

UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Huatulco

División de Estudios de Posgrado



Maestría en Relaciones Internacionales: Medio Ambiente

Líneas de Investigación:

- Conflictos Internacionales y Medio Ambiente
- Consecuencias socio-ambientales del cambio climático
- Delitos ambientales internacionales
- Legislación y normatividad internacional
- Política ambiental internacional

Maestría en Mercadotecnia Turística

Líneas de Investigación:

- Nuevas Tendencias del Turismo
- Mercadotecnia de Destinos Turísticos
- Perfil del Turista en Bahías de Huatulco
- Ética del Turismo

Maestría en Derecho Internacional Penal

Líneas de Investigación:

- Crímenes Internacionales
- Jurisdicción Universal
- Instancias Internacionales y Procedimientos Penales Internacionales
- Problemas Actuales de Derecho Internacional Penal, Dogmática y Perspectiva Político-Criminal
- Responsabilidad Internacional por Incumplimiento al Derecho Humanitario

Informes

Dr. Juan Francisco Meraz Hernando
Jefe de la División de Estudios de Posgrado
Tel. (958) 584 3057 Ext. 111
Fax (958) 584 3078
sula@angel.umar.mx

www.umar.mx

Estudio prospectivo de la tortuga carey *Eretmochelys imbricata* (Testudines: Cheloniidae) en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, Quintana Roo, México

Mario Alfredo Juárez-Sánchez*

Resumen

Estudio prospectivo de la tortuga carey *Eretmochelys imbricata* (Testudines: Cheloniidae) en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, Quintana Roo, México. Las tortugas marinas son especies emblemáticas del ecosistema marino. Dado su estatus como especie prioritaria para la conservación en México, en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel se favorece y procura la conservación de la tortuga carey, siendo usual el avistamiento de juveniles buceando y alimentándose en los arrecifes coralinos. A través de un muestreo dirigido y empleando la técnica del buzo errante, en el presente trabajo se describe de manera general la actividad sub-acuática de la carey así como sus hábitos de alimentación. Del 06 al 14 de septiembre de 2012 se observaron siete juveniles de carey, identificándose como presas a la esponja *Diplastrella megastellata* y corales del género *Porites*. Como especie en peligro de extinción, se sugiere la promoción de su investigación en diferentes campos y disciplinas como la ecología poblacional, trófica y conductual, entre otras, para extender el conocimiento sobre esta especie y sus hábitats de alimentación en la isla de Cozumel.

Palabras clave: Alimentación, arrecife de coral, Caribe, comportamiento.

Abstract

Prospective study of the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* (Testudines: Cheloniidae) in the Cozumel Reefs National Park, Quintana Roo, Mexico. Sea turtles are flagship species of the marine ecosystem. Given its status as priority species for conservation in Mexico, Cozumel Reefs National Park seeks conservation of the hawksbill turtle, sightings of juvenile hawksbills are usual while they are diving and foraging on coral reefs. Through a targeted sampling and employing the roving diver technique, this paper describes the underwater activity of hawksbills as well as their feeding habits. From 06 to 14 September 2012, seven juvenile hawksbills were observed, recording as prey *Diplastrella megastellata* sponge and corals of the genus *Porites*. As an endangered species, promoting their research in different fields and disciplines such as population, trophic and behavioral ecology, is strongly suggested in order to extend the knowledge of this species and its feeding habitats on Cozumel Island.

Keywords: Behavior, Caribbean, coral reef, feeding.

Introducción

La tortuga carey, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), se distribuye en áreas tropicales y subtropicales entre los 30° norte y sur, como en la península de Yucatán donde se encuentra la mayor población de hembras anidadoras del hemisferio norte (Pérez-Castañeda *et al.* 2007).

