

Descripción de la Problemática del Refugio Bahía de Akumal

ANTECEDENTES

El 7 de marzo de 2016, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo mediante el cual se establece como área de Refugio con el nombre de Bahía de Akumal, la porción marina ubicada frente a los poblados de San Miguel, en el municipio de Solidaridad y los poblados de Akumal, Aventuras, Bahía Príncipe, Chemuyil, X'cacel-X'cacelito y La Esperanza, todos éstos en el municipio de Tulum y que se localiza aproximadamente a 37 km al sur de Playa del Carmen en el Estado de Quintana Roo, con una superficie de 1,653-43-33.47 hectáreas (mil seiscientos cincuenta y tres hectáreas, cuarenta y tres áreas, treinta y tres centiáreas, cuarenta y siete decímetros cuadrados), para la protección de las especies tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga caguama (*Caretta caretta*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*); cuerno de alce (*Acropora palmata*), cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*), corales blandos o abanicos de mar (*Plexaura homomalla* y *Plexaura dichotoma*); mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y los pastos marinos de las especies *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii*. En este acuerdo también se precisó que la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) sería la encargada de elaborar el Programa de Protección, y la encargada de su administración, por lo que a continuación se precisan de modo enumerativo, más no limitativo, las problemáticas que dieron origen a la Declaratoria del Refugio.

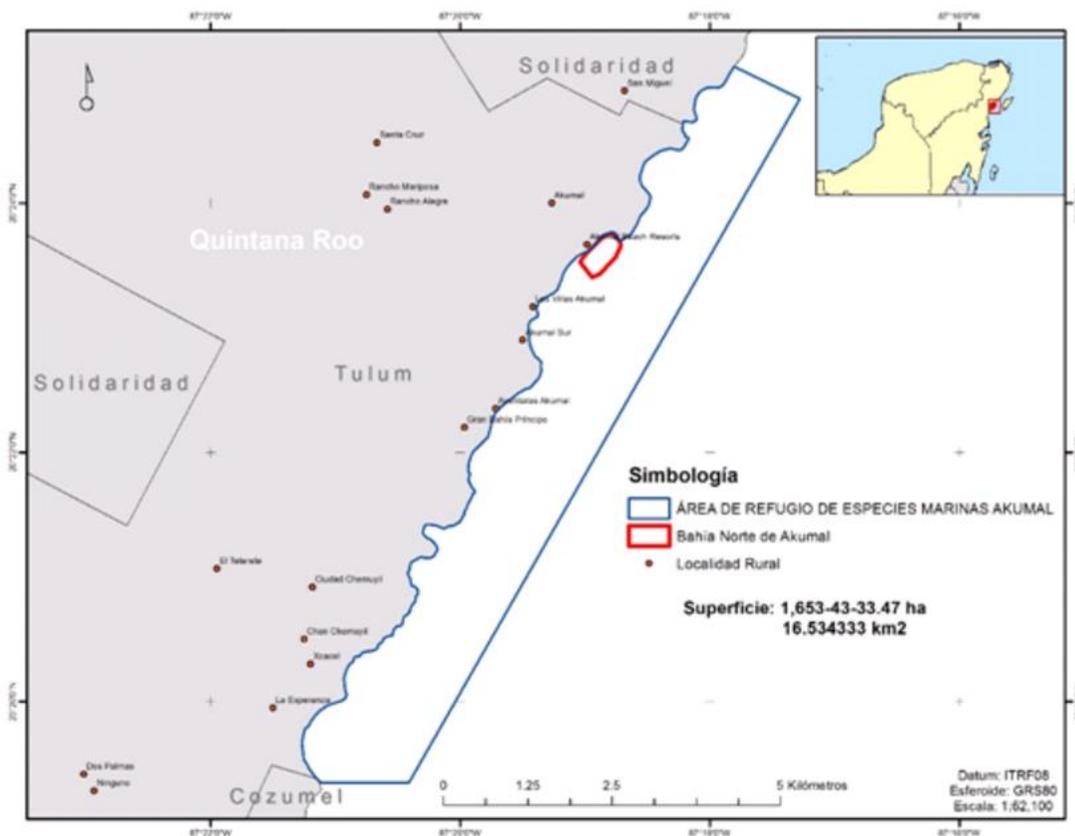
DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

