

Sesión I

Las Tortugas Marinas de la Región del Gran Caribe

Generalidades de la Historia de Vida de las Tortugas Marinas
John G. Frazier, Conferencista

El Papel Cultural y Económico de la Tortugas Marinas
Didiher Chacón C., Conferencista

Estado de Conservación y Distribución de Dermochelys coriacea
Karen L. Eckert, Conferencista

Estado de Conservación y Distribución de Chelonia mydas
Cynthia Lagueux, Conferencista

Estado de Conservación y Distribución de Caretta caretta
Félix Moncada Gavilán, Conferencista

Estado de Conservación y Distribución de Eretmochelys imbricata
Diego F. Amorocho, Conferencista

Estado de Conservación y Distribución de Lepidochelys kempii
René Márquez Millán, Conferencista

Estado de Conservación y Distribución de Lepidochelys olivacea
Maria Angela Marcovaldi, Conferencista

Generalidades de la Historia de Vida de las Tortugas Marinas

J. Frazier
Centro de Conservación e Investigación
Smithsonian Institution
1500 Remount Road
Front Royal, Virginia, 22630 E.U.A.

Introducción

Las tortugas marinas han cautivado por muchas y diversas razones la imaginación de los humanos desde tiempos milenarios. Proveedoras de sustento alimentario, económico y espiritual de grupos sociales distribuidos alrededor de todo el mundo, forman parte del entramado cultural de muchas regiones costeras (Molina, 1981; Frazier, 1999). Por ejemplo, las investigaciones arqueológicas en el Caribe han revelado relictos de las asociaciones entre tortugas marinas y asentamientos humanos en puntos localizados tanto en las regiones continentales como insulares fechados entre 1380 a.C. a 1715 d.C.. Es evidente que las tortugas marinas fueron un componente importante de la dieta y la cultura de muchos de estos antiguos núcleos sociales (Wing y Reitz, 1982; Versteeg y Effert, 1987). En años recientes, las tortugas marinas se han convertido en una *cause célèbre* de numerosos temas fundamentales para las sociedades modernas, influyendo en las formas como los humanos visualizan e interactúan con su ambiente. Las tortugas marinas desempeñan el papel de un ensayo de juicio que ilustra las complejidades asociadas al desarrollo, mantenimiento y promoción de los programas para la conservación biológica y la protección ambiental. Estos reptiles han estado a la vanguardia - no por plan propio - en temas de gran repercusión, como los debates internacionales sobre comercio y ambiente. (Frazier y Bache, en prensa).

Para un mejor entendimiento de los vínculos entre las personas y las tortugas marinas, es necesario, como un primer paso, entender algunas características básicas de estos carismáticos animales. Es propósito de este documento proveer un marco de referencia con información básica sobre

las tortugas marinas, sobre la cual puedan ser construidas discusiones más detalladas y específicas. La estructura del documento se ha elaborado usando una serie de preguntas centrales ordenadas secuencialmente. La intención es proporcionar una visión de conjunto de las realidades biológicas - aspectos no negociables- que deben ser establecidas adecuadamente en cualquier consideración o negociación que incluya a las tortugas marinas y sus hábitats. Se hace énfasis en el enfoque de generalización aquí abordado, de tal manera que el compendio aquí presentado no significa que debe aplicarse a todas las tortugas y en todos los tiempos. Lo que proporciona es una estructura simplificada, que puede ser elaborada con mayor detalle y especificidad. Por ello, muchas de las fuentes citadas aquí son revisiones de artículos y no las fuentes originales. Por ejemplo, las revisiones a capítulos de *The Biology and Conservation of Sea Turtles* (Bjorndal, 1982, reimpreso en 1995) y *The Biology of Sea Turtles* (Lutz y Musick, 1997)

Taxonomía y Paleontología: ¿Cuántos tipos de tortugas existen?

Se han fechado fósiles de tortugas marinas con edades cercanas hasta los 200,000,000 de años. Además de dos familias del Jurásico que incluyen algunas especies de tortugas marinas (Pleurosternidae y Thalassemyidae), los paleontólogos han descrito otras cuatro familias en las que todas las especies se distinguen por sus claras adaptaciones a la vida marina: Cheloniidae, Dermochelyidae, Toxochelyidae y Protostegidae. Sobre esta prolongada serie de tiempo, han sido descritos más de 50 géneros de tortugas marinas, totalizando alrededor de 100 especies (ver Pritchard, 1997). Así

pues, durante los diferentes períodos, las tortugas marinas han sido un grupo de animales diverso y ampliamente distribuido.

Las tortugas marinas que hoy conocemos como “especies vivientes” comprenden siete especies organizadas en seis géneros y dos familias. Una familia, Cheloniidae, incluye a seis de las siete especies: *Caretta caretta* (Linnaeus), *Chelonia mydas* (Linnaeus), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus), *Lepidochelys kempii* (Garman), *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz), y *Natator depressus* (Garman). Algunas personas reconocen una especie adicional, *Chelonia agassizii* (Bocourt), pero esta no es aceptada universalmente (Karl y Bowen, 1999). La otra familia, Dermochelyidae, incluye sólo a una especie de tortuga marinas, *Dermochelys coriacea* (Vandelli). Esta última especie, la tortuga “laúd”, es a menudo la excepción a las generalizaciones aplicables al resto de las tortugas marinas.

Sistemática: ¿Qué hace que una tortuga sea tortuga?

La clasificación de las tortugas de acuerdo a sus características, de generales a específicas, puede sintetizarse de la siguiente manera:

- Reino Animalia
 - tienen membrana nuclear, mitocondrias, carecen de cloroplastos y paredes celulares, se reproducen por fecundación y su desarrollo incluye el proceso de la meiosis, digestión interna y sistema nervioso.
- Phylum Chordata
 - tienen una espina dorsal
- Sub-Phylum Vertebrata
 - tienen un esqueleto
- Super-Clase Tetrápoda
 - tienen cuatro aletas
- Clase Reptilia
 - depositan huevos cleidoicos que no dependen del agua como ambiente circundante para su desarrollo
 - tienen pulmones y respiración aérea
 - cuerpo cubierto de escamas

• Orden Testudines

- viven dentro de un caparazón óseo
- las costillas están “al revés” (fuera del cuerpo en lugar que en el interior)
- columna vertebral reducida
- no tienen dientes, en su lugar poseen un pico formado con queratina

Morfología: ¿Qué hace que una tortuga sea una tortuga marina?