Tras la eclosión, las tortugas recién nacidas reptan hacia el mar y nadan mar adentro alejándose de la costa; durante décadas la información que se tenía sobre esta fase inicial pelágica era escasa (Revuelta & Tomás 2010), pero en los últimos años el conocimiento ha incrementado significativamente,

* Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Ciudad Universitaria, Oaxaca, México, C.P. 70902
Correo electrónico: mario_7aak@hotmail.com

reportándose que durante esta etapa oceánica los neonatos rara vez viajan en aguas de la plataforma continental, empleando frecuentemente corrientes de giros que permiten un rápido desplazamiento como la Corriente de Giro Subtropical del Atlántico Norte, seleccionando hábitats superficiales (materiales flotantes) como *Sargassum* o restos de pasto marino que les proporcionen un beneficio térmico y alimenticio, favoreciendo su crecimiento y supervivencia (Witherington 2002, Mansfield *et al.* 2014).

Una vez que abandonan la fase de vida pelágica los juveniles (de 20 cm o más de longitud de caparazón) se establecen en áreas de alimentación béntico-neríticas conocidas como hábitats de desarrollo (arrecifes de coral y otros fondos duros, pastos marinos, lechos de algas, bahías con manglares y marismas) donde comienzan a alimentarse de los fondos marinos (Van Dam & Diez 1997, León & Bjorndal 2002). A diferencia de los juveniles de tortugas verdes, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), que se pueden observar formando pequeños grupos como ocurre en muchas ocasiones en áreas de alimentación; los juveniles de carey tienden a ser solitarios (Chacón 2004). La búsqueda y captura de presas presenta un fuerte patrón de actividad diurna, consumiendo principalmente dermoesponjas, con alto contenido de sílice, pudiendo incluir en su dieta invertebrados coralimorfos como *Zoanthus sociatus* (Ellis, 1768) y *Ricordea florida* (Duchassaing & Michelotti, 1860), crustáceos de la subclase Cirripedia y algunas algas (Van Dam & Diez 1997, Meylan 1998, León & Bjorndal 2002), siendo algunas de estas especies, bioindicadores del estado de conservación de los arrecifes (Diez & Otterwalder 2000).

La dieta especializada de la carey la vuelve vulnerable al deterioro de los arrecifes (Meylan 1998), *e.g.* la conversión de zonas costeras vírgenes en áreas turísticas de desarrollo urbano es un fenómeno frecuente donde la alteración, contaminación y destrucción de las áreas de alimentación, junto con la pesca furtiva e incidental y otras actividades relacionadas al comercio, son causas del declive de esta especie (Anónimo 2010b, Revuelta & Tomás 2010).

En la región del Caribe y Atlántico occidental la situación de esta especie es grave, por lo que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza la cataloga en peligro crítico de extinción (CR A2bd) con una tendencia poblacional hacia el decremento (Anónimo 2013). De la misma forma, en México se encuentra en peligro de extinción (P) de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anónimo 2010a).

En el Caribe se ha podido estudiar el comportamiento mediante fotografía submarina de juveniles alimentándose en los arrecifes de coral y fondos duros colonizados por esponjas y gorgonias (Van Dam & Diez 1997, Blumenthal *et al.* 2009a). El PNAC al ser un área natural protegida, favorece y procura la conservación de la biota marina, sin embargo, no se han llevado a cabo estudios específicos sobre la carey en la isla, destacando que este estudio se vuelve un precedente para futuras investigaciones que profundicen en la biología de la carey en la región.

Ante este panorama de la importancia y la condición de la carey, este estudio tuvo como finalidad realizar un proyecto prospectivo sobre la presencia, ecología conductual y alimentaria de las carey en los arrecifes del PNAC.

Material y Métodos

El trabajo fue desarrollado en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en la isla de Cozumel, Quintana Roo, México, zona del Caribe occidental (Fig. 1).

Del 06 al 14 de septiembre del 2012 con horario de 10 am a 2 pm, se emplearon embarcaciones tipo yate "Koralion" y tipo panga "Pixan Kay" (según disponibilidad) para realizar muestreos en las localidades de Chankanaab (cordillera), Colombia (intermedio y profundo), Dalila, Paraíso (cordillera), Paso del Cedral, San Clemente, San Francisco y Yucab; algunas de estas conocidas por la presencia de carey.