En el Área de Refugio Bahía de Akumal, se registran perturbaciones que alteran la estructura de los ecosistemas y poblaciones de diversas especies, provocando cambios en los recursos (bióticos y abióticos), la disponibilidad y estado de conservación de los hábitat o el medio físico, que producen efectos sobre la dinámica de los ecosistemas, su diversidad y los ciclos biogeoquímicos de materia, y que por sus dimensiones rebasan la escala natural en intensidad, dimensión y frecuencia. El efecto de las perturbaciones sobre los ecosistemas depende de la magnitud del agente perturbador y la susceptibilidad del ecosistema, así como de su origen (natural o inducida). Entre las perturbaciones de origen natural que han impactado históricamente a la Bahía de Akumal, se encuentran los fenómenos meteorológicos, principalmente huracanes y ciclones. Sin embargo, la principal problemática es la falta de regulación a las actividades antropogénicas, que afecta a las poblaciones de tortugas presentes en el polígono, así como los pastos marinos, los corales y los manglares. Cabe señalarse que las principales

Descripción de la Problemática Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal

actividades turístico recreativas que se realizan en el polígono que comprende el Refugio están asociadas a las tortugas, ya que es uno de los principales atractivos de la zona, y la observación y nado con estas especies ha sido el motor de desarrollo de la Bahía, ya que hay una gran concentración de éstas en determinadas zonas del polígono debido a que ahí se encuentran pastos marinos fundamentales en su alimentación. Por lo que el análisis de la problemática en este refugio se centrará en las tortugas, ya el Programa de Protección se enfoca principalmente en estas especies y en la regulación de las actividades que las involucran y pueden causarles una afectación, sin embargo, el Decreto se enfoca también en la protección de los pastos marinos, corales y manglares en la zona, cuestiones que también han sido considerados en el Programa de Protección bajo la perspectiva de que la Bahía de Akumal es un ecosistema único en el planeta y todas las especies que ahí se concentran son parte de un sistema frágil, por lo que es imprescindible mantener su equilibrio. Al final de este análisis también se enumerarán los fenómenos meteorológicos que han impactado la zona en los últimos años, como una referencia a los riesgos potenciales de ese ecosistema.

Figura 1. Plano de Localización del Refugio de Protección Bahía de Akumal



Fuente: Diario Oficial de la Federación 07 de Marzo de 2016.

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5428829&fecha=07/03/2016

Amenazas a las tortugas en la Bahía de Akumal

Turismo

En el mundo, el turismo de naturaleza crece a un ritmo de 10-30% anual; más rápido que el turismo convencional, que crece a un 4% (Reingold, 1993 en Troëng y Drews, 2004).

En la rivera maya, el arrecife de coral representa el recurso principal que contribuye con material a las playas arenosas y el hábitat de fauna. Se han identificado 49 especies en peligro de extinción en el área, por lo que desarrollar turismo basado en medidas de conservación debe ser planeado (Padilla y Sotelo *et al.*, 2009).

El estado de Quintana Roo se convirtió en un lugar atractivo para inmigrantes que vienen de todo el país, las actividades relacionadas con el turismo representan una fuente de ingresos a partir de servicios para un turismo mexicano que involucra 3.5 millones de visitas anuales al estado (Propin and Sánchez-Crispín 2002 en Padilla y Sotelo *et al.*, 2009).

El turismo basado en la observación de tortugas marinas se ha planteado como una alternativa productiva para las comunidades históricamente relacionadas con las especies y una forma de involucrarlas en las actividades de protección. Sin embargo, este tipo de turismo es cada vez más solicitado por los visitantes a las playas y áreas marinas donde las tortugas se distribuyen para alimentarse y desarrollarse, por lo que es necesario establecer una serie de lineamientos que ayuden a dar un mejor servicio, con el principal objetivo de no afectar a las especies y su hábitat.

La atracción de ver y tocar un animal en su ambiente natural, ha hecho del turismo con tortugas marinas un potencial problema para este reptil. La accesibilidad al hábitat donde desovan e incuban sus huevos, así como a las áreas de alimentación, es un incentivo para el turismo de naturaleza, que permite a los turistas tener una experiencia de contacto directo con una especie en peligro de extinción. Sin embargo, esta interacción está alterando el ciclo natural de las especies, que siguen un protocolo de conducta establecido a través de millones de años de evolución y que ahora se ve interrumpido por la presencia humana y lo que esto implica (tocamiento, movimiento y turbidez).