Son numerosas las características genéticas y morfológicas que distinguen a una tortuga marina de otros tipos de tortugas; algunas de éstas son relativamente obvias. Con mucho, la más distintiva es la forma del cuerpo y particularmente las extremidades delanteras. Estas se han modificado hasta formar unas aletas relativamente grandes por la prolongación de los huesos que forman la porción principal de la extremidad. Las aletas permiten un robusto y poderoso braceo que simula un “vuelo” virtual con el cual parecieran desplazarse en su medio acuático. Esta adaptación morfológica se expresa en características fisiológicas y comportamientos peculiares que permiten a las tortugas marinas una notable habilidad para realizar extensas migraciones en los mares del mundo (Wyneken, 1997). Como en las tortugas de agua dulce, las extremidades posteriores se han modificado a una forma como de remos, poseen una membrana que se extiende entre los huesos de las falanges (a pesar de que en tortugas marinas las extremidades posteriores frecuente y erróneamente se les llama “aletas”). La concha formada por un caparazón en la región superior y el plastrón en la inferior, es aplanada en su perfil dorsal favoreciendo una línea hidrodinámica (Watson y Granger, 1998). Contrario a otro tipo de tortugas, la cabeza de las tortugas marinas es relativamente grande y al igual que las extremidades no pueden retraerla dentro de la concha. Por ello, las tortugas marinas han perdido la habilidad de proteger la cabeza y las extremidades recogiéndolas al interior de la concha. Sin embargo, han ganado un diseño hidrodinámico más eficiente. El modo de desplazarse de las tortugas adultas cuando están fuera del agua es “apoyándose” sobre la arena, esto es, empuján-

dose simultáneamente con todas las extremidades, este comportamiento es virtualmente exclusivo de las tortugas marinas (Lutcavage y Lutz, 1997; Wyneken, 1997).

Desarrollo: ¿Cuáles son las fases de vida de las tortugas marinas?

La vida de una tortuga marina puede organizarse en fases de acuerdo a su desarrollo y crecimiento. Iniciando a partir del proceso reproductivo, los **folículos** son ovulados desde el ovario hacia el infundibulum del oviducto y se deslizan hasta abajo para ser fertilizados por el esperma mantenido en la parte superior del oviducto. El **óvulo fertilizado** evoluciona a gástrula (con forma de un saco hueco), estadio en el que se mantiene mientras permanece en el oviducto de la madre. Para que el **huevo** se desarrolle dentro del oviducto y se forme la estructura completa: yema, albúmina y cascarón, toma al menos una semana. El huevo es casi esférico, parecido a una pelota de Ping-Pong, su cáscara calcárea es de tipo apergaminado y flexible. Dependiendo de la especie, un huevo pesa entre 25 y 80 g, y presenta un diámetro de 3.9 a 5.4 cm. El embrión se desarrolla y eclosiona como una pequeña tortuguita o “**cría**”, con una longitud promedio de caparazón que varía para cada especie entre 4.1 y 6.0 cm, y pesa entre 14 y 50 g. *Eretmochelys* es la que pesa menos y *Dermochelys*, la de mayor peso. Para que un huevo se desarrolle completamente hasta la fase de eclosión, le toma de 6 a 13 semanas. Este período es determinado principalmente por la temperatura de incubación (Van Buskirk y Crowder, 1994; Miller, 1997; Pritchard y Mortimer, 1999).

Las crías pasan a la fase de **juveniles** y, aquellas que sobreviven, alcanzan la fase de **adultos**. La longitud promedio del caparazón¹ de las hembras adultas, dependiendo de la especie, varía desde 65 a 150 cm, y el gradiente del peso corporal para adultos es de 25 a 900 kg (Morgan, 1989; NRC, 1990;

Márquez, 1994; Van Buskirk y Crowder, 1994). Por consiguiente, el peso de un adulto puede ser 5,000 veces más que el peso del huevo y hasta 11,000 más en el caso de *Dermochelys coriacea*. Se ha estimado que, dependiendo de la especie, la población y las variables ambientales, a las tortugas les toma de 10 a 60 años, cruzar a través de todos estos estadios y desarrollarse desde un óvulo fertilizado hasta llegar a la fase de adulto o edad de primera reproducción (Bjorndal y Zug, 1995; Chaloupka y Musick, 1997).

A pesar de que pudiera parecer sencillo determinar cuáles ejemplares son adultos, en realidad el término “adulto” frecuentemente es aplicado erróneamente a las tortugas marinas. Correctamente, se refiere a animales sexualmente maduros, condición que puede ser determinada ya sea por examen interno de las gónadas o por conocimiento de la historia de vida de un individuo. No obstante que estos rasgos raras vez son accesibles, la decisión más común para clasificar un adulto se basa en el tamaño de la tortuga. Por tanto, la identificación de tortugas marinas adultas, comparando hembras reproductoras conocidas para identificar algún tamaño mínimo puede ser errónea. De hecho hay individuos que son sexualmente inmaduros pero que son más grandes que las tallas promedio o las más pequeñas registradas para los reproductores (Limpus *et al.*, 1994a, b).

Historia de Vida: ¿Qué es el ciclo de vida?

Las tortugas marinas no son los únicos organismos que se caracterizan por tener largos tiempos de generación y maduración tardía. Pero sus ciclos de vida sí son notablemente complejos. Cada una de las fases de crecimiento (huevo, embrión, cría, juvenil y adulto) tienen características distintivas muy peculiares.

Huevos: Son depositados en nidos construidos en la playa arriba de la línea de alta marea. Lo que es

¹ Desafortunadamente, existe variación en los tipos de medidas usados para reportar el tamaño de las tortugas marinas: algunos trabajos usan la talla medida sobre la curva del carapacho, mientras otros usan medidas de punta a punta, usando calibradores; en muchos casos ni siquiera se explica cómo se hicieron las mediciones (Chaloupka y Musick, 1997; Musick y Limpus, 1997). Esto sin tomar en cuenta los errores en las medidas que muchas veces no se informan (Bolton, 1999) - y que muchas veces son significativos (Frazier, 1998). Por ende, para los propósitos de este trabajo, y para evitar un debate sobre detalles y conversaciones interminables sobre los méritos de un tipo de medida, solo se hace referencia a las generalidades y se supone que las medidas son de la longitud curva del carapacho (LCC).

fundamental entender es que las tortugas *marinas* deben anidar en un ambiente *terrestre*. Dependiendo de la especie, en una sola nidada pueden encontrarse un promedio de 50 a 140 huevos. Estos números van en incremento de la *Natator depressus* a *Eretmochelys imbricata* (Miller, 1997). El tamaño de la nidada puede ser de sólo un huevo (Hirth, 1997), o hasta 250 huevos (Witzell, 1983).

Embriones: Los huevos son incubados en la parte alta de la playa en oquedades excavadas por las hembras a una profundidad entre 10 y 110 cm (Witzell, 1983; Benabib y Hernández, 1984). Los nidos más superficiales son los de *E. imbricata* y los más profundos, de *D. coriacea*. La incubación ocurre sin ningún cuidado parental y dura de 6 a 13 semanas, dependiendo principalmente de la temperatura del nido. Los embriones se desarrollarán exitosamente si la temperatura de incubación se mantiene entre 23 y 33° C (Miller, 1997), o alternativamente entre 25-27° C y 33-35° C (Ackerman, 1997), fuera de estos intervalos, los embriones no tienen probabilidad de sobrevivir.

La temperatura prevaleciente en el nido durante el segundo tercio de la incubación, determina el sexo del embrión. La temperatura a la cual se obtiene una proporción del 50% de cada sexo se le conoce como “temperatura pivote” o de “umbral”. Sin embargo, esta temperatura puede variar entre especies e inclusive tener pequeñas variaciones entre poblaciones. Generalmente la temperatura pivote es cercana a los 29°C. En todas las especies, cuando la temperatura de incubación se mantiene por debajo de la temperatura pivote se producen más machos y cuando se mantiene por arriba de ésta, se producen más hembras (Mrosovsky, 1994; Ackerman, 1997).