Los recorridos de los muestreos se planearon según la ubicación, accesibilidad y amplitud del arrecife; generando los puntos

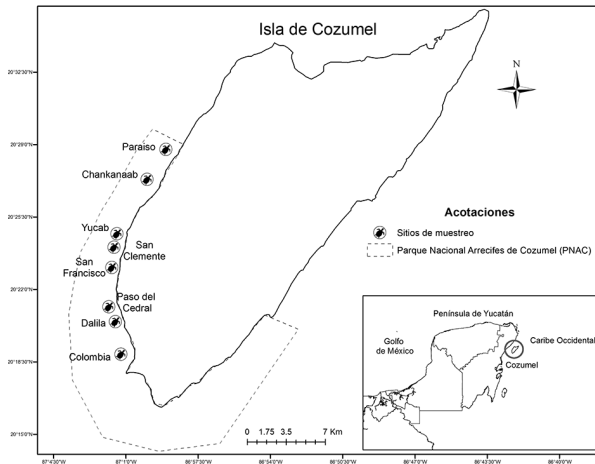


Figura 1. Área de estudio, sitios de muestreo en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, Cozumel, Quintana Roo, México.

de inicio de muestreo de forma aleatoria y en zonas separadas para asegurar una mayor cobertura espacial de los hábitats. Se utilizó equipo de buceo libre y autónomo (SCUBA), adaptando la técnica del buzo errante (RDT por sus siglas en inglés, “Roving Diver Technique”) de Bohnsack *et al.* (2008) con el fin de incrementar la probabilidad de avistar ejemplares. Estos muestreos fueron dirigidos y con lapsos desde 30 a 81 min, dependiendo de la duración del aire en cada inmersión.

Se procuró la documentación fotográfica de los individuos y en tablas sumergibles se registró el nombre del sitio, hora, profundidad,

estimación *in situ* de la talla (longitud recta de caparazón, LRC) y estadio (Blumenthal *et al.* 2009a). También, se describió y clasificó la actividad: respiración (ascendiendo o descendiendo), descansando, nadando o alimentándose (Blumenthal *et al.* 2009a); en este último, se registró la presa consumida para posteriormente ser identificada con ayuda de un experto y la guía de identificación de invertebrados marinos del arrecife de Humann (1999).

Se estimó como la abundancia por unidad de esfuerzo (APUE), deducida a partir del número de carey avistadas (c), entre la cantidad de horas invertidas de búsqueda (h).

Resultados

Se avistaron siete tortugas carey juveniles (LRC entre 50 y 60 cm) en cinco localidades (Tabla I). El total de horas efectivas de búsqueda fue de 9 horas y 59 minutos (9.98 h) estimando una $APUE = 0.70 \text{ carey} \cdot \text{h}^{-1}$, equivalente al avistamiento de una carey cada hora con 26 minutos ($APUE_{\text{carey} \cdot 1.43\text{h}} = 1$).

La localidad de Colombia se subdivide en tres zonas: bajo, intermedio y profundo; en Colombia profundo se avistaron tres ejemplares de carey, el primero registró la mayor profundidad (24.38 m) durante el estudio, desplazándose al ras de la formación arrecifal; el segundo se encontró alimentándose de

Tabla I. Registros de carey avistadas y esfuerzo de muestreo por localidad en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel durante septiembre de 2012.

