirse a la brevedad posible.

Para la obtención de los datos se utilizó el método Emery, para este estudio se tomaron en cuenta diferentes puntos a lo largo de la playa cada 100 m en las cuatro playas PNT, PPP, Conchitas y PP. En la playa se colocó el palo de madera sobre una base para evitar que se hundiera, se midió sobre superficie plana la altura del ojo del observador y se marcó con una liga. Se colocó cada persona al lado del palo de madera para poder observar la primera referencia. En el primer punto se localizó la primera referencia y se extiende el perfil desde la marca de referencia hasta la marca del nivel bajo del agua con una cuerda. Se registró la distancia en la superficie (z) desde la marca de referencia, se mide la distancia del inicio de la madera a la marca del ojo del observador y posteriormente la distancia de madera a madera (imagen 2).



Imagen 2. Posición del ojo observador en el palo de madera, y la manera en cómo se tomaron las medidas. Posteriormente se sacaron los cálculos con la fórmula siguiente



Imagen 3. Posición del ojo observador en el palo de madera, y la manera en cómo se tomaron las medidas. Posteriormente se sacaron los cálculos con la fórmula siguiente:

Consistencia del suelo

La consistencia del suelo es la firmeza con que se unen los materiales que lo componen o la resistencia de los suelos a la deformación y la ruptura. La consistencia del suelo se mide por muestras de suelo mojado, húmedo y seco. En los suelos mojados, se expresa como adhesividad y plasticidad, tal como se define infra. La consistencia del suelo puede estimarse en el campo mediante ensayos sencillos, o medirse con mayor exactitud en el laboratorio (FAO, 2016).

El contenido de humedad de una masa de suelo, está formado por la suma de sus aguas libre, capilar e higroscópica.

La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa junto con la cantidad de aire, una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este (especialmente en aquellos de textura más fina), como por ejemplo cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

El método tradicional de determinación de la humedad del suelo en laboratorio, es por medio del secado a horno, donde la humedad de un suelo es la relación expresada en porcentaje entre el peso del agua existente en una determinada masa de suelo y el peso de las partículas sólidas, o sea:

Para fines de este ensayo el contenido de humedad de las muestras de arena de las playas a estudiar, serán analizadas in situ y en laboratorio.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

De las dos áreas muestreadas, la playa PPP presenta densidades mayores de nidadas en Junio en la zona 5, al igual que PNT pero en la zona 13, ambas de la especie *C. caretta* (Tabla 1 y 4). Tanto que PPP las densidades mayores fueron en Junio en zona 3 y en PNT en Julio en zona 14 de la especie *C. mydas* (Tablas 2 y 5). La distribución de los nidos de ambas especies en PPP fue de 0.424449438 y en PNT de 0.061797753 nidos por kilómetro (Tablas 3 y 6) que corresponden a 890 metros en PPP y 2132 metros en PNT.

La abundancia de crías de tortugas en PPP fue en agosto (*C.caretta*) y septiembre (*C. mydas*) donde predominaron en las zonas 5 y 4 y en PNT de igual manera en agosto (*C.caretta*) y septiembre (*C. mydas*) donde predominaron zona 3 y 14 (Tablas 7, 8, 9, 10). El porcentaje de eclosión fue mayor de la especie *C. caretta* en PNT con 87.88% y menor en PPP con 68.41%, mientras que la especie *C. mydas* fue menor a la especie anterior pero con mayor porcentaje en playa PNT que en PPP.

Del seguimiento que se les dio a los nidos, se encontró que la mayoría estaban ubicados in situ, es decir, que permanecieron donde fueron depositados, de modo tal que las crías podrían llegar al mar de manera natural. En caso de amenaza por inundación los nidos eran reubicados

cumpliendo con la NOM-162-SEMARNAT-2012 (DOF, 2013).

Distribución de nidos en Playa Papaya Project

Caretta caretta		Playa Papaya Project								
Zonas/Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Total	Distribución
Z1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0.02
Z2	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0.03
Z3	0	0	2	3	0	0	0	0	5	0.05
Z4	0	6	3	1	0	0	0	0	10	0.1
Z5	0	9	11	2	0	0	0	0	22	0.22
Z6	0	2	6	3	0	0	0	0	11	0.11
Z7	0	0	2	2	0	0	0	0	4	0.04
Total	0	21	25	11	0	0	0	0	57	
Distribución	0	0.21	0.25	0.11	0	0	0	0		0.064044944

Tabla 1. Resultados de conteos de nidadas de *C. caretta* en la playa PPP.

Chelonia mydas		Playa Papaya Project								
Zonas/Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Total	Distribución
Z1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0.02
Z2	0	1	2	0	0	0	0	0	3	0.03
Z3	0	0	3	1	0	0	0	0	4	0.04
Z4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.01
Z5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	25.21	40.25	17.11	0	0	0	0	82.06404494	
Distribución	0	0.2521	0.4025	0.1711	0	0	0	0		0.092206792

Tabla 2. Resultados de conteos de nidadas de *C. mydas* en la playa PPP.

Playa Papaya Project												
Zonas/Mes		Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Total		Distribución
Z1	C.c	0	0	1	0	0	0	1	0	2	11	0.11
	C.m	0	0	1	4	3	1	0	0	9		
Z2	C.c	0	3	0	0	0	0	0	0	3	9	0.09
	C.m	0	0	0	6	0	0	0	0	6		
Z3	C.c	0	0	2	3	0	0	0	0	5	18	0.18
	C.m	0	0	3	5	4	1	0	0	13		
Z4	C.c	0	6	3	1	0	0	0	0	10	77	0.77
	C.m	0	0	12	27	27	1	0	0	67		
Z5	C.c	0	9	11	2	0	0	0	0	22	67	0.67
	C.m	0	0	6	19	18	2	0	0	45		
Z6	C.c	0	2	6	3	0	0	0	0	11	76	0.76
	C.m	0	0	6	37	17	5	0	0	65		
Z7	C.c	0	0	2	2	0	0	0	0	4	21	0.21
	C.m	0	0	1	5	10	1	0	0	17		
Total		0	20	54	114	79	11	1	0	377.76		
Distribución		0	0.2	0.54	1.14	0.79	0.11	0.01	0	0.424449438		

Tabla 3. Resultados totales de conteos de nidadas en la playa PPP, durante la temporada 2019.

Distribución de nidos en Parque Nacional Tulum

<i>Caretta caretta</i>		Parque Nacional Tulum								
Zonas/Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Total	Distribución
Z1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0.02
Z2	0	1	2	0	0	0	0	0	3	0.03
Z3	0	0	3	1	0	0	0	0	4	0.04
Z4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.01
Z5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z9	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.01
Z10	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.01
Z11	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.01
Z12	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.001123596
Z13	0	0	3	2	0	0	0	0	5	0.005617978
Z14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z15	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0.002247191
Total	0	2	13	6	0	0	0	0	21	
Distribución	0	0.02	113	0.06	0	0	0	0		0.009849906

Tabla 4. Resultados de conteos de nidadas de *C. caretta* en la playa PNT.