El problema ha llamado la atención de especialistas porque se presenta en todo el mundo con consecuencias irreversibles en algunos casos, como el abandono de playas de anidación por las tortugas, enfermedades y mortalidad de organismos por las actividades en el mar. En este sentido es importante entender cuándo y cómo las actividades humanas relacionadas con turismo intervienen negativamente en este ciclo y recomendar algunas prácticas que sean ambientalmente amigables con las tortugas marinas. La capacidad de aprovechar el turismo

Descripción de la Problemática
Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal

como una alternativa económica conlleva, principalmente, una responsabilidad por conservar a las tortugas marinas y el hábitat del cual dependen.

Tradicionalmente las tortugas han tenido un valor por su uso extractivo de piel, carne, hueso y huevos que proveían a las comunidades locales de fuentes de proteína y recursos económicos. Troëng y Drews (2004) en un estudio muy completo sobre aspectos económicos del uso y conservación de las tortugas marinas muestran que su uso no extractivo genera o tienen el potencial de generar un mayor ingreso bruto y mantener un mayor crecimiento económico que el uso extractivo, causando un impacto menor en las poblaciones de estas especies. Por otro lado, también tiene mayores efectos multiplicadores, más potencial de crecimiento económico, genera más apoyo para la conservación y manejo, y genera proporcionalmente más empleos, desarrollo social y oportunidades para las mujeres, más que el consumo de tortugas. Los autores también indican que hay otras variables que se deben considerar cuando se evalúan las opciones de uso, como la contribución al alivio de la pobreza, los costos de producción, la distribución de los ingresos y el potencial para la diversificación económica; la promoción de otros usos no extractivos debe acompañarse de una planificación cuidadosa, y tomar en cuenta que pudiera no ser una opción viable en algunos sitios.

En las figuras 2, 3 y 4 se presentan imágenes que acompañan la promoción de los tours para el nado con tortugas a través de distintas páginas en la Web y que muestran la cercanía con los organismos, así como la densidad de turistas que llegan a rodearlas.

Embarcaciones

Las tortugas marinas son impactadas en sus zonas de alimentación por un conflicto de uso de zonas marinas, resintiendo el impacto de actividades acuáticas recreativas con embarcaciones motorizadas que provocan un intenso tránsito marítimo (barcos, lanchas, jetski, veleros), haciendo a las tortugas propensas a recibir golpes, los cuales pueden ocasionar heridas graves y traumatismos por causa de las propelas y en algunos casos incluso la muerte de los organismos (CONANP, 2009).

Pesca

El desarrollo de la actividad pesquera trae consigo un aumento en el número de embarcaciones y el esfuerzo empleado en esta actividad económica, siendo una gran amenaza para las tortugas marinas pues al coincidir las zonas pesqueras con las áreas de alimentación de juveniles y adultos, y con sus corredores migratorios utilizado por ellas para llegar a sus sitios de reproducción o alimentación, estas pueden quedar atrapadas en las redes o enganchadas en los anzuelos impidiéndoles salir a respirar, y como consecuencia, morir ahogadas (CONANP, 2009).

Descripción de la Problemática
Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal

Figura 2. Snorkel con tortugas marinas



Fuente: <http://www.cancunadventure.com.mx/tours/tortugas-marinas/>

Figura 3. Snorkel con tortugas marinas en Akumal



Fuente: <http://www.cancunadventure.com.mx/tours/tortugas-marinas/>

Descripción de la Problemática
Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal

Figura 4. Buceo con tortugas marinas en Akumal



Fuente: México desconocido. <http://www.mexicodesconocido.com.mx/buceo-con-tortugas-marinas-en-akumal.html>

Trabajos que evidencian la problemática

En una investigación de María Ruiz Alonso (2008), se menciona que la Bahía de Akumal, representa un destino turístico importante debido a la fácil observación de tortugas alimentándose en zonas poco profundas, y que las condiciones turísticas influyen en la distribución de las tortugas al interior de la Bahía. La Tabla 1 es un extracto de la investigación donde se resumen las condiciones que intervienen en la distribución de los individuos al interior de la bahía.

Dentro de la bahía, la distribución de las principales especies de fanerógamas, conocidas comúnmente como pastos marinos, que seleccionan las tortugas juveniles de *Chelonia mydas* para alimentarse, permite establecer una zonación que la divide en dos parcelas o zonas principales de alimentación: La parcela T, llamada así por el predominio de la especie *Thalassia testudinum* (con una extensión aproximada de 0.25 Km²) y la parcela S, nombrada así por el predominio de las especies *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii* (con una extensión aproximada de 0.25 Km²) (Ruiz, 2008).