Crías: El éxito de la eclosión puede presentar una gran variabilidad. Esta puede ser exitosa en casi todos o en ninguno de los huevos de una nidada. Haciendo una generalización, se ha estimado que bajo condiciones naturales, arriba del 80% de todas las nidadas eclosionan exitosamente. Mientras ocurre la eclosión, los huevos están aún dentro del nido y toma de 1 a 7 días para que las crías abandonen el nido. El proceso de excavar para salir a la superficie del nido, con frecuencia involucra una “facilitación social”. Los movimientos de unas crías excavando activamente estimulan a otras que también inician el proceso de ascenso a la superficie. Desde el interior de la oquedad del nido se desplazan entre la arena

hacia la superficie, atropellándose, cayendo y gradualmente alcanzando el extremo superficial de la oquedad que les sirvió como cámara de incubación (Miller, 1997; Bell y Hallam, 1999). Por lo general el ascenso de las crías a la superficie ocurre durante las noches, lo cual les permite evadir a una amplia variedad de predadores diurnos, así como también temperaturas extremadamente altas y potencialmente fatales (Lohmann *et al.*, 1997; Miller, 1997). Por supuesto que las crías deben enfrentar predadores nocturnos al emerger durante la noche, pero se cree que éstos presentan menos riesgos.

Por uso general, el término “período de incubación” se refiere al período entre la puesta de los huevos y la eclosión (el verdadero período de incubación) más el período entre la eclosión y la emergencia de las crías a la superficie (el “período de emergencia”). El éxito de la emergencia, entendida como la porción de la nidada que eclosiona y sobrevive hasta alcanzar la superficie de la arena, es altamente variable. En algunos casos, casi todas las crías pueden llegar a la superficie del nido. En otros casos, pueden morir todas antes de emerger. El éxito de la emergencia siempre será mas bajo que el éxito de la eclosión y de manera global puede ser alrededor del 70% o menos.

Al alcanzar la superficie, las crías normalmente se dirigen apresuradamente hacia el mar. Durante el ascenso a la superficie y en su carrera del nido al mar, las crías exhiben numerosas respuestas no aprendidas (“innatas”) a diferente estímulos y condiciones, por ejemplo: gravedad (geotaxia negativa); temperatura (actividad reducida en altas temperaturas); intensidad de la luz (fototropotaxis positiva); color de la luz (atracción a longitudes de onda de baja intensidad); dirección de la luz (son sensibles a la luz visible a menos de 30° arriba del horizonte); a la formas de los objetos (aversión a siluetas elevadas y a ciertas formas) (Lohmann *et al.*, 1997). En otras palabras, en una simplificación de los varios aspectos del complejo comportamiento podríamos describir la siguiente secuencia: desde su posición en el interior del nido, sin experiencia previa, las crías excavan hacia la superficie en contra de la gravedad; se mantienen inactivas en las capas más superficiales del nido cuando encuentran una temperatura elevada; se orientan en la playa moviéndose en aquella dirección del horizonte (por debajo de los 30°) donde la intensidad de la luz es

más fuerte y generalmente de una longitud de onda de las más reducidas. Al mismo tiempo se alejan de objetos y ciertos tipos de formas que aparecen sobre el horizonte.

Cuando las crías alcanzan el agua, cruzan la zona del oleaje, sumergiéndose inmediatamente. Una vez que superan la barrera del oleaje, nadan mar adentro, generalmente entrando y saliendo entre el movimiento ondulatorio del mar. Las crías, evidentemente pueden detectar movimientos orbitales que les permiten orientarse dentro de las ondas tanto en la superficie como bajo el agua. Lo anterior puede explicar cómo mantienen su orientación hacia mar adentro y alejarse de la playa aún en la total obscuridad. Después de separarse de la línea de costa, las crías por lo general mantienen la misma orientación desde que se dejaron la playa. Aún si el ángulo dentro de la onda no es el mismo como cuando ellas dejaron la playa. Los experimentos muestran que en la etapa inicial de su natación para alejarse de la playa, las crías pueden orientarse por el campo magnético de la Tierra. De igual manera se ha verificado que su compás magnético es sensible a la inclinación más que a la polaridad. La orientación que ellas seleccionan después de alejarse de la línea de costa, aparentemente es influenciado por la dirección que ellas toman desde que dejan el nido y nadan orientadas hacia el mar siguiendo las guías visuales de luz y/o las ondas (Lohmann *et al.*, 1997).

Cuando llegan mar adentro, las crías se dispersan en las corrientes oceánicas. Una vez en el mar, se ha observado que algunas crías parecen mostrar respuestas predeterminadas -innatas- a dos componentes del campo magnético de la Tierra: la inclinación del ángulo y la intensidad del campo. Esto les permitiría aproximar su latitud y su ubicación global respectivamente (Lohmann *et al.*, 1997; 1999). En contraste a estas generalidades, las crías de *Natator depressus* aparentemente no llegan a convertirse en organismos pelágicos (Walker y Parmenter, 1990), y no se conoce cuál es el comportamiento de estas crías cuando dejan la playa y se integran al océano.

Durante los primeros días después de abandonar el nido, la sobrevivencia de las crías parece depender de varios patrones de conducta innatos. Las crías tienen respuestas predeterminadas a la luz, al baño de las olas, a los movimientos orbitales y a la

gravedad. Además, después de que dejan el nido, ellas tienen la habilidad de orientarse por la influencia del campo magnético de la tierra (Lohmann *et al.*, 1997). Así, la supervivencia de estos animales se encuentra íntimamente asociada a la ejecución de respuestas correctas al estímulo correcto en el tiempo correcto. Incluso, los más ligeros errores que pudieran ser ocasionados por pequeñas modificaciones a su ambiente, también pudieran ser de consecuencias fatales a los neonatos.

El ascenso del interior del nido a la superficie marca el principio del “frenesí de cría” o “frenesí natatorio”, un período de gran actividad continua o “hiperactividad”. Esta fase dura al menos un día. Durante este período, las crías pueden nadar a una velocidad de hasta 1.57 km/hr. Si esta actividad se mantuviera, les rendiría alrededor de casi 40 km por día. Durante esta fase “frenética” las crías muestran mucho más vigor y energía que otros reptiles. La actividad durante el período “post-frenético” también es continua, aunque no tan intensamente como la fase del “frenesí natatorio”. A diferencia de las otras especies, durante el período post-frenético, las crías de *Dermochelys coriacea* pueden nadar activamente en las noches (Wyneken, 1997).

Las crías recién eclosionadas aprovechan el vitelo almacenado como fuente de energía durante los primeros días, lo que les permite nadar continuamente sin alimentarse. La fase de cría dura desde el tiempo de la eclosión hasta el momento en que el animal se alimenta de manera independiente y ya no requiere primordialmente de la fuente de energía del saco vitelino (Musick y Limpus, 1997).