<i>Chelonia mydas</i>		Parque Nacional Tulum								
Zonas/Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Total	Distribución
Z1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.01
Z3	0	0	0	2	1	0	0	0	3	0.03
Z4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z9	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0.02
Z10	0	0	0	2	1	0	0	0	3	0.03
Z11	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0.02
Z12	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0.04
Z13	0	0	2	3	1	1	0	0	7	0.07
Z14	0	0	1	8	2	0	0	0	11	0.11
Z15	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.01
Total	0	0	4	17	11	2	0	0	34	
Distribución	0	0	0.04	0.17	0.11	0.02	0	0		0.015947467

Tabla 5. Resultados de conteos de nidadas *C. mydas* en la playa PNT.

Parque Nacional Tulum												
Zonas/Mes		Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Total		Distribución
Z1	C.c	0	1	1	0	0	0	0	0	2	2	0.02
	C.m	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Z2	C.c	0	1	2	0	0	0	0	0	3	4	0.04
	C.m	0	0	0	0	1	0	0	0	1		
Z3	C.c	0	0	3	1	0	0	0	0	4	7	0.07
	C.m	0	0	0	2	1	0	0	0	3		
Z4	C.c	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0.01
	C.m	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Z5	C.c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C.m	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Z6	C.c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C.m	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Z7	C.c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C.m	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Z8	C.c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C.m	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Z9	C.c	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	0.03
	C.m	0	0	0	0	1	1	0	0	2		
Z10	C.c	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4	0.04
	C.m	0	0	0	2	1	0	0	0	3		
Z11	C.c	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	0.03
	C.m	0	0	0	2	0	0	0	0	2		
Z12	C.c	0	0	0	1	0	0	0	0	1	5	0.05
	C.m	0	0	0	0	4	0	0	0	4		
Z13	C.c	0	0	3	2	0	0	0	0	5	12	0.12
	C.m	0	0	2	3	1	1	0	0	7		
Z14	C.c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0.11
	C.m	0	0	1	8	2	0	0	0	11		
Z15	C.c	0	0	2	0	0	0	0	0	2	3	0.03
	C.m	0	0	1	0	0	0	0	0	1		
Total		0	2	17	23	11	2	0	0	55		
Distribución		0	0.02	0.17	0.23	0.11	0.02	0	0	0.061797753		

Tabla 6. Resultados totales de conteos de nidadas en la playa PNT, durante la temporada 2019.

Abundancia de crías de tortugas en Papaya Playa Project

Caretta caretta		Playa Papaya Project								
Zonas/Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Total	Abundancia
Z1	0	0	0	0	103	84	0	0	187	1.87
Z2	0	59	0	0	86	105	0	0	250	2.5
Z3	0	0	85	0	222	86	0	0	393	3.93
Z4	0	0	0	304	173	159	0	0	636	6.36
Z5	0	9	0	454	732	287	0	0	1482	14.82
Z6	0	2	0	289	189	268	0	0	748	7.48
Z7	0	0	0	202	42	42	0	0	286	2.86
Total	0	70	85	1249	1547	1031	0	0	3982	
Abundancia	0	0.7	0.85	12.49	15.47	10.31	0	0	4.474157303	

Tabla 7. Resultados de conteos de crías de *C. caretta* en la playa PPP, con la abundancia de la especie.

Chelonia mydas		Playa Papaya Project								
Zonas/Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Total	Abundancia
Z1	0	0	0	0	232	386	144	0	762	7.62
Z2	0	0	0	0	172	482	0	0	654	6.54
Z3	0	0	0	0	439	316	106	0	861	8.61
Z4	0	0	0	125	1751	3535	699	699	6809	68.09
Z5	0	0	0	0	939	1752	1240	118	4049	40.49
Z6	0	0	92	125	1620	2271	1560	0	5668	56.68
Z7	0	0	0	0	226	683	632	0	1541	15.41
Total	0	0	92	250	5379	9425	4381	817	20344	
Abundancia	0	0	0.92	2.5	53.79	94.25	43.81	8.17	22.85842697	

Tabla 8. Resultados de conteos de crías de *C. mydas* en la playa PPP, con la abundancia de la especie.

Abundancia de crías de tortugas en Parque Nacional Tulum

Caretta caretta		Parque Nacional Tulum								
Zonas/Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Total	Abundancia
Z1	0	0	0	56	196	0	0	0	252	2.52
Z2	0	0	0	136	0	232	0	0	368	3.68
Z3	0	0	0	0	372	103	0	0	475	4.75
Z4	0	0	0	0	93	0	0	0	93	0.93
Z5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z9	0	0	0	0	105	0	0	0	105	1.05
Z10	0	0	0	0	0	93	0	0	93	0.93
Z11	0	0	0	0	107	0	0	0	107	1.07
Z12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z13	0	0	0	0	397	66	0	0	463	4.63
Z14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z15	0	0	0	0	108	0	0	0	108	1.08
Total	0	0	0	192	1378	494	0	0	2064	
Abundancia	0	0	0	1.92	13.78	4.94	0	0		20.64

Tabla 9. Resultados de conteos de crías de *C. mydas* en la playa PPP, con la abundancia de la especie.

Chelonia mydas		Parque Nacional Tulum								
Zonas/Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago	Sep	Oct	Nov	Total	Abundancia
Z1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z2	0	0	0	0	0	0	79	0	79	0.79
Z3	0	0	0	0	0	256	405	0	661	6.61
Z4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z9	0	0	0	0	0	134	95	0	229	2.29
Z10	0	0	0	0	0	360	0	0	360	3.6
Z11	0	0	0	0	0	203	0	0	203	2.03
Z12	0	0	0	0	0	0	367	0	367	3.67
Z13	0	0	103	0	386	105	121	0	715	7.15
Z14	0	0	0	0	177	741	98	0	1016	10.16
Z15	0	0	0	0	98	0	0	0	98	0.98
Total	0	0	103	0	661	1799	1165	0	4728	
Abundancia	0	0	1.03	0	6.61	17.99	11.65	0	4.188764045	

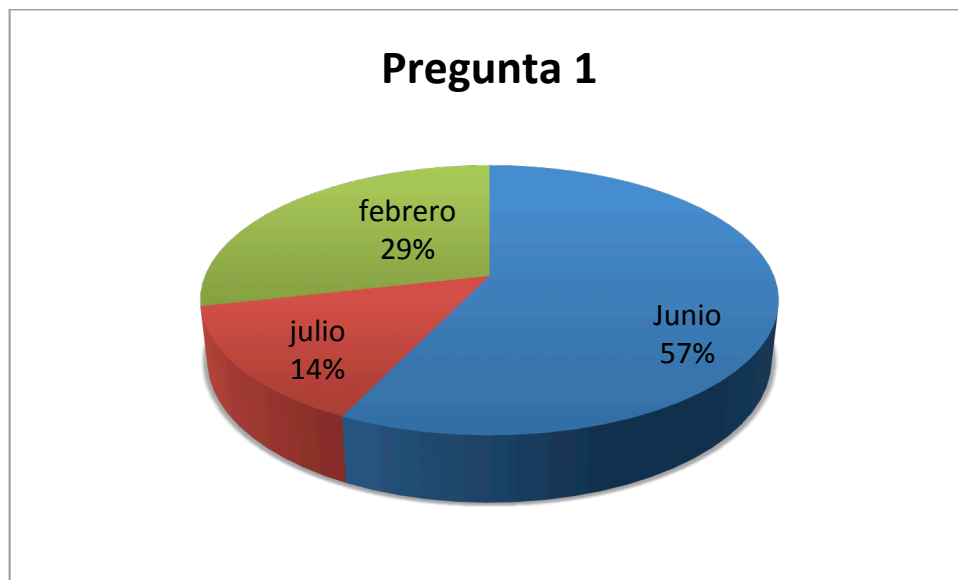
Tabla 10. Resultados de conteos de crías de *C. mydas* en la playa PPP, con la abundancia de la especie.