La segregación en dos zonas tan cercanas, en un área tan reducida como Akumal no se ha visto en otros estudios, donde la concentración se da, pero en puntos geográficamente muy distantes. El grupo de juveniles de menor tamaño buscarán las zonas más protegidas y de mayor profundidad, donde también se concentra el mayor número de turistas. Sin embargo, a pesar de esta distribución diferencial, es posible encontrar individuos en ambas parcelas y esto puede

Descripción de la Problemática
Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal

estar relacionado con la abundancia de turistas; las tortugas que tienen preferencia por estar en S se ven desplazados como alternativa a la parcela T. Para los individuos con preferencia por T no hay evidencias de que se cumpla la misma regla. Durante el trabajo se pudo observar que existe una tendencia a que en el momento de menos abundancia de turistas en el agua, es cuando más tortugas se observan en la bahía y que a más turistas, menos tortugas. Se puede plantear en este caso una posible adaptación por las tortugas a la hora de entrar a la bahía, relacionada directamente con los movimientos de entrada y salida de los turistas (Ruíz, 2008).

Tabla 1. Condiciones de la bahía y características de las tortugas a partir de su distribución en la Bahía de Akumal

CONDICIÓN	ZONA S <i>Syringodium filiforme</i> y <i>Halodule wrightii</i>	ZONA T <i>Thalassia testudinum</i>
Turistas	mayor	menor
Profundidad	mayor	menor
Energía	menor	mayor
Visibilidad	mayor	menor
Barcos	Sin barcos	Con barcos
Ruido	menor	mayor
Tallas de tortugas	50-70 cm LCC	< 50 cm LCC > 70 cm LCC
Calidad del alimento	Pasto con alto contenido proteico	
Conducta alimenticia	Individuos juveniles que aún tienen alimentación carnívora y carroñera	

Fuente: Extraído de Ruíz A. M. 2008. Biología de *Chelonia mydas* en Akumal, México. Tesis de Maestría "Biodiversidad y Conservación Animal. Valencia España.

El estudio interacción tortuga–turista evidenció que la respuesta de las tortugas a la condición estresante con la presencia de turista es por un lado el cambio de parcela. Se ha observado como grupos de tres a quince turistas se agolpan sobre las tortugas e incluso en ocasiones se ha visto como éstos tratan de tocarlas o alimentarlas con tortitas de maíz. Sin presencia de turistas, las tortugas salen a la superficie a realizar tres inspiraciones, cuando hay interacción suben y bajan al fondo en más ocasiones y la toma de aire es en una sola respiración y más corta. Por

Descripción de la Problemática **Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal**

otro lado, en el caso de encontrarse comiendo o nadando, la respuesta general a la aglomeración de buceadores era el cese de la actividad y el cambio de dirección (Ruíz y Galián, datos propios en Ruíz, 2008).

Asimismo, se ha observado que el número de tortugas en la bahía decrece conforme se incrementa la presencia de turistas, lo cual es comprensible considerando que un estudio realizado reveló que tocar a las tortugas representó el 98% de las veces que provocó la conducta de evasión. Por otra parte, cerca del 90% de los turistas llegan a la Bahía con el interés de observar a las tortugas en su ambiente natural. Sin embargo, el avistamiento se hace de forma tal que resulta invasiva para las tortugas. El impacto provocado por el turismo puede ser tan grande que afecte la presencia de las tortugas en esta área si no se toman las medidas necesarias para proteger la especie.

Existe una sobre oferta de servicio de avistamiento, aumentando también el número de operadores, utilizando guías mal entrenados, y que prestan a sus turistas chalecos hundibles y aletas largas, que generan turbulencias de arena que afectan a los corales y pastos marinos por dispersión de la misma, lo que genera que los pastos no reciban la luz necesaria para elaborar sus funciones y que el arrecife sean dañados, ya sea por ruptura o por dispersión de sedimentos.

Las conductas de turistas que acosan a los animales, los rodean, los tocan e incluso los cargan y sacan del agua para tomarse una fotografía generan impactos negativos sobre las tortugas ocasionando que abandonen el sitio. Otras conductas inapropiadas son el impedir el nado y dirección de las tortugas, o evitar que la tortuga tenga rutas de escape.

Fibropapilomatosis, un riesgo latente para las Tortugas

La fibropapilomatosis es una enfermedad caracterizada por tumores externos e internos en las tortugas marinas, que en los casos graves provocan la muerte.