La hiperactividad de las crías aparentemente responde a un mecanismo que les permite moverse de la playa hacia el mar en el menor tiempo posible, reduciendo la oportunidad de ser depredadas en áreas relativamente densas de depredadores (Musick y Limpus, 1997). Hay muy pocos estudios metódicos sobre la mortalidad de las crías en el breve período desde la playa hasta que llegan al mar abierto. No obstante, se conoce que independientemente de la variabilidad de playa a playa o de temporada a temporada, por lo general la mortalidad durante esas primeras horas puede ser extremadamente alta.

Juveniles: Al entrar en la zona oceánica, se inicia la fase juvenil del ciclo de vida de las tortugas marinas. Esta fase puede dividirse en dos partes: fase oceánica y fase costera. A las áreas donde se

encuentran las tortugas marinas en cada una de las fases respectivas se les ha llamado “hábitats de crianza de pequeños juveniles” y “hábitats de desarrollo de juveniles avanzados.” La primera corresponde a la fase que se le llamó “el año perdido”. Sin embargo, los estudios recientes muestran que esta fase no tiene una duración de sólo un año, sino que puede durar hasta 10 o más años, dependiendo de las poblaciones y de la especie (Chaloupka y Musick, 1997; Musick y Limpus, 1997). Hay evidencias crecientes de que ciertas poblaciones de juveniles de tortugas marinas se dispersan dentro de giros oceánicos específicos y que estos animales tienen la habilidad de orientarse usando el campo magnético terrestre, de manera similar al de las crías. Lo anterior les permitiría ajustar sus posiciones y mantenerse dentro de los giros a los cuales pertenecen, evitando desviaciones hacia aguas frías o salirse del área de la distribución geográfica de la cual depende su ciclo de vida (Lohmann *et al.*, 1997; 1999).

Es muy poco lo que se conoce acerca de la fase pelágica de los juveniles de tortugas marinas, pero queda claro que esos animales tienen la capacidad de dispersarse a través de las cuencas oceánicas durante el curso normal de su ciclo de vida. Las zonas de afloramiento y frentes oceánicos o de convergencia se caracterizan por sus altas tasas de productividad. Las comunidades tróficas asociadas a estos sitios constituyen una fuente de primera importancia para la alimentación de las tortugas en su fase juvenil pelágica (Musick y Limpus, 1997). También se conoce que los juveniles pequeños de algunas especies se asocian con mantos flotantes de *Sargassum* y otros desechos donde pueden esconderse y encontrar grandes concentraciones de presas. Los tipos de comida para las tortugas en esta fase de su ciclo de vida incluyen organismos gelatinosos y larvas de una amplia variedad de invertebrados, así como también insectos terrestres. No obstante de que se ha documentado como parte de su dieta porciones del material de las plantas (principalmente partes de *Sargassum*), los juveniles pelágicos son esencialmente carnívoros (Bjorndal, 1997).

En general, durante la fase oceánica los juveniles son diseminados de manera pasiva dentro de las corrientes. Aunque su natación ha sido caracterizada

como de “botella de deriva”, sin destino u objetivo específico y dependientes de los regímenes de las corrientes marinas (Wyneken, 1997), los trabajos recientes (Lohmann *et al.*, 1997; 1999) señalan que las tortugas en el mar abierto pueden no tener un comportamiento completamente pasivo, sino que pudieran tener la habilidad de orientarse para nadar hacia una dirección que les permitiese permanecer dentro de ciertos giros oceánicos. Esta fase, puede involucrar viajes de decenas de miles de kilómetros. De tal suerte que una tortuga puede trasladarse dentro y fuera de las aguas territoriales de muchas naciones. Así como también atravesar cuencas oceánicas. Es muy poco lo que se sabe de las tasas de mortalidad durante la fase pelágica. Los modelos demográficos desarrollados para este propósito señalan que puede variar entre un 20 y 60% por año (Crouse *et al.*, 1987; Heppell *et al.*, 1996).

Después de varios años, la mayoría de las especies juveniles de tortugas marinas dejan la fase pelágica. Del ambiente oceánico se dirigen a los ambientes costeros. En contraste a su fase de juveniles pequeños, la fase de juveniles tardíos ocurre en los ambientes neríticos (costeros) y bentónicos (fondo). La edad y el tamaño (expresada por la longitud del caparazón¹) a la que ocurre esta transición, varía de acuerdo con la especie, las poblaciones y factores ambientales. Por ejemplo, en el Atlántico occidental, los juveniles de *Caretta caretta* se introducen a los ambientes costeros cuando tiene una longitud de 25 - 30 cm. Sin embargo en Australia esta transición no se realiza hasta que los animales alcanzan una longitud aprox. de 70 cm. Por lo general, la transición ocurre cuando los juveniles tienen una longitud entre 20 y 50 cm. *Eretmochelys imbricata* y *Lepidochelys kempii* arriban en una talla más pequeña que las otras especies. Sin embargo, no hay un consenso sobre la talla que tienen los juveniles cuando llegan a sus hábitats costeros de residencia (Bjorndal, 1997; Musick y Limpus, 1997).

Son tres las especies que presentan una excepción a estas generalidades. *Natator depressus* evidentemente nunca ocupa una fase pelágica, así que no hay un retorno a los ambientes costeros de los cuales nunca se marchó. *Dermochelys coriacea*, una vez que deja la playa, permanece en la zona oceánica excepto para anidar; sin embargo, a pesar de que se alimenta con frecuencia estacional en

ciertas áreas costeras, principalmente de la zona templada, no existen evidencias de que esta especie sea residente de aguas costeras. Algunas poblaciones de *Lepidochelys olivacea* también permanecen en el ambiente pelágico, excepto para anidar (Pitman, 1990; Plotkin *et al.*, 1995).

Las tortugas juveniles que ocupan área de residencia costera en zonas de aguas interiores, aparentemente establecen sus ámbitos de residencia (“home ranges”). Por lo que se conoce, parece que los juveniles más pequeños usan los ambientes costeros relativamente someros o aquellos que presentan estructuras, tales como los corales. Estos sitios les permiten esconderse de los grandes depredadores. Una vez que los juveniles se han establecido en sus sitios de residencia costera, pueden mostrar un comportamiento de tenacidad por el sitio de alimentación, incluso algunos individuos permanecen dentro del perímetro de unos pocos kilómetros durante un período que puede abarcar de 8 a 20 años, mientras transcurre su proceso de maduración. Al menos en una de las poblaciones - *Caretta caretta* en Australia oriental - los juveniles se establecen en áreas de alimentación que son mantenidas hasta la edad adulta. Juveniles y adultos de algunas especies y poblaciones ocurren simultáneamente en algunas áreas de alimentación. Existen diferencias y un gradiente de hábitats diversos entre las especies y los diferentes tipos de ambientes usados como hábitats de desarrollo (Musick y Limpus, 1997).