Fecha de muestreo	Localidad	Avistamiento	Profundidad del avistamiento (m)	LRCe (cm)	Actividad	Duración del muestreo (min)	Profundidad máxima del muestreo (m)
06	Colombia profundo	✓	24.38	55	Nadando	30	26
		✓	23	60	Alimentándose	30	26
		✓	4.5	-	Descendiendo	30	26
07	Colombia intermedio	✓	15.24	50	Alimentándose	68	16.7
	Chankanaab cordillera	×				55	15.3
	Yucab	×				63	13.2
11	Dalila	✓	10.6	60	Alimentándose	61	17.5
12	Paso del Central	✓	6	-	Ascendiendo	55	15.8
13	Paraíso cordillera	×				81	12
14	San Clemente	×				58	12.2
	San Francisco	✓	8.2	60	Nadando	68	9.4

✓ = Presencia de carey; × = Sin avistamiento; LRCe = Largo Recto de Caparazón estimado.



Figura 2. Carey desplazándose sobre el arrecife San Francisco.

la esponja *Diplastrella megastellata* (Hechtel, 1965), porífero incrustante que presenta variaciones de coloración entre rojo, café y naranja, éste era relativamente común en el sitio; el último quelonio se observó descendiendo tras realizar su respiración. Por su parte, en Colombia intermedio se dio seguimiento a una tortuga comiendo *D. megastellata*, posteriormente se desplazó varios metros y comenzó a ingerir trozos de coral del género *Porites* tras morderlo y romper parte de su estructura.

En Dalila se registró un juvenil consumiendo coral *Porites* sp. que estaba envuelto por tunicados de la especie *Trididemnum solidum* (Van Name, 1902), cabe mencionar que en el sitio varios de estos corales estaban rodeados por capas de estos tunicados (se desconoce la causa de esta asociación). Por otro lado, en Paso del Cedral sólo se observó un juvenil ascendiendo, acción previa al intervalo de respiración. Finalmente, en San Francisco se registró un individuo desplazándose rápidamente sobre el arrecife (Fig. 2).

Discusión

La abundancia relativa encontrada es menor a la reportada en zonas más tropicales como Puerto Rico, con $3.07 \text{ carey} \cdot \text{h}^{-1}$ ($\pm 1.14 \text{ SD}$) por Rincón-Díaz *et al.* (2011) y $1.41 \text{ carey} \cdot \text{h}^{-1}$ por Scales *et al.* (2011) en Belice, donde al igual que en el presente estudio, los individuos encontrados eran juveniles. Las diferencias se atribuyen principalmente al limitado esfuerzo de muestreo y participación de avistadores para una mayor

detección. Sin embargo, no se descarta que los sitios muestreados sean de baja abundancia porque las carey prefieran otras zonas de forrajeo en la isla o bien, en otras áreas del Caribe con mejores condiciones de sustrato y presas, reflejando una abundancia mayor de tortugas.

Las presas registradas en este estudio (*D. megastellata*, *Porites* sp. y *T. solidum*) difieren de las reportadas por Meylan (1988), Diez & Otterwalder (2000), Blumenthal (2009a) y Rincón-Díaz *et al.* (2011) para otras áreas de alimentación en el Caribe, estos autores identifican como principales presas a esponjas de los géneros *Chondrilla*, *Chondrosia*, *Geodia* y *Ricordia*. León & Bjorndal (2002) señalan que la depredación selectiva de la carey sobre determinadas esponjas y otros organismos incrustantes, limita la capacidad de estos invertebrados para competir por el espacio con los corales y sus larvas formadoras de arrecifes, cumpliendo un papel importante en la conservación y mantenimiento de la estructura, biodiversidad y funcionamiento de los arrecifes coralinos. En este sentido, la selección como presa de *D. megastellata* y *T. solidum* por parte de las carey, podría considerarse benéfica para los arrecifes de Cozumel.

Usualmente las carey encontradas en los hábitats de alimentación se componen de individuos procedentes de diferentes poblaciones anidadoras, a menudo muy distanciadas unas de otras ya que el radio de reclutamiento se estima entre 200 y 2,500 km (Blumenthal *et al.* 2009b, Revuelta & Tomás 2010). Lo anterior, debido a la influencia de las corrientes oceánicas que promueven una dispersión de los patrones de diversidad genética durante la fase oceánica de estas tortugas, resultando en un alto grado de mezcla que determina la estructura genética de estas agregaciones de forrajeo en el Caribe (Blumenthal *et al.* 2009b, Mansfield *et al.* 2014). Por lo tanto, la ubicación de las playas de origen de las carey residentes en Cozumel son desconocidas, pudiendo encontrarse en el estado mexicano o en otras regiones como las Islas Caimán, Cuba, Bahamas o Florida.