La fibropapilomatosis se caracteriza por presentar tumores fibroepiteliales en diferentes tejidos blandos, pero también han sido descritos en carapacho y plastrón. Mixiofibromas, papilomas, fibromas y fibropapilomas son los tipos de tumores asociados a la enfermedad en sus diferentes fases (aguda y crónica) y aunque son de naturaleza benigna, ocluyen la visión e inhabilitan a las tortugas para alimentarse y desplazarse adecuadamente. Los tumores también pueden desarrollarse internamente (CONANP-FFyCM, 2015).

La fibropapilomatosis fue primeramente descrita en 1938 en una tortuga verde del acuario de Nueva York, que fue traída de la Florida. A pesar de esto, la enfermedad no alcanzó condiciones

Descripción de la Problemática
Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal

de epizootia hasta los 80s. Actualmente está reportada en todas las especies de tortugas marinas, aunque la más afectada es la tortuga verde y la menos susceptible es al parecer, la tortuga de carey, cuya presencia sólo ha sido reportada en cautiverio (CONANP-FFyCM, 2015).

La etapa de vida más afectada parece ser los juveniles y en menor grado, los adultos. La razón para esto no está clara, es probable que los juveniles que se recuperan puedan volverse inmunes o es probable que nunca estuvieran en contacto con la enfermedad en esa etapa (CONANP-FFyCM, 2015).

En 1986 se indicó por primera vez esta enfermedad en las tortugas que anidan en las playas de Isla Contoy. Herrera y Zurita (1993) encontraron que de las 804 tortugas hembras anadoras revisadas en el litoral central, el 2.04 por ciento presentó algún tumor en el periodo de 5 años.

Figura 5. Tortuga verde con fibropapilomatosis, tumor en cuello y cabeza.



Fuente: Robert Van Dam, en: www.seaturtle.org

Los resultados obtenidos en el estudio de 2015 a lo largo de la costa del estado de Quintana Roo indican que la presencia y prevalencia de la fibropapilomatosis se concentra en la parte centro y norte del estado, lo cual concuerda con la literatura, que ha establecido una correlación positiva

Descripción de la Problemática
Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal

entre la actividad humana y la contaminación marina con la prevalencia de la enfermedad (CONANP-FFyCM, 2015).

Akumal representa un ejemplo interesante de cómo diversos factores estresantes (elevada carga de turistas, contaminación marina y elevado tráfico de embarcaciones en un espacio pequeño) son los probables responsables de detonar esta enfermedad, ya que un seguimiento que hemos dado desde 2004 nos ha permitido identificar el momento en que ha iniciado la enfermedad y la velocidad con que ha aumentado su prevalencia. El o los factores exactos que han participado en su desarrollo aún son desconocidos, pero sin duda, la actividad antropogénica tiene un impacto negativo en la salud de las tortugas (CONANP-FFyCM, 2015).

Se registró por primera vez la incidencia de fibropapiloma en una tortuga caguama en la playa de X'cacel-X'cacelito en 1990 (Herrera et al., 2001).

Figura 6. Monitoreo de ejemplares juveniles de tortuga marina en la Bahía de Akumal.



Fuente: CONANP-FFCM, 2015. Imágenes: A. Captura con buceo en apnea. B. Toma de muestras Sanguíneas. C. Tumor en parpado de ojo izquierdo. D. Medición de tumor en aleta derecha.

Descripción de la Problemática
Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal

Perturbaciones Naturales

Las perturbaciones naturales son procesos que modifican patrones espaciales y temporales de composición de especies y estructura, así como la dinámica y funcionamiento de los ecosistemas (Salazar-Vallejo, 2002). En la Refugio de Bahía de Akumal, las perturbaciones naturales están dadas principalmente por huracanes y ciclones.

El Refugio se encuentra en la trayectoria de los ciclones que se forman en el Atlántico durante los meses de verano y otoño (junio a noviembre pero con mayor incidencia en agosto y septiembre); momento en el que se da una serie de circunstancias favorables para estos fenómenos, a saber: el ecuador climático se encuentra desplazado hacia el polo haciendo coincidir las fuerzas de Coriolis con las inestabilidades atmosféricas producidas por la elevada temperatura superficial del mar y las capas bajas atmosféricas (Moshinsky y Sánchez-Sesma, 1990). Esos ciclones, que pueden desarrollarse en tormentas tropicales o huracanes, dependiendo de la intensidad de sus vientos, ingresan en el Caribe y siguen una trayectoria predominante hacia el oeste-noroeste, siendo la costa de Quintana Roo el lugar de México con mayor riesgo de afectación (Jáuregui et al., 1980).