Cuando existen grandes variaciones estacionales de la temperatura del agua, los juveniles pueden efectuar migraciones, ya sea de norte a sur o de la zona costera hacia mar adentro, para evitar las temperaturas frías que pueden conmocionarlas e incluso ocasionarles la muerte. Contrario a la creencia común, las tortugas marinas no se encuentran restringidas a los mares tropicales. Con frecuencia, o al menos estacionalmente, se localizan en áreas sub-tropicales o templadas. Una vez establecidas en los ambientes costeros, los juveniles de la mayoría de las especies residen en una serie de ambientes diferentes o “hábitats de desarrollo”, moviéndose secuencialmente entre ellos conforme van desarrollándose mientras alcanzan la madurez (Musick y Limpus, 1997). Por esta razón, los hábitats de desarrollo para un solo individuo pueden abarcar

diferentes unidades geopolíticas o países. De igual manera se desplazan en un amplio intervalo latitudinal, inclusive entre los hemisferios norte y sur. Es muy poco lo que se conoce acerca de la mortalidad de los juveniles en los hábitats costeros, los modelos demográficos predicen que puede ser alrededor de un 30% por año (Crouse *et al.*, 1987; Crowder *et al.*, 1994; Heppell *et al.*, 1996).

Cuando los juveniles cambian de su fase de vida pelágica a la bentónica, ocurren cambios dramáticos en la dieta. La variedad de productos propios para su alimentación se incrementa notablemente en los ambientes costeros. Las tortugas marinas, no solo se alimentan de algas y angiospermas marinas (pastos marinos) sino de virtualmente todos los fila y clases de invertebrados ahí presentes. Ejemplos sorprendentes de esta dieta son: los caballitos de mar, pepinos de mar, moluscos de concha dura y corales. La dieta varía entre las especies y también entre las diferentes fases de su crecimiento, localidad, temporada, factores ecológicos y de comportamiento. No obstante, al arribar a su sitio de residencia costera, los juveniles desarrollan el régimen alimenticio especializado de su especie. Estos pueden generalizarse de la siguiente manera: *Caretta caretta* – moluscos bentónicos; *Chelonia mydas* – algas y angiospermas marinas, *Eretmochelys imbricata* – esponjas; y *Lepidochelys kempii* – cangrejos bentónicos. Las especies que marcan la excepción a la transición océano-zona costera, generalmente tienen una dieta menos definida: *Lepidochelys olivacea* – aprovecha diversos tipos de organismos tanto de fondo como de la superficie, *Natator depressus* – invertebrados de superficie y bentónicos; *Dermochelys coriacea* – invertebrados pelágicos de constitución suave, como las medusas o aguamalas, ctenóforos y salpas, diseminadas en diferentes capas tanto del fondo como de la superficie oceánica. Por lo anterior, es muy poco probable que existan diferencias marcadas en la transición de la dieta de juveniles a la de adultos para estas tres últimas especies (Bjorndal, 1997).

El tipo de alimentación puede incluir algunos comportamientos notables. En Australia, *Caretta caretta* excava en el substrato hasta dejar al descubierto a los invertebrados de los cuales se alimenta y que se encuentran refugiados en sus madrigueras. *Chelonia mydas* pastorea regularmente

sobre parcelas específicas de pastos marinos, conservándolos en un estado de alta productividad y asimilación. Las preferencias dietéticas de las tortugas marinas pueden ser influenciadas por experiencias tempranas. Sin embargo, la abundancia relativa y la variedad de presas disponibles también puede afectar su comportamiento alimentario. Es claro que las tortugas marinas pueden ser muy selectivas en su tipo de alimentación. La ingesta también puede estar asociada a los ciclos de mareas y mostrar picos de actividad durante las horas de luz. Cada especie es muy eficiente en el aprovechamiento de su dieta especializada y, al menos en algunos casos, este hecho se encuentra directamente relacionado con la comunidad bacteriana localiza en su sistema digestivo (Bjorndal, 1997). El perfil y la forma de su pico pueden ser un indicador de lo que comen las tortugas en sus fases de juveniles avanzados y adultos. *Chelonia mydas* tiene un pico relativamente ancho, eficiente para el pastoreo; *Eretmochelys imbricata* tiene un pico relativamente angosto, efectivo para seleccionar sus presas localizadas entre las grietas y los recovecos de los arrecifes de coral; *Lepidochelys olivacea*, tiene un pico agudo y fuerte que permite quebrar las duras cubiertas de los invertebrados de los que se alimenta; *Caretta caretta* tiene un pico altamente fortificado, efectivo para triturar presas de concha dura; y *Dermochelys coriacea*, tiene cúspides agudas en cada lado de la mandíbula que le son útiles para aprisionar y despedazar sus presas de cuerpo suave.

Adultos: Después de alcanzar la fase de madurez y llegar a la edad de primera reproducción, los adultos migran de sus áreas de alimentación a las áreas de anidación. Usualmente estos sitios se localizan cerca del lugar en donde nacen o en áreas cercanas. La distancia entre los sitios de alimentación y los de reproducción pueden abarcar hasta miles de kilómetros. Las tortugas marinas son famosas no sólo por realizar extensas migraciones, sino también por su habilidad para regresar a playas específicas para aparearse y anidar. Al parecer, las tortugas pueden regresar a las playas en las que eclosionaron, o en áreas muy cercanas a ellas, aún después de haber transcurrido varias décadas en el mar abierto y en diversos ambientes localizados a miles de kilómetros de su playa de origen. Este fenómeno es conocido como “filopatría” y referido en inglés como “natal beach homing”. Sin embargo, aún no se le ha

encontrado una explicación al mecanismo utilizado para lograr estas increíbles hazañas. En alguna ocasión se sugirió que las habilidades para navegar se regulaban a través de indicadores de naturaleza química, pero los estudios sobre las rutas migratorias de las tortugas muestran que dichos estímulos no tienen tal influencia. Algunos estudios realizados con el uso de transmisores de localización satelital, han mostrado que las tortugas pueden dirigirse directamente hacia pequeños objetivos específicos, localizados a cientos de kilómetros de distancia y además pueden reorientarse hacia su destino después de haber sido desplazados de su ruta de manera experimental. Existen evidencias crecientes de que las tortugas marinas tienen un “sentido de orientación cartográfico” y de que el campo magnético de la Tierra les proporciona información crucial para la realización de sus hazañas como navegantes. Por otro lado, los indicadores químicos, sí pueden ser importantes para el reconocimiento de las playas de origen durante los últimos segmentos de su migración transoceánica. Pareciera que las tortugas marinas no tienen problemas para encontrar sus maneras de desplazarse hacia los diferentes sitios de residencia a través de los océanos. Sin embargo, después de décadas de estudio, a los científicos todavía no les queda claro cómo (o por qué) lo hacen (Lohmann *et al.*, 1997; 1999).