Bajo este contexto, se vuelve indispensable la colaboración regional como lo plantean

Trono & Salm (2000), donde se genere y comparta la información para guiar estrategias de conservación mediante formas pragmáticas para la protección de especies y hábitats inter-territoriales como las áreas naturales transfronterizas (de país a país), complementando el trabajo de zonas de anidación con el de áreas de alimentación para lograr las metas de conservación locales e internacionales.

Debido al escaso tamaño de la muestra (n=7), ausencia de datos (sexo, peso, talla) y otros factores (temperatura) y con un corto periodo de estudio, no es posible proveer afirmaciones concluyentes.

No obstante, a partir de la valoración preliminar del presente estudio se deben tomar en cuenta la existencia de hábitats potenciales de alimentación como Colombia; donde sería apropiado designar sistemas de muestreo permanente para detectar cambios en el hábitat a largo plazo, proveyendo estimaciones más precisas que proporcionen datos sobre la distribución y abundancia, tanto de las carey como de sus principales especies presa que bien podrían ser *D. megastellata* o coral *Porites*, esto por medio de transectos, cuadrantes u otros métodos estándar (Diez & Otterwalder 2000).

Se sugiere la realización de estudios exhaustivos de ecología poblacional, conductual y trófica de la carey, ya que las restricciones en la cantidad y calidad del alimento podrían ser un factor para la emigración de estas tortugas a otras áreas de forrajeo fuera de la isla, o bien, la permanencia o llegada de nuevos residentes a los arrecifes de Cozumel.

La optimización y empleo sensato de los datos adquiridos a partir de estudios ecológicos, pueden derivar en un aprovechamiento sustentable que fortalezca cultural y económicamente a la isla, fomentando el ecoturismo y la participación social.

Agradecimientos

Al PNAC por permitir al autor desarrollar el presente estudio de manera paralela a los monitoreos biológicos de equinodermos. También, a Nallely Hernández Palacios, a los guardaparques y a los operadores de embarcaciones

del PNAC. De la misma manera, a las siguientes personas que ofrecieron su apoyo para la planeación, desarrollo y escrito de este trabajo. Daniela Jiménez Arellano, Carlos Cruz Antonio, Samantha Karam y Rolando Bastida Zavala (Universidad del Mar), así como a los revisores por el tiempo y sugerencias ofrecidas para mejorar la calidad del presente trabajo.