Cuando se generan estas perturbaciones atmosféricas, las costas de Quintana Roo se ven afectadas en dos matrices: una en el Mar Caribe frente a las costas de Venezuela y Trinidad; la segunda que forma ciclones que se originan en el Atlántico Oriental y que después de atravesar entre América Central y las Antillas Menores, doblan hacia el norte para dirigirse a la costa de Florida. Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar, pueden causar efectos destructivos en los corales.

La fuerza destructiva de estos fenómenos no se hace notar solamente en las infraestructuras y construcciones humanas, sino que también son probablemente el factor ecológico más importante en lo que se refiere al impacto sufrido en los ecosistemas del Caribe Mexicano y por lo tanto, en la Bahía de Akumal, por ejemplo la pérdida de hábitat y recursos alimenticios ocasionados por defoliación (Cuarón et al., 2004). Las velocidades a las que pueden llegar estos vientos van desde 120 hasta 300 Km/hora y arrastran aerosoles compuestos de agua, sal y arena del mar hacia el interior; provocando así verdaderos estragos a la vegetación que recibe tal impacto (Moshinsky y Sánchez-Sesma, 1990). La tabla 2 presenta los principales huracanes que han impactado las costas de Quintana Roo, entre 1988 y 2016, y los cuales han afectado en alguna medida la Bahía de Akumal, y el actual Refugio que alberga.

Descripción de la Problemática
Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal

Tabla 2. Huracanes que han impactado Quintana Roo de 1988 a 2016

AÑO	NOMBRE	LUGAR DE ENTRADA A TIERRA O COSTA MÁS CERCANA	ESTADOS AFECTADOS	PERIODO (INICIO-FIN)	VIENTOS MÁXIMOS EN IMPACTO (KM/HR)
1988	KEITH	Cancún, Q.Roo	QROO	17-24 Nov	110
	GILBERT	Pto. Morelos, Q. Roo	QROO, YUC, TAM, NL, COAH	8 – 20 Sep	287
2002	ISIDORE	Telchac Puerto, YUC	QROO, YUC, CAMP	14 – 26 Sep	205
2005	EMILY	20 km al norte de Tulum, Q. Roo	QROO, YUC, TAMPS, NL	10 – 21 Jul	215
	STAN	Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo	QROO, YUC, VER, TAB	01-05 Octubre	130
	WILMA	Cozumel-Playa del Carmen, Q. Roo	QROO, YUC	15 – 25 Octubre	230
2007	DEAN	Chetumal Q. Roo	QROO, CAMP, VER, HGO, PUE, QTRO.	21-22 Agosto	270

Fuente: Elaborado con información histórica del Servicio Meteorológico Nacional.

Descripción de la Problemática
Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal

BIBLIOGRAFÍA

Abreu-Grobois, F.A., Briseño-Dueñas, R., Koletzki, D., Garduño, M., Guzmán, V. y M. A. Herrera. 2003. Filogeografía de las colonias anidadoras de tortuga Carey, *Eretmochelys imbricata*, en la península de Yucatán, México. Proyecto UNAMCONACYT 28087N. 70 P.

Bjorndal, K. A. 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. En: The Biology of Sea Turtles Edit. Lutz P. y J. A. Musick). CRC Press, Boca Raton, Florida. 430 pp.

Bjorndal, K.A. 1999. Priorities for research in foraging habitats. En: K. L. Eckert,, K. A. Bjorndal, F. A. AbreuGrobois y M. Donnelly (Eds.). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea turtles. IUCN / SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4, 1999. 235 p.

Bowen, B., A. Meylan, J. P. Ross, C. Limpus, G. Balazs, J. Avise. 1992. Global population structure and natural history of the Green turtle (*Chelonia mydas*) in terms of matriarchal phylogeny. Evolution 46(4): 865-881.

CONABIO. Pradera de Pastos Marinos. Dirección General de Análisis y Prioridades. 2010. www.conabio.gob.mx.

CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature ConservancyPrograma México, Pronatura, A.C. México, D.F.