Porcentaje de eclosión diferentes playas

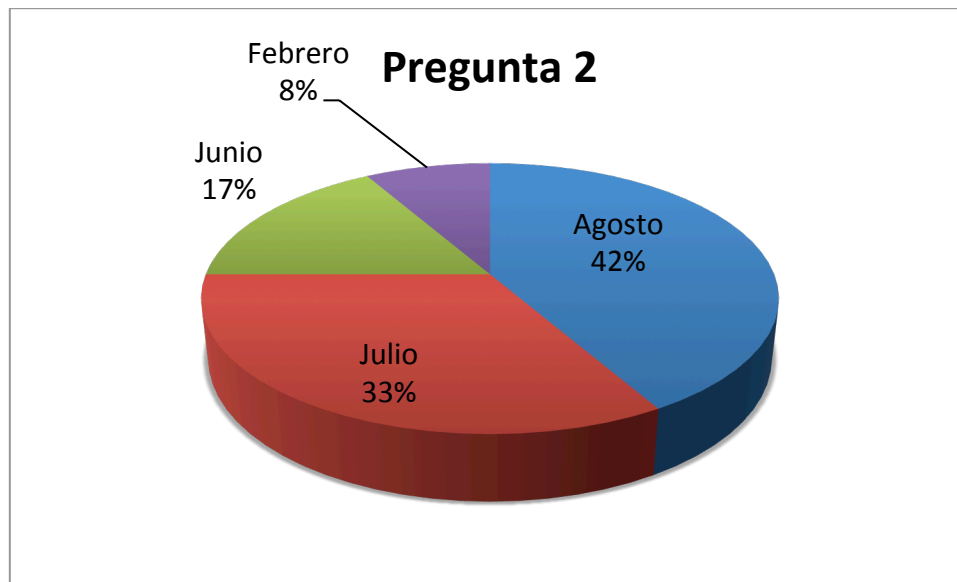
Playa	Tortuga	%Eclosión
PPP	C.c	68.41
PPP	C.m	80.69
PNT	C.c	87.88
PNT	C.m	86.42

Tabla 11. Resultados del porcentaje de eclosión en crías de *C. mydas* y *C. caretta* en las playas PPP y PNT.

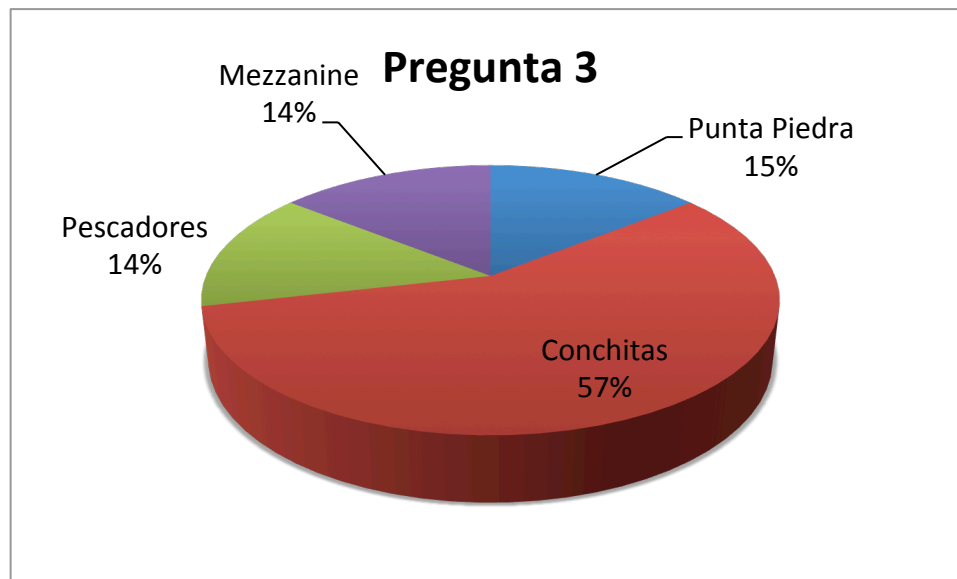
Se realizaron encuestas con la finalidad de conocer la relación entre el sargazo y las tortugas marinas, así como el manejo del sargazo en las playas de Tulum y con la colaboración del programa municipal de protección a las tortugas marinas de Tulum que protege las playas de anidación. El objetivo es contar con información que permita mejorar el manejo y prevenir riesgos de los nidos en las próximas temporadas.



Gráfica 1. El 57% de los entrevistados comenzaron a limpiar las playas con sargazo a partir de Junio, el 14% a partir de Julio y el 29% en febrero.

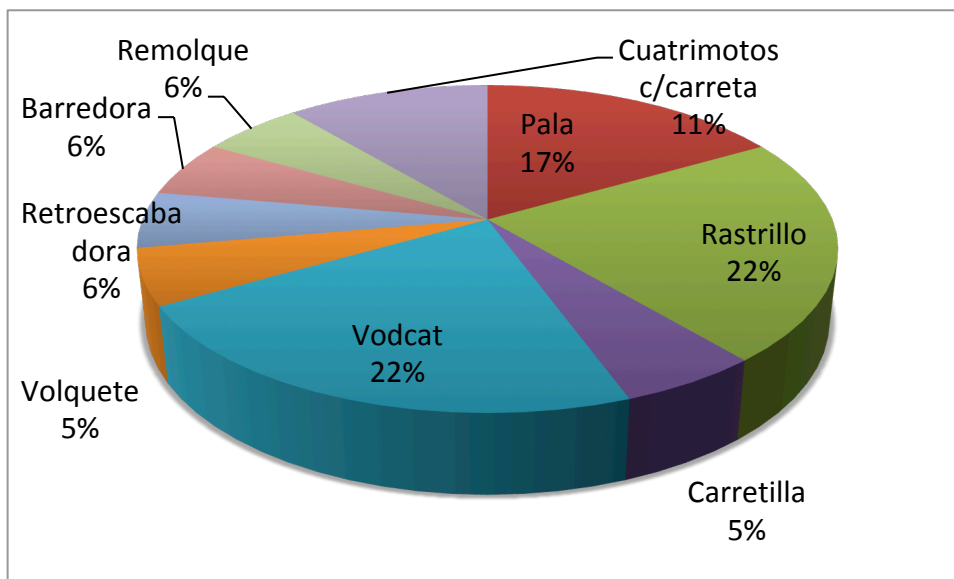
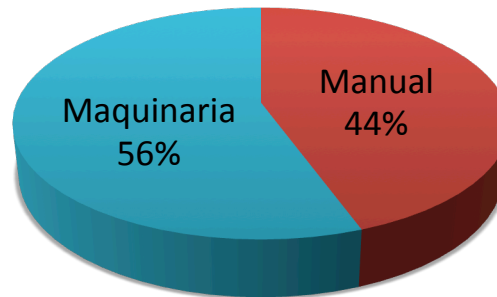


Gráfica 2. El 42% noto mayor cantidad de sargazo en playas en agosto, el 33% de los entrevistados observaron mayor cantidad de sargazo durante la temporada de Julio, el 17% en Junio y el 8% a partir de Febrero.