Referencias

- Anónimo. 2010a. 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. Diario Oficial de la Federación 30 de diciembre de 2010.
- Anónimo. 2010b. Report of the "Regional Workshop on the Hawksbill turtle in the Wider Caribbean and Western Atlantic." Puerto Morelos, Quintana Roo, México. 23-25 September 2009. IAC Secretariat (Compiler), CITES, SPAW, CONANP, SEMARNAT, WWF. 56 pp.
- Anónimo. 2013. IUCN red list of threatened species. IUCN Versión 2013.2. Consultado el 10 de mayo de 2014: www.iucnredlist.org.
- Blumenthal, J.M., T.J. Austin, C.D.L. Bell, J.B. Bothwell, A.C. Broderick, G. Ebanks-Petrie, J.A. Gibb, K.E. Luke, J.R. Olynik, M.F. Orr, J.L. Solomon & B.J. Godley. 2009a. Ecology of Hawksbill Turtles, *Eretmochelys imbricata*, on a Western Caribbean Foraging Ground. *Chelonian Conservation and Biology* 8(1): 1-10.
- Blumenthal, J.M., F.A. Abreu-Grobois, T.J. Austin, A.C. Broderick, M.W. Bruford, M.S. Coyne, G. Ebanks-Petrie, A. Formia, P.A. Meylan, A.B. Meylan & B.J. Godley. 2009b. Turtle groups or turtle soup: dispersal patterns of hawksbill turtles in the Caribbean. *Molecular Ecology* 18(23): 4841-53.
- Bohnsack, J., P. Humann & L.A. Cunningham. 2008. Fish counts in the Florida Keys National Marine Sanctuary: A multi-stakeholder approach to coral reef management. Reef Environmental Education Found (REEF), 4 pp.
- Chacón-Chaverri, D. 2004. Caribbean hawksbills: An introduction to their biology and conservation status. WWF-Regional program for Latin America and the Caribbean, San José, Costa Rica. 70 pp.
- Diez, C.E. & J.A. Otterwalder. 2000. Estudios de hábitat. Pp: 45-49 *In*: Eckert, K.L., K. A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois, M. Donnelly. (eds.). 2000 (Traducción al español). Técnicas de investigación y manejo para la conservación de la tortugas marinas. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE Publicación No. 4.
- Grossman, A., C. Sazima, C. Bellini & I. Sazima. 2006. Cleaning symbiosis between hawksbill turtles and reef fishes at Fernando de Noronha Archipelago,

- of northeast Brazil. *Chelonian Conservation and Biology* 5(2): 284-288.
- Humann, P. 1999. Reef Creature Identification, Florida, Caribbean, Bahamas. New World Publications, Jacksonville, Florida, 344 pp.
- León, Y.M. & K.A. Bjorndal. 2002. Selective feeding in the hawksbill turtle, an important predator in coral reef ecosystems. *Marine Ecology Progress Series* 245: 249-258.
- León, Y.M. & C.E. Diez. 1999. Population structure of hawksbill turtles on a foraging ground in the Dominican Republic. *Chelonian Conservation and Biology* 3: 230-236.
- Mansfield, K.L., J. Wyneken, W.P. Porter & J. Luo. 2014. First satellite tracks of neonate sea turtles redefine the 'lost years' oceanic niche. *Proceeding of the Royal Society Biological Sciences*. 281: 20133039.
- Pérez-Castañeda, R., A. Salum-Fares & O. Defeo. 2007. Reproductive patterns of the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* in sandy beaches of the Yucatan peninsula. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87: 815-824.
- Revuelta, O. & J. Tomás. 2010. Tortuga Carey *Eretmochelys imbricata*. Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología evolutiva, Universidad de Valencia. Pp: 2-25 *In: Salvador-González, A. & A. Marco. (eds.). 2012. Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. Consultado el 14 de mayo de 2012: <http://www.vertebradosibericos.org/>*
- Rincón-Díaz, M.P., C.E. Diez, R.P. van Dam & M. Alberto. 2011. Sabat foraging selectivity of the hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*) in the Culebra archipelago, Puerto Rico. *Journal of Herpetology* 45(3): 277-282.
- Scales, K.L., J.A. Lewis, J.P. Lewis, D. Castellanos, B.J. Godley & R.T. Graham. 2011. Insights into habitat utilisation of the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), using acoustic telemetry. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 407: 122-129.
- Trono, R.B. & R.V. Salm. 2000. Colaboración regional. Pp: 256-260 *In: Eckert, K.L., K. A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois, M. Donnelly. (eds.). Técnicas de investigación y manejo para la conservación de la tortugas marinas. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE Publicación No. 4.*
- Van Dam, R.P. & C.E. Diez. 1997. Diving behavior of immature hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in a Caribbean reef habitat. *Coral Reefs* 16: 133-138.
- Witherington, B.E. 2002. Ecology of neonate loggerhead turtles inhabiting lines of downwelling near a Gulf Stream front. *Marine Biology* 140: 843-853.

Recibido: 9 de mayo de 2014.

Aceptado: 9 de junio de 2014.