La mayoría de las poblaciones se reproducen en lugares específicos, durante cierta época del año, en distintas temporadas de reproducción. Por esta razón, durante su período de apareamiento y reproducción, las tortugas marinas se concentran espacial y temporalmente. Existe una creencia generalizada de que los machos arriban primero, luego de un período pico de cortejo y apareamiento, las hembras empiezan sus anidamientos. Una hembra generalmente anida varias veces durante una temporada. El número promedio de nidadas es de 2 a 6 por temporada y varía entre las especies. El número menor corresponde a *Lepidochelys kempii* y el mayor a *Dermochelys coriacea* (Miller, 1997). Existen registros de *Chelonia mydas*, hasta con 10 anidaciones en una temporada (Liew y Chan, en prensa) y de *Dermochelys coriacea* realizando hasta 14 anidaciones en una sola temporada (R.Reina, com. pers.). El intervalo promedio entre dos anidaciones subsecuentes varía de 9 a 30 días y, la duración de una salida a la playa de anidación varía de 1 a 3 horas,

dependiendo de la especie. Sin embargo, existen casos extremos de anidaciones que han sido realizadas en menos de una hora, o en el otro extremo, algunas hembras han permanecido más de siete horas en la playa. Usualmente las hembras regresan a la misma playa para realizar sus anidaciones subsecuentes (Miller, 1999).

La mayoría de las anidaciones ocurren durante la noche. Las investigaciones sobre la tolerancia térmica de las tortugas marinas indican que si ellas anidaran durante el día, las hembras pudieran someterse a estrés por calor e inclusive morirían a causa de un shock térmico letal. Excepciones a lo anterior, son el caso de las tortugas de menor talla, *Eretmochelys imbricata* y *L. olivacea*, en ocasiones, y *Lepidochelys kempii* que acostumbra anidar durante horas del día. Evidentemente, el tamaño más reducido de sus cuerpos, les permite ser más eficientes en la regulación térmica y menos propensas al estrés térmico (Spotila *et al.*, 1997).

Al concluir la temporada de reproducción, los adultos migran para retornar a sus respectivas áreas de alimentación. Los machos inician la travesía más pronto que las hembras. Basados en los datos de recapturas, se ha encontrado que las migraciones posteriores a la anidación pueden extenderse a distancias mayores a los 2,000 km, se aclara que los estudios se han realizado en periodos relativamente cortos; no más de 2 o 3 meses entre la fecha en que abandonan el área de anidación y la recaptura, además, el cálculo de las distancias entre el punto de liberación y el de recaptura es en línea recta, (Meylan, 1982). Por ende, los valores pueden estar subestimados. En estudios de las migraciones post-anidatorias en *Dermochelys coriacea*, mediante rastreos satelitales, se han reportado desplazamientos mayores a los 11,000 km en el transcurso de un año (Eckert, 1998). De acuerdo a los datos de marca-recaptura obtenidos de hembras reproductoras, las migraciones post-anidatorias se inician con tasas muy impresionantes que pueden ser mayores a los 82 km por día, lo que es equivalente a un promedio de 3.4 km por hora. Los ejemplos del extenso desplazamiento de las tortugas después de la reproducción se han incrementado en la proporción a los estudios realizados en este ámbito. Por ejemplo, una hembra de *Dermochelys coriacea*, marcada en la Guyana Francesa, fue recuperada en Newfoundland (Terranova), después de recorrer

aproximadamente 5,000 km en no más de 28 días. El recorrido representa un movimiento (mínimo) en línea recta de 39 km/día (Goff *et al.*, 1994). El hecho aún más sorprendente es que las rutas migratorias de los adultos puede implicar movimientos a través de, o inclusive en dirección opuesta a las corrientes oceánicas que experimentan las tortugas en su viaje a su destino (Wyneken, 1997). Por lo anterior, es importante distinguir entre tasas de desplazamiento o movimiento y la velocidad de natación estimada, considerando que la misma velocidad de las corrientes marinas puede representar una tasa de mayor impacto sobre la tasa de desplazamiento, especialmente cuando se trate de largos períodos temporales.

Al regresar a las áreas de alimentación, las tortugas pueden arribar al mismo sitio que ocuparon antes del inicio de la migración reproductora. En algunos casos realizan migraciones estacionales entre diferentes áreas de alimentación (Musick y Limpus, 1997). La mayoría de las especies no anidan cada año, sino cada 2 o 3 años (Miller, 1997). Sin embargo, hay una variación considerable y algunos animales pueden no anidar hasta por una década (Hirth, 1997). En consecuencia, la composición de la “población reproductora” es singular en cada temporada. Habrá animales que estén anidando por primera vez en sus vidas, junto con otros animales que han anidado previamente, pero no entre intervalos fijos de temporadas de reproducción.

Las tortugas marinas tienen la capacidad de continuar migrando y reproduciéndose por lo menos durante 21 años (Pandav y Kar, 2000). Basados en estudios demográficos, se ha concluido que una vez que las tortugas alcanzan la madurez, tienen un alto potencial (arriba del 90%) de sobrevivencia anual (Frazer, 1984; Richardson *et al.*, 1999; Kendall y Kerr, en prensa). Sin embargo, un gran número de tortugas marinas adultas son sacrificadas por el hombre en capturas directas en playas de anidación de todo el orbe. Por consiguiente, este incremento en la mortalidad inusual de adultos ha arrasado con diversas poblaciones de tortugas marinas (King, 1995; Ross, 1995; Groombridge y Luxmoore, 1989; NRC, 1990). Además, en el “mundo dominado por el hombre” de hoy, también ocurre una alta mortalidad de tortugas marinas provocada por las pesquerías de altamar. Sin embargo, los impactos reales de estas actividades han permanecido, hasta

hace poco tiempo, fuera de nuestra percepción y bien pudiera este factor ser aún más insidioso que el saqueo de hembras en áreas de anidación (Eckert y Sarti, 1997; Crouse, 1999;2000; Musick 1999).

La manera más conveniente y confiable de estimar el número de tortugas en una población, es contando a las hembras reproductoras durante una temporada de anidación. Sin embargo, aún este aparentemente sencillo procedimiento tiene numerosos problemas de fondo (Gerrodette y Taylor, 1999). El hecho de que en cada temporada de anidación la población reproductora se conforma por un conjunto único de individuos, puede ser un factor de variaciones rápidas y grandes de un año al siguiente y, de tendencias a largo plazo poco claras. Complicaciones ulteriores surgen cuando se trata de entender cuáles animales son parte de una misma población (Chaloupka y Musick, 1997). Desde hace varios años es conocido que los individuos reunidos en un sitio de alimentación, con frecuencia provienen de muy diferentes áreas de anidación. Al mismo tiempo, las tortugas que convergen en una playa de anidación pudieran fácilmente provenir de áreas de alimentación divergentes. Esta mezcla de poblaciones en las áreas de anidación y alimentación esta siendo dilucidada con el uso de marcadores genéticos (Bowen y Karl, 1997). Pero la identificación de poblaciones de tortugas marinas es complicada debido a que en las grandes distancias recorridas durante sus migraciones, una misma tortuga puede atravesar de manera rutinaria, aguas territoriales de diferentes países así como también desplazarse a través de cuencas oceánicas. Evidentemente, lo anterior es una complicación adicional para el conocimiento de estos organismos y no se diga para el desarrollo e instrumentación de los programas de conservación (Frazier, 2000).