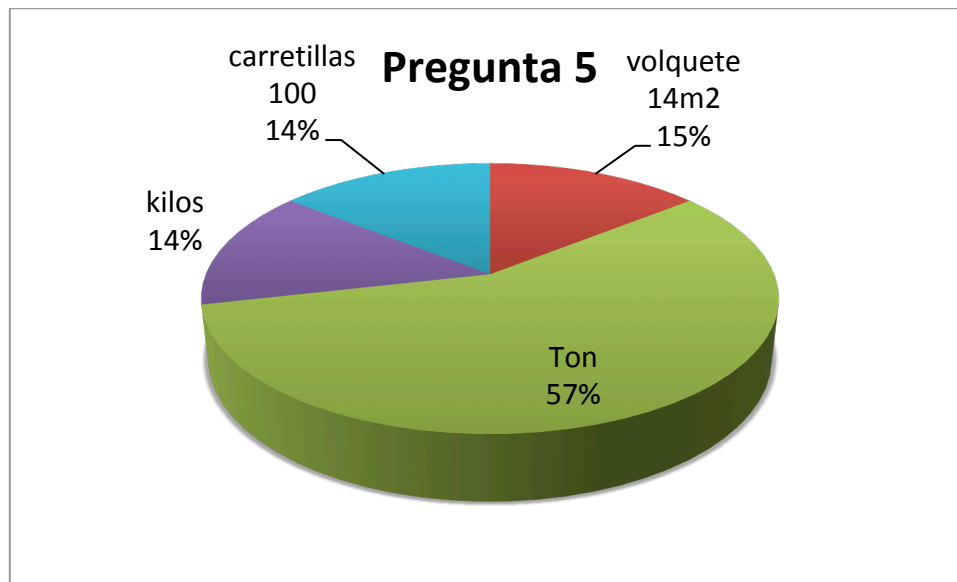


Gráfica 3. La recolección de sargazo se dividió en diversas playas que fungen y fungieron como lugar de acopio. El 57% se recolecta en la Playa Conchitas, el 15% en playa Punta Piedra, el 14% en Mezzanine y el 14% en Pescadores .

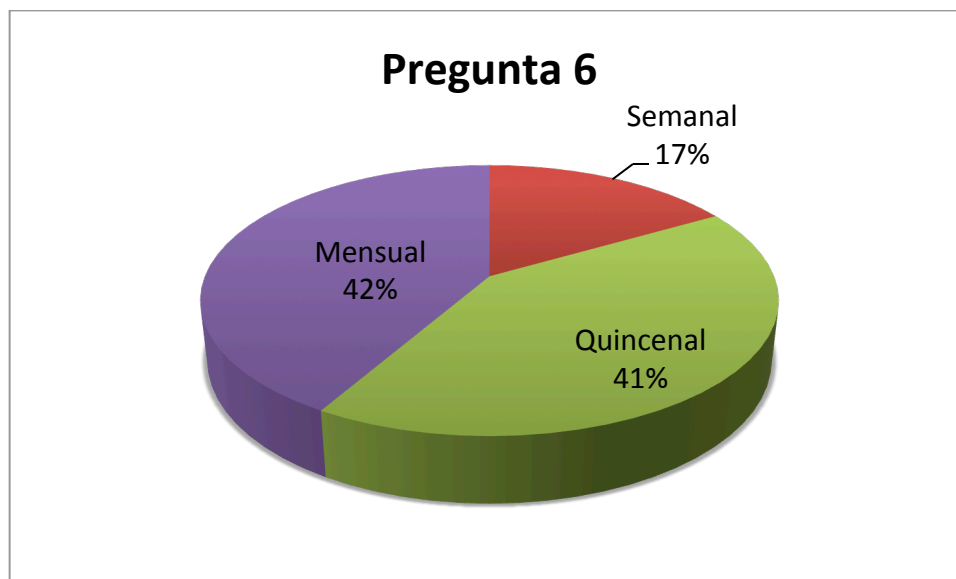
Pregunta 4



Gráfica 4. El manejo realizado en las playas es de manera manual; Carretilla 5%, Pala con 17% y rastrillo con 22% y con maquinaria; Volquete con un 5%, Remolque, barredora, y retroexcavadora con 6% cada una, cuatrimoto con carreta 11% y con vodcat 22%.



Gráfica 5. Para tener mejor noción las medidas tomadas en cuenta fueron aproximadas. La cantidad recolectada por playa fue de 57% en toneladas, 15% volquetes de 14m², y 14% carretillas y kilos cada uno. No teniendo respuesta para volquetes de 7m².

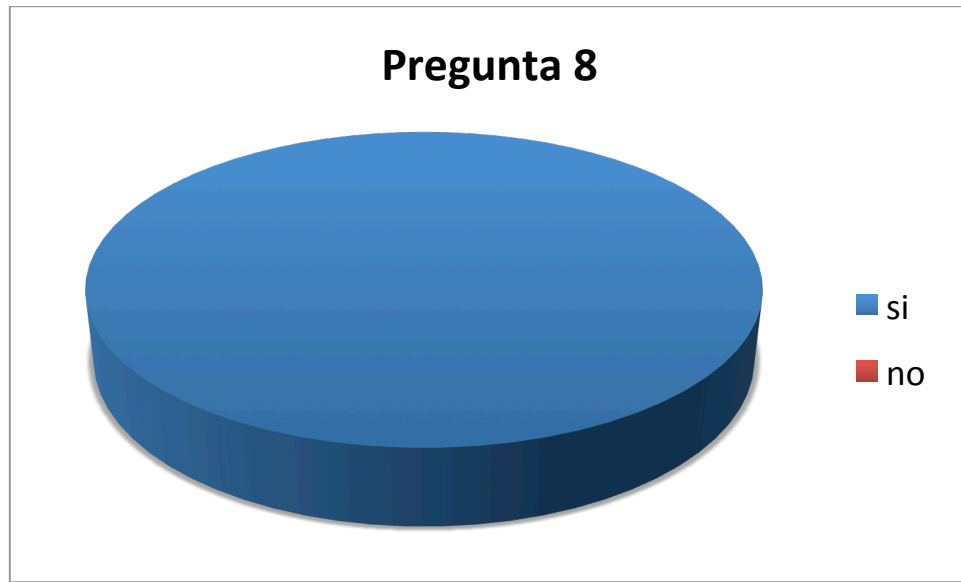


Gráfica 6. La recolección del acopio de Sargazo se realizó en algunas playas de manera mensual con 42%, quincenal con 41% y 17% semanal. Aunque se limpian a diario las playas.