CONANP - Flora, Fauna y Cultura de México, A.C. 2015. "Evaluación de la Presencia de Fibropapilomas en las Tortugas Marinas de Quintana Roo". Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), Ejercicio Fiscal 2015. PROCER/ DRPYCM/261/2015, Responsable Técnico Dr. Fernando Alberto Muñoz Tenería. 65 pp.

CONANP. 2009. Programa de Acción para la Conservación de las Especies (PACE): Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*). Serie PACE. CONANP-SEMARNAT. México. 85 pp.

CONANP. 2011a. Ficha de identificación: Tortuga caguama (*Caretta caretta*). [En línea] http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas_tortugas/tortuga_caguama_2011.pdf Página consultada el 28 de febrero de 2017.

CONANP. 2011b. Programa de Acción para la Conservación de las Especies (PACE): Tortuga caguama (*Caretta caretta*). Serie PACE. CONANP-SEMARNAT. México. 43 pp.

CONANP. 2011c. Ficha de identificación: Tortuga verde-prieta (*Chelonia mydas*). [En línea]<http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas_tortugas/tortuga_verde_prieta_2011.pdf> Página consultada el 28 de febrero de 2017.

CONANP. 2011d. Programa de Acción para la Conservación de las Especies (PACE): Tortuga verde-negra (*Chelonia mydas*). Serie PACE. CONANP-SEMARNAT. México. 53 pp.

Descripción de la Problemática
Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal

CONANP. 2011e. Ficha de identificación: Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*). [En línea]<http://procer.conanp.gob.mx/tortugas/sitio/pdf/fichas_tortugas/tortuga_carey_2010.pdf> Página consultada el 28 de febrero de 2017.

Cuarón, A., M. A. Martínez-Morales, K. W. Mcfadden, D. Valenzuela and M. E. Gompper. 2004. The status of dwarf carnivores on Cozumel Island, México. *Biodiversity and conservation* 13: 317–331

Cuevas-Jiménez, P.-L. Ardisson and A. R. Condal. Mapping of shallow coral reefs by colour aerial photography. Pages 3697-3712 | Published online: 25 Nov 2010. Volume 23, 2002 -Issue 18.

Dodd C. K. 1988. Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758). USFWS. Biol. Rep. 88(14):1-110.

Dodd, C. K. Jr. 1997. Synopsis of the biological data on the green sea turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758). USFWS. Biol. Rep. 97(1):1-120.

Encalada S; J. C. Zurita y B. W. Bowen. 1999. Consecuencia genética del desarrollo costero: las colonias de tortugas marinas en X'cabel, México. *Noticiero de tortugas marinas* No. 83: 8-10.

Encalada, S. E; P. N. Lahamas; K. A. Bjorndal; A. B. Bolten; M. M. Miyamoto, and B. W. Bowen. 1996. Phylogeography and population structure of the green turtle (*Chelonia mydas*) in the Atlantic Ocean and Mediterranean Sea: as inferred from mitochondrial DNA control region assessments. *Molecular Ecology* 5:473-484.

Flora, Fauna y Cultura de México (FFCM). 2009. Programa de protección y conservación de tortugas marinas en el litoral central del estado de Quintana Roo: Informe final, temporada 2007. Flora, Fauna y Cultura de México AC. 55 pp.

Frazier G. John. 1999. Generalidades de la Historia de Vida de las Tortugas Marinas, Eckert, Karen L. y F. Alberto Abreu Grobois (Editores). 2001. Conservación de Tortugas Marinas en la Región del Gran Caribe – Un Diálogo para el Manejo Regional Efectivo. Traducción al español por Raquel Briseño Dueñas y F. Alberto Abreu Grobois. WIDECAST, UICN/CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas (MTSG), WWF y el Programa Ambiental del Caribe del PNUMA.

Garza-Pérez JR, Mata-Lara M, García-Guzmán S, EA Schirp-García. Reporte de Caracterización y Evaluación de Estado de la condición Arrecifal. Akumal, Q. Roo. 2010. Programa de Investigación espacial en ambientes Costeros. Facultad de Ciencias UNAM.

Gil Michael A.; Bobbie Renfro; Baruch Figueroa-Zavala; Iván Penié y Kenneth H. Dunto. 2015. Rapid tourism growth and declining coral reefs in Akumal, Mexico. *Marine Biology*, November 2015, Volume 162, Issue 11, pp 2225–2233.

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.