Otras Adaptaciones Singulares y Características de las Tortugas Marinas

Las tortugas marinas tienen una capacidad extraordinaria para realizar inmersiones. Entre los vertebrados con respiración aérea, son las tortugas marinas las que realizan las inmersiones más prolongadas y profundas. Una rutina de inmersión puede durar hasta una hora y algunas inmersiones

voluntarias pueden tener una continuidad de hasta 5 horas (Lutcavage y Lutz, 1997). Se ha informado de inmersiones de 1,300 m realizadas por *Dermochelys coriacea* (Eckert *et al.*, 1989). Las tortugas no solamente sostienen la respiración durante la inmersión, sino que también la ejercitan. Las adaptaciones fisiológicas les proporcionan una enorme capacidad para efectuar las inmersiones y sostener la respiración. También poseen un sistema de transporte de oxígeno muy eficiente. Los pulmones son relativamente grandes y provistos con una estructura interna que facilita una ventilación eficiente. Por ello, su volumen de reserva inspiratoria es muy grande. El transporte de oxígeno a través del sistema circulatorio es extraordinario. Los niveles de hemoglobina y hemoglobina muscular en *Dermochelys coriacea* son casi tan altos como en los mamíferos. No sorprende pues, que estas tortugas tengan las más altas tasas de consumo de oxígeno que cualquier otro reptil. Sólo para señalar algo extraordinario, se cita el hecho de que al menos en una de las especies, *Caretta caretta*, el cerebro puede sobrevivir bajo condiciones anóxicas. Sin embargo, aparentemente las tortugas marinas sólo entran en estado anaerobio bajo condiciones de emergencia y puede tomarles varias horas el recuperarse fisiológicamente. Debe considerarse también que existen considerables diferencias entre las especies, tanto en términos de capacidad de inmersión como en las adaptaciones para este proceso (Lutcavage y Lutz, 1997).

Las tortugas marinas pasan un tiempo variable en la superficie, ocupadas en actividades que incluyen los baños de sol, apareamiento y orientación. Las rutinas de buceo también son variables, pero generalmente las tortugas permanecen por lo menos un 80% de su tiempo bajo el agua. Aunque aparentemente cuentan con todas las adaptaciones morfológicas para la inmersión, las crías tienen una capacidad limitada para sumergirse y requieren de varios meses para desarrollar un control de flotación (Lutcavage y Lutz, 1997).

Al menos dos especies de tortugas marinas, *Caretta caretta* y *Chelonia mydas* (y posiblemente también *Lepidochelys kempii*), en condiciones de bajas temperaturas excavan en el lecho marino y se mantienen en un estado de aletargamiento. A este fenómeno se le conoce como “brumación” (también

llamado “hibernación”) (Ogren y McVae, 1995; Musick y Limpus, 1997). Aunque debe aclararse que las bajas temperaturas por sí solas no explican como es que inicia este proceso, ya que las mismas temperaturas en otros casos se asocian con algún nivel de actividad o emigraciones, en cuyo caso se trasladan a lugares más cálidos (Lutcavage y Luz, 1997). Las bajas temperaturas tienen diferentes efectos en las tortugas, particularmente sobre el sistema circulatorio. Aún no se conoce la manera en que el período de brumación afecta el estado fisiológico de las tortugas marinas. Sin embargo, es posible que cierto tipo de adaptaciones especiales estén asociadas a los problemas que surgen cuando contienen la respiración de manera prolongada y a las implicaciones sobre la condición iónica y osmótica de la sangre. Las diferencias fisiológicas relacionadas con la temperatura, entre las distintas especies de tortugas marinas, puede explicar las diferencias de latitud en sus áreas de distribución geográfica (Lutz, 1997).

Las tortugas marinas pasan la mayor parte de sus vidas en el mar y pueden regular de manera continua concentraciones salinas altas. Durante la actividad normal de alimentarse y beber pueden ingerir grandes cantidades de sal que pudiera tener efectos adversos o incluso fatales sobre las condiciones iónicas y osmóticas del cuerpo. La adaptación más importante es la alta modificación de la glándula lacrimal, ya que puede producir lágrimas en concentraciones osmóticas seis veces superiores que las de la sangre y el doble de las del agua marina. Las lágrimas de las tortugas marinas tienen una mayor concentración salina que la glándula de excreción de sales en las aves marinas y tiburones. Su glándula de sal cuenta con numerosas circunvoluciones, estructuras que les permite además de concentrar el cloruro de sodio, también bicarbonatos, bromo, calcio, magnesio y potasio. Al mismo tiempo, las lágrimas tienen una relativa baja concentración de glucosa y proteína. La glándula de sal es relativamente grande p. ej., es el doble del tamaño del cerebro en *Dermochelys coriacea*. En las crías, la glándula lacrimal es relativamente más grande que en los adultos, es 0.4% del total del peso del cuerpo de una cría de *Chelonia mydas*. Las lágrimas, excepto en *Dermochelys coriacea*, pueden no ser continuas, pero su flujo y concentración se

incrementan cuando la glándula es estimulada, por ejemplo, por altas concentraciones salinas en la sangre. Es interesante mencionar que la glándula izquierda y derecha pueden producir diferentes tasas y concentración de sales. Debe clarificarse que no obstante la capacidad de las tortugas marinas para mantener la concentración iónica y la presión osmótica de la sangre de manera relativamente constante; cuando los animales son mantenidos por varios meses en agua dulce, se produce una marcada reducción de sodio en el plasma sanguíneo. Ello demuestra que existe alguna flexibilidad en sus límites fisiológicos (Lutz, 1997).

Las tortugas marinas pasan la mayor parte de su vida en el océano, sin embargo también realizan incursiones al medio terrestre. Las hembras adultas salen a la playa a cavar sus nidos y depositar huevos. Sumado a lo anterior, al menos una o posiblemente dos especies, pueden salir a playas aisladas y tomar baños de sol (Wyneken, 1997). Los mejores casos de estudio de este comportamiento provienen de Hawaii, donde juveniles y adultos de ambos sexos de tortugas *Chelonia mydas* salen a asolearse en playas remotas (Whittow y Balaz, 1982). Se cree que este comportamiento es una forma de termorregulación que les permite, mediante los baños de sol, incrementar la temperatura de su cuerpo y de esta manera hacer más eficientes algunos procesos metabólicos (Spotila *et al.*, 1997). En algunas ocasiones las tortugas pueden salir del mar para escapar de los grandes tiburones y las hembras para alejarse del agresivo cortejo de los machos.

Las tortugas marinas también tienen la capacidad de mantener la temperatura de su cuerpo por arriba de la temperatura del agua circundante. Una *Chelonia mydas* que se mantuvo nadando activamente, presentó una temperatura corporal de 7° C arriba de la temperatura del agua. Más notable aún es el caso de las *Dermochelys coriacea*, ya que frecuentemente se les encuentra en aguas boreales a temperaturas tan frías como los 0°C; existe el registro de un ejemplar, con una temperatura corporal de 17° C por arriba de la temperatura del agua. El gran tamaño corporal contribuye a la prolongación de la inercia térmica, además de otras características que las condiciona para mantener la temperatura corporal por arriba de la temperatura ambiental (p. ej., grueso aislamiento, contracorrientes del sistema circulatorio

para conservar el calor corporal y altas tasas metabólicas). Sin embargo, las tortugas marinas pequeñas, son más propensas a conmocionarse por efecto de las bajas temperaturas, generalmente a 8°C o menos (Spotila *et al.*, 1997).