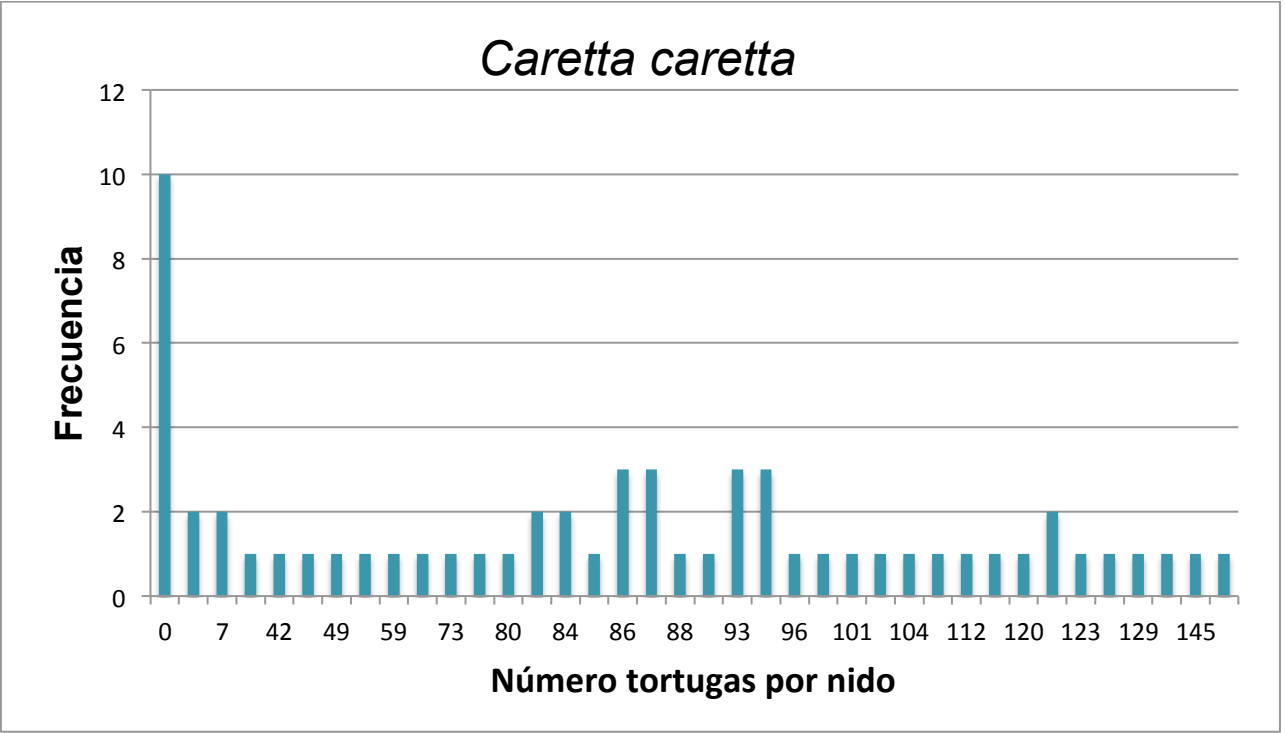
En la pregunta número 7. Se tiene un manejo inicial en la playa en donde en época de tortugas los hoteles con playas pequeñas recolectan con rastrillos y recogen con palas para llenar carretillas o cuatrimotos con carretas para sacar de la playa teniendo cuidado de nidos, posteriormente se lleva al lugar de acopio más cercano como lo fue Punta piedra, Mezzanine en un comienzo y actualmente playa pescadores, así como el estacionamiento de conchitas para posteriormente la recolección del remolque que recoge para llevar al acopio de Tulum ubicado enfrente de Dreams Tulum.

Cuando no es temporada de tortugas se ocupa rastrillo para procurar hacer una sola línea de sargazo en la playa y que así el vodcat pase a recoger procurando dar el menor número de vueltas con maquinaria pesada. Colocando todo en acopio de lo que hay en las playas. Posterior a esto se lleva el sargazo al volquete con ayuda de palas. Y de ahí con remolque para el destino final al acopio final de Dreams Tulum.

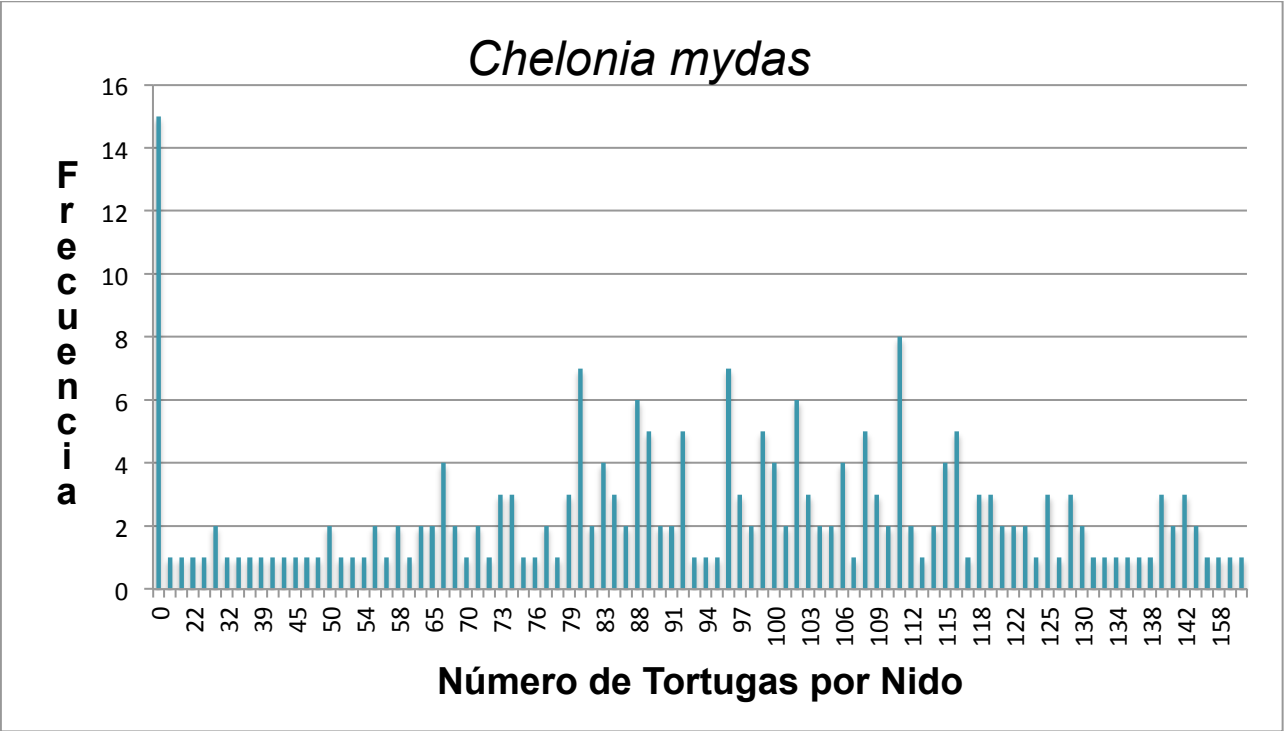
En épocas en donde no se tenía mejor control de la limpieza porque esta era en cantidades muy grandes esto era recogido directamente con maquinaria ya que no se daba abasto de manera manual. Se recogía con remolque y vodcat. Llevando al centro de acopio general con volquetes.