Descripción de la Problemática
Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal

Herrera R., J. Zurita y B. Prezas. 2001. Incidencia de fibropapilomas en tortugas marinas en Q. Roo. En: Mauricio Aceves W. y Rogelkio Villavicencio. Memorias del XI Taller Regional sobre Programas de Conservación de Tortugas Marinas en la Península de Yucatán. Riviera – maya, 8-20 marzo de 2001. 124-125 pp.

Houghton J., M. Callow y G. Hays. 2003. Habitat utilization by juvenile hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus, 1766) around a shallow water coral reef. *Journal of Natural History*. 37: 1269–1280.

Jauregui, E. et al. 1980. Los ciclones y tormentas tropicales en Quintana Roo durante el periodo 1871- 1978. Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Labrada-Martagón, V.; F. Muñoz-Tenería; R. Herrera-Pavón and A. Negrete-Philippe. Somatic growth rates of immature green turtles *Chelonia mydas* inhabiting the foraging ground Akumal bay in the Mexican Caribbean. *Journal of Experimental Marine Biology* 487 (2017) 69-78.

MacKenzie D. (2001). "Mass coral bleaching" revisada en <http://www.fisherycrisis.com/coral1.html>.

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 M. R. 2014. Tortugas Marinas. Instituto Nacional de la Pesca. 96 pp.

Márquez, M. R. 1990. FAO Species Catalogue. Vol.11 Sea Turtles of the World. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 11 Roma. 81 pp.

Márquez, M. R., 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. Fondo de Cultura Económica, México, D.F., 197 pp

Mata L. M. 2012. Evaluación de estrategias de manejo en Akumal, Q. Roo: Disturbios antropogénicos y enfermedades coralinas. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, UNAM. 125 pp.

Meylan, A. B. 1988. Spongivory in hawksbill turtles: a diet of glass. *Science*. 249: 393-395.

Moshinsky, R., Sanchez-Sesma, J. 1990. Gilbert: ejemplo de huracanes de gran intensidad. Ingeniería hidráulica en México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Comisión Nacional del Agua.

Ogren, L., Berry F., Bjorndal K., Kumpf H., Mast R., Medina G., Reichart H., y Witham R. 1998. Proc. of the 2nd Western Atlantic Turtle Symposium. NOAA Tech. Memo. NMFS/SEFC-226.

Padilla y Sotelo, L.S.; A. Kumar A.; A.M.Luna M. and P.B. Martínez. 2009. Tourism and Environmental Education in the Mayan Riviera at the Twenty First Century. *J. Hum. Ecol*, 28(1): 1-14 (2009).

Reingold, L. 1993. Identifying the Elusive Ecotourist. *Going Green: A Supplement to Tour & Travel News* October 25: 36-37.

Ruíz A. M. 2008. Biología de *Chelonia mydas* en Akumal, México. Tesis de Maestría "Biodiversidad y Conservación Animal". Valencia España.

Descripción de la Problemática
Programa de Protección del Refugio Bahía de Akumal

Salazar-Vallejo, 2002. Huracanes y Biodiversidad Costera Tropical. Rev. Biol. Trop. 50(2):415-428.

Sisak, M.M., Hillis-Starr, Z., Phillips, B., Pemberton Jr., R. A. y J. W. Crow. 1998. Use of a miniature data storage tag on a juvenile hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) at Buck Island Reef N. M., U. S. Virgin Islands. En: Memorias del 18º Simposio Internacional sobre Biología y Conservación de Tortugas Marinas. U. S. Department of Commerce. NOAA / NMFS Southeast Fisheries Center. Florida, E.E. U. U. 293p.

Spotila, J. R., M. P. O'Connor y F. V. Paladino. 1997. Thermal biology. En: The Biology of Sea Turtles, Edit. Lutz P. y J. A. Musick CRC Press, New York; New York 297-314. pp.

Troëng S. y C. Drews. 2004. Hablemos de Plata: Aspectos económicos del uso y conservación de las tortugas marinas. WWF.

Turtle Expert Working Group (TEWG). 2009. An Assessment of the Loggerhead Turtle Population in the Western North Atlantic Ocean. NOAA Technical Memorandum NMFSSEFSC-575, 142p

Zurita - Gutiérrez, 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.

Zurita, J. C. y J. L. Miranda. 1993. Comité de protección de las tortugas marinas en Isla Cozumel, Q. Roo. En: J. Frazier (ed.). Memorias IV Taller Regional de Conservación de Tortugas Marinas, Península de Yucatán. UADY., Mérida, Yuc., México. Pág. 159-168.