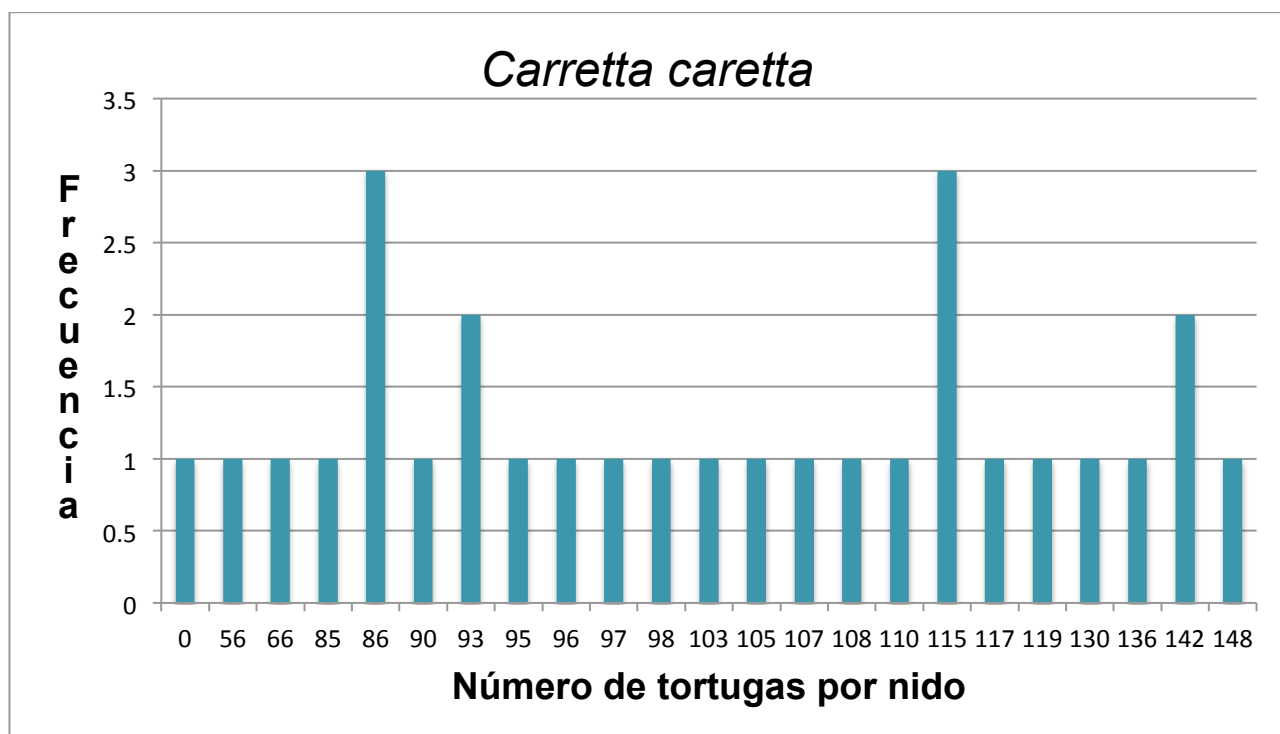
Gráfica 8. Todos los entrevistados, tienen noción del procedimiento posterior a limpieza en playa.



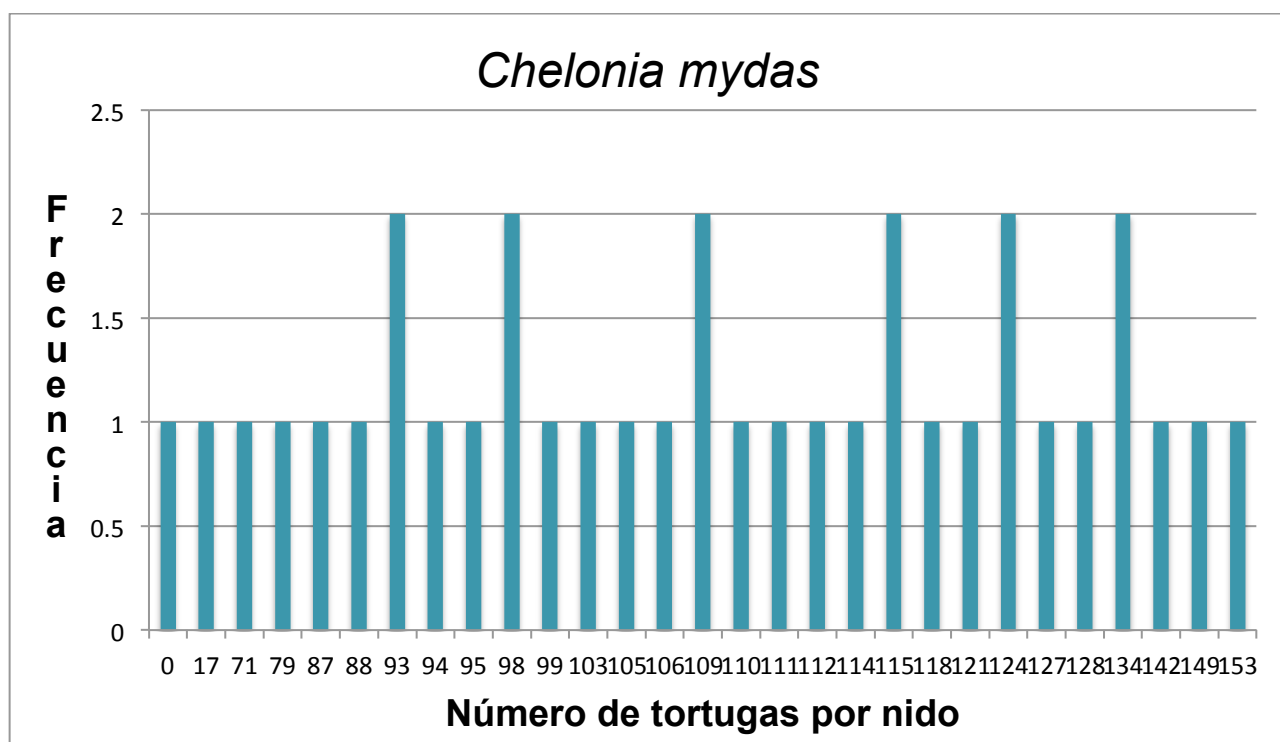
Gráfica 1. Frecuencia número de tortugas por nido de la especie *Caretta caretta* en la playa PPP.



Gráfica 2. Frecuencia número de tortugas por nido de la especie *Chelonia mydas* en la playa PPP.



Gráfica 3. Frecuencia número de tortugas por nido de la especie *Caretta caretta* en la playa PNT.



Gráfica 4. Frecuencia número de tortugas por nido de la especie *Chelonia mydas* en la playa PNT.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

Los resultados de los censos (prospecciones diurnas y recorridos nocturnos) y la estimación de la distribución total de nidos y abundancia total de tortugas (con base en la fórmula nidos/metros y crías de tortugas/metros) dejados durante la temporada 2019 en las playas PNT y PPP.

Los conteos se organizaron en dos categorías para cada área. La primera categoría representa el número de nidos contados durante ambos censos para cada playa. La segunda categoría representa el número de tortugas contadas durante la eclosión, tomando en cuenta para dicho conteo las crías vivas en superficie, las crías vivas en nido, y crías vivas eclosionando, exceptuando huevos no eclosionados y crías muertas en superficie, nido y eclosionando. La "Densidad de Anidación" (camas o nidadas/m) se obtuvo a partir del "Total de Anidaciones" y el "Largo de la Playa". En ambas playas se tuvieron recorridos diarios; la playa que obtuvo densidades de tortugas mayores de 4 cada 100 m.

El total del conteo considerando los que no presentan zonación de las playas fue de 377.76 nidos construidos durante la temporada en PPP y 55 en PNT.

El porcentaje de eclosión no tuvo diferencia significativa en la especie *C. mydas* pese a la diferencia de playa, pero la especie *C. caretta* si tuvo

diferencia del 19.39% ya que en playa PPP con especie *C. caretta* tuvo 68.41% y *C. mydas* 80.69%, mientras que *C. caretta* tuvo 87.88% y *C. mydas* 86.42% en PNT.

Por ende la frecuencia del número de tortugas liberadas en la especie *C. caretta* presenta elevado el número de 0, pueda ser por una de las playas con problemas antropogénicos (luz blanca durante la noche, ruido, maquinaria, entre otros más).

Las encuestas no se aplicaron a toda la zona hotelera, solo a aquellos que permitieron la entrevista. El sargazo es un indicador de la creciente contaminación y no se puede detener, pero se puede con los resultados obtenidos de las entrevistas mejorar el manejo que se tuvo y que actualmente se tiene, conociendo mejor las cantidades de sargazo que salen en diversas temporadas para estar prevenidos en futuros años y que afectan el ecosistema, provocan mal olor, descomponen el paisaje y dañan al turismo.

Esperando que para la próxima temporada, se conozca la cantidad que se recoge y darle un mejor uso, sin afectar las playas para las nidadas.

CAPÍTULO 7. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Durante la realización del proyecto se desarrolló trabajo en equipo durante las prospecciones diurnas y recorridos nocturnos para la recolección de información y muestreo en las playas, permitiendo la participación activa de todos los miembros del trabajo, en conjunto desarrollando ideas, actitudes, habilidades científicas, la capacidad para aplicar los hallazgos y conocimientos teóricos en la realidad . Hubo planificación, organización, elaboración y aplicación de encuestas a ZOOFEMAT y diferentes hoteles ubicados en orilla de playa. Además de análisis de datos al final para llegar a una conclusión.

CAPÍTULO 8. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Avens, L. y K. Lohmann. 2004. Navigation and seasonal migratory orientation in juvenile sea turtles. *J. of Exp. Biol.* 207: 1771-1778.
- Azanza R, Ibarra, Espinosa, Díaz, González-Sansón. (2003). *Rev. Invest. Mar.* 24(3):231-240.
- Carr, A., M. H. Carr y A. Meylan. 1978. The ecology and migrations of sea turtles, 7. The West Caribbean green turtle colony. *Bull. Amer. Mus. Natur. Hist.* 162:1-46. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/2246/1287>
- CIT-SSC-2015. Nota Conceptual sobre la importancia de Sargassum y el Mar de los Sargazos para las Tortugas Marinas del Atlántico. CIT-CCE7-2014- Tec.9 - SSC/2014/1/Doc. Recuperado de: <http://www.iacseaturtle.org/docs/tecnicos/MarSargazosTortugas%20Marinas-esp.pdf>
- Cliffon K., D. Cornejo y R. Felger. 1981. Sea turtles of the Pacific coast of Mexico. In: Bjorndal, K. (Ed.) *Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Inst. Press. Washington DC. 199-210.
- Denisse, S. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-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.
- Dodd, C. K., Jr. 1988. Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758). USFWS Biological Report 88:1– 110.
- DOF. (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. Recuperado de: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>
- DOF. (2016). Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5437111&fecha=13/05/2016
- Dreckmann, K. M. & A. Senties. (2013). Las arribazones de algas marinas en el Caribe mexicano, evento biológico natural o basura

en las playas. Biodiversitas 107: 7-11. ISSN: 1870-1760.

Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., & Donnelly, M. (2000). Introducción a la evolución, historias de vida y biología de las tortugas marinas. *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*, 3.

Fish, M.R. (2011). Guidelines for monitoring beach profiles. WWF, San Jose, 16 pp.

Frazier J. 1993a. Una evaluación del manejo de nidos de tortuga marina en la Península de Yucatán. pp. 37-57. En: J. Frazier (ed.) Memoria IV Taller Regional sobre Programas de Conservación de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán. UADY. Mérida, Yuc., México.

Gaona, O. y Barragán, A.R. (2016). Las tortugas marinas en México: logros y perspectivas para su conservación. (1ra ed.). México: Soluciones Ambientales ITZENI.

Gower, J., Young, E. & King, S. (2013). Satellite images suggest a new Sargassum source region in 2011. *Remote Sensing Letters*, 4(8), 764– 773.

Hawkes L., A.C. Broderick, M. Coyne, M. Godfrey and B. J. Godley. 2007. Only some like it hot — quantifying the environmental niche of the loggerhead sea turtle. *Diversity and Distributions* 13: 447-457.

Herrera R. 2006. Modificaciones a la playa Aventuras DIF y su impacto en la anidación de tortugas marinas. En: Memorias del XIV Taller Regional de Programas de Investigación y Manejo de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán y II del Golfo de México y Mar Caribe. 8 al 10 de noviembre de 2006. Parque Xcaret, México.

http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_R_BIODI_V03_02&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce

Koch V., W. J. Nichols, S. H. Peckham y V. de la Toba. 2006. Estimates of sea turtle mortality from poaching and by catch in Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Biological Conservation* 128: 327-334.

Maffucci F., W.H.C.F. Kooistra, F. Bentivegna. 2006. Natal origin of loggerhead turtles, *Caretta caretta* in the neritic habitat of the Italian coasts, Central Mediterranean. *Biological Conservation* 127:

183-189.

- Maldonado Díaz D., H. S. Peckham, G. Ruíz Michael, J. S. Lucero Romero, A. Gaos y J. W. Nichols. 2009. Situación actual de la tortuga caguama (*Caretta caretta*) en el Pacífico. En: Sarti, L., A. Barragán y C. Aguilar (comps.) Memorias de la Reunión Nacional sobre Conservación de Tortugas Marinas. Veracruz, Ver. 25–28 de noviembre de 2007. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT, México. 129 pp.
- Maldonado G. 2005. Conferencia Estatal de Quintana Roo. En: XIII Taller Regional sobre Programas de Conservación de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán. Telchac Puerto, Yucatán. 8-9 diciembre, 2005.
- Márquez, R., A. Villanueva y C. Peña-Flores Sinopsis de datos biológicos sobre la tortuga golfina, *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz 1829) en México. Inst. Nal. Pesca, México. INP152 Sinopsis sobre la Pesca 1976 61 p.
<https://www.inapesca.gob.mx/portal/Publicaciones/Series/1970s-Serie- Informacion-i/SI-i46-Marquez-1976-pesca-tortuga-marina.pdf?download>
- Martín-del-Campo y García-Gasca. (2018). CIENCIA UANL / AÑO 21, No.91
- Martínez-Daranas, B., Suárez, A.M. (2018). An overview of Cuban seagrasses. Bulletin of Marine Science, 94,<https://doi.org/10.5343/bms.2017.1014>.
- Matsuzawa Y. 2007. Japan: looking beyond the nesting beach. In: SWOT, the State of the World's Sea Turtles. Conservation International, Washington, DC, pp 16.
- Meylan & Meylan. (2000). Introducción a la Evolución, Historias de Vida y Biología de las Tortugas Marinas. Recuperado de:
http://www.chmhonduras.org/phocadownloadpap/Cayos_Cochinos/TORTUGAS_MARINAS/Manual_UICN/01_meylanmeylan_sp.pdf
- Miller, J. D., Limpus, C. J., & Godfrey, M. H. (2003). Nest site selection, oviposition, eggs, development, hatching, and emergence of loggerhead turtles. *Loggerhead sea turtles*, 12.
- Nichols W. J., A. Resendiz, J. A. Seminoff, y B. Resendiz. 2000. Transpacific migration of a loggerhead turtle monitored by satellite telemetry. Bulletin of Marine Science 67: 937-947.
- Orellana, R., Nava, F., y Espadas, C. (2007). El clima de Cozumel y la

Riviera maya. *Biodiversidad acuática de la Isla de Cozumel*, 23-32.

- Pendleton, L., Krowicki, F., Strosser, P. & Hallett-Murdoch, J. (2014). Assessing the economic contribution of marine and coastal ecosystem services in the Sargasso Sea. NI R 14-05, Durham, N.C.: Duke University.
- Pérez-Villegas, G. (1980). El clima y los incendios forestales en Quintana Roo. *Centro de investigaciones de Quintana Roo y Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico City, Mexico*, 65-80.
- POR, E. D. T. M. U. NORMA Oficial Mexicana NOM-061-PESC-2006, Especificaciones técnicas de los excluidores de tortugas marinas utilizados por la flota de arrastre camaronera en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Recuperado de: <http://www.iacseaturtle.org/docs/dets/NORMA%20Oficial%20Mexicana%20NOM-061-PESC-2006.pdf>
- Rodríguez-Martínez, R. E., van Tussenbroek, B., & Jordán-Dahlgren, E. (2016). Afluencia masiva de sargazo pelágico a la costa del Caribe mexicano (2014-2015). *Florecimientos Algales Nocivos en México. Ensenada: CICESE*, 2016, 352-365.
- Ross. (2000). La Crianza y Reproducción en Cautiverio de Tortugas Marinas: Una Evaluación de su Uso como Estrategia de Conservación de: *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4.
- Salazar-Vallejo S. I., N. E. González y G. de la Cruz. 1992. La zona costera: ecología, conservación y turismo. pp 53-73 En: A. César-Dachary, D. Navarro y S. M. Arnaiz (eds.). Quintana Roo: Los retos del fin del siglo. CIQRO y Fund. Siglo XXI, Chetumal.
- SEC & C.EM.MA. (2002).Informe preeliminar del impacto Vertido de petroleo "Prestige" en tortugas y mamíferos marinos de las aguas gallegas. Recuperado de: <http://hoxe.vigo.org/pdf/impresos/cetaceos.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Vida Silvestre, (Abril, 2019). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Recuperado de: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/convencion-interamericana-para-la-proteccion-y-conservacion-de-las-tortugas-marinas-cit>

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015).
Recuperado: <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/convencion-interamericana-para-la-proteccion-y-conservacion-de-las-tortugas-marinas-cit>
- Seminoff J. A., S. H. Peckham, T. Eguchi, A. Sarti-Martínez, R. Rangel-Acevedo, K.A. Forney, W. J. Nichols, E. Ocampo y P. Dutton. (2006). Loggerhead turtle density and abundance along the Pacific coast of the Baja California Peninsula, Mexico. En: Frick, M., A. Panagopoulou, A. F. Rees y K. Williams (Comps.). Book of Abstracts. Twenty Sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. International Sea Turtle Society, Athens, Greece. 376 pp.
- Suárez, A. M., & Martínez-Daranas, B. (2018). La problemática del Sargazo en el caribe. *Adaptación basada en Ecosistemas: alternativa para la gestión sostenible de los recursos marinos y costeros del Caribe*, 82.
- Zurita J. (2009). Situación actual de la tortuga caguama en el Golfo y en el mar Caribe. En: L Sart M., Barragán y C Aguilar (comps). Memorias de la Reunión sobre Conservación de Tortugas Marinas. Veracruz, Ver 25-28 de Noviembre de 2007
- Zurita J. C y M. Prado. (2007). La conservación de las tortugas marinas en Veracruz, México. CONCENZU, Consultores en Formación SA de CV. México D. F. Noviembre 2007. 95 pp.
- Zurita J. C., B. Prezas, R. Herrera y J. L. Miranda. (1994). Sea turtle tagging program in Quintana Roo, Mexico. In: Bjorndal, K. A., A. B. Bolten, D. A. Johnson y P. J. Eliazar (compilers). Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. 1-5 March 1994. NOAA-TM-NMFS-SEFSC-351. pp 300-303.
- Zurita J. C., R. Herrera y B. Prezas. (1993). Tortugas marinas del Caribe. pp 735-751 En: Biodiversidad Marina y Costera de México. Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González (eds.). Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México, 865 pp.

CAPÍTULO 9. ANEXOS

Anexo A. Formato técnico para consistencia del suelo

Programa Municipal de Protección a las Tortugas Marinas Temporada 2019

Fecha muestreo: _____ Fecha ensayo: _____

Hora muestreo/ensayo: _____

Playa: _____ Zona: _____

Nº de la muestra: _____ Profundidad de la muestra: _____

Identificación textura in situ (Color, textura, olor).

Observaciones:

Humedad: _____ Peso inicial _____ Peso final _____

Anexo B. Formato de entrevista

Programa Municipal de Protección a las Tortugas Marinas Temporada 2019

El programa municipal de protección a las tortugas marinas de Tulum protege las playas de anidación, con la finalidad de conocer la relación entre el sargazo y las tortugas marinas se realiza la presente entrevista; la meta es contar con información que nos permita mejorar el manejo y prevenir riesgos de los nidos en la próxima temporada.

Agradecemos nos puedas ayudar respondiendo estas preguntas:

Fecha: _____

Playa: _____

Nombre. _____

Ocupación/tiempo laborando en la ocupación: _____, _____ años

Sexo/edad: F/M _____ años

1. ¿Hace cuánto que comenzaron a limpiar las playas de Sargazo?

2. ¿En qué época del año (temporada) hay sargazo en las playas?

3. ¿En qué playas recoge el sargazo?

4. ¿Cómo realiza el manejo: manual o con maquinaria? ¿Qué equipo usa? (palas, bobcat, etc.,)

5. ¿Aproximadamente cuanto sargazo se recoge por playa?

A) volquete 7m³ B) volquete 14m³ C) otro: _____

6. ¿Cada cuánto se recoge sargazo?

A) Diario B) Semanal C) Quincenal D) Mensual

7. Posteriormente, ¿A dónde se lleva? O ¿Cómo se maneja?

8. ¿Sabe el procedimiento después de la recolección de sargazo?

A) Si B) No