Las tortugas marinas pueden ser agentes importantes en la estructuración de algunos ambientes marinos. Actividades de alimentación sobre los pastos marinos o mantos algales y la depredación selectiva sobre ciertas esponjas que se desarrollan sobre arrecifes de coral pueden modificar la distribución y densidad de las especies utilizadas, así como las funciones que éstas desempeñan en el ecosistema. El conocimiento de este tema aún es pobre y en la actualidad es más difícil abordarlo ya que muchas poblaciones de tortugas marinas han sido muy reducidas. En consecuencia, se hace más difícil la comprensión de sus verdaderas funciones e impactos ecológicos (Bjorndal, 1997; Jackson, 1997).

Resumen de las Características de la Historia de Vida de las Tortugas Marinas

Cada una de las especies de tortugas marinas tienen un notable ciclo de vida especializado y complejo. Los individuos requieren de una amplia variedad de ambientes para desarrollarse, llegar a su fase adulta y completar su ciclo de vida. Con excepción de *Natator depressus*, que parece carecer de una fase pelágica, los ambientes de los que dependen las tortugas marinas incluyen playas, mar abierto, aguas costeras y estuarinas. Durante su ciclo de vida, cada organismo se dispersa y migra, recorriendo distancias que pueden abarcan decenas de miles de kilómetros, atravesando cuencas oceánicas y también agua territoriales de diferentes países.

Para llegar a la madurez les toma varias décadas: el tiempo que transcurre desde fase de huevo hasta que regresan a la misma playa a reproducirse puede ser desde los 10 a los 50 o más años. Las tortugas marinas tienen la capacidad de vivir y reproducirse durante décadas. Normalmente, las tortugas tienen una alta productividad. El número de huevos por nido puede variar desde los 80 a 200 huevos y pueden anidar hasta 14 veces en una temporada. Una tortuga puede continuar anidando por más de 20 años. En

muchas maneras, una hembra es una “máquina productora de huevos”. Pero, por otro lado, las tortugas tienen una elevada mortalidad durante los primeros estadios de su vida. Muchos huevos no sobreviven a la eclosión; muchas crías no se integran al mar; muchas crías al llegar al mar no sobreviven más de un día. De una fase a otra, menos y menos tortugas permanecen en la población y, al final, menos de uno en 1,000 o posiblemente menos de un huevo en 10,000 sobrevive para producir una tortuga adulta. En muchas formas, la sobrevivencia de las tortugas marinas depende de sus respuestas correctas en los tiempos correctos y la disponibilidad adecuada de condiciones específicas de ciertos ambientes. Lo anterior pudiera involucrar respuestas específicas a la luz sobre el horizonte y el recorrido exitoso de la playa al mar, la evasión de ciertos cuerpos de agua en altamar, la selección de un ambiente específico para la alimentación y refugio, o a ciertas señales emanadas de una playa de anidación particular.

Relevancia de las Características de la Historia de Vida de las Tortugas Marinas para las Acciones de Conservación

La diversidad de ambientes de los que depende un individuo de tortuga marina durante su ciclo de vida significa que para que los esfuerzos de conservación sean efectivos, no sólo deben ser relevantes únicamente a las playas de anidación, sino también a muchos ambientes costeros y cercanos a la zona costera. Pero también a ciertas áreas de la zona oceánica. La inmensidad de la escala espacial involucrada, se remarca por el hecho de que estos organismos recorren grandes distancias en mar abierto cruzando aguas de jurisdicción nacional de varios países. Por ello, además de que los esfuerzos de conservación deben abarcar muchos ambientes y extensas áreas, también deben incluir la cooperación internacional.

Aunado a su complejidad ecológica, espacial y política, hay otras características típicas de las tortugas marinas que hacen referencia a escalas de tiempo considerables. Por ejemplo, estos animales pueden necesitar décadas - quizás hasta la mitad de un siglo - para alcanzar la madurez. Una vez obtenida, tienen el potencial de vivir y continuar reproducién-

dose por décadas. La elevada capacidad reproductiva de una sola hembra en una sola temporada, y reproduciéndose por más de dos décadas, tiende a engañar a las personas encargadas de su manejo, haciéndoles creer que esa asombrosa fecundidad de las tortugas marinas les permite soportar altas tasas de mortalidad. En realidad, muy pocos de estos huevos alcanzan la fase de adultos. Así pues, la sobrevivencia de adultos y juveniles en su última etapa es crucial para la condición de las poblaciones de las tortugas marinas. Por esto, es muy probable que cualquier fuente de mortalidad significativa de adultos y grandes juveniles represente una seria amenaza. Si el problema no es conocido -como la mortalidad provocada por actividades de pesca en zonas costeras y oceánicas- pudiera ser particularmente insidioso, porque no se conoce el grado de afectación de este componente. Estos factores, particularmente la lenta tasa de maduración y largo tiempo generacional significa que las acciones de conservación deben mantenerse fiel, paciente y persistentemente por décadas o hasta centurias.

Adicionalmente, muchos de los aspectos básicos de la biología de las tortugas marinas son poco conocidos; esta deficiencia dificulta la predicción acertada aún de los fenómenos que pudieran ocurrir de un año al siguiente. Las variaciones dramáticas en el número de tortugas que anidan anualmente son comunes y más aún, cuando cada año la “población” anidadora esta compuesta de un “pool singular” de hembras, algunas de la cuales, están anidando por primera vez, y otras han sobrevivido y regresado después de temporadas previas de reproducción. Hasta ahora no hay manera de predecir ni la composición de una población anidadora de un año al siguiente; y el número de anadoras o de nidos registrados en ciertos años puede interpretarse de manera errónea ya que las oscilaciones observadas pudieran ser reflejos de variaciones en los esfuerzos del patrullaje de las playas o de otras actividades de conservación. En consecuencia, es importante evaluar las tendencias a largo plazo y emplear las observaciones de plazo corto sólo como indicadores provisionales.

La estimación del total de la población es un reto de gran envergadura. Hay muy poca información sistemática sobre juveniles, machos o hembras inmaduras. Por ello, a pesar de los muchos problemas y deficiencias, el segmento *menos inaccesible* de la

población y que es el *menos difícil* de estimar es la “población anual de hembras anadoras”. Con frecuencia este segmento de la población se estima de manera indirecta, realizando evaluaciones anuales de la cantidad de nidadas, huevos, nidos o señales de nidos. Raramente se cuenta con números exactos de las hembras anadoras (aún para una sola temporada) y mucho menos de los otros sectores de la población. Esto significa que muchas de las decisiones para la conservación y manejo deben elaborarse sobre la base de información aún insuficiente.

El hecho de que el sexo de una tortuga marina se determine por la temperatura de incubación, significa que las prácticas de manejo involucradas en la fase de desarrollo embrionario, deben tomar en cuenta la temperatura de la arena, el sombreado y otros aspectos que frecuentemente no son atendidos. Puesto que la supervivencia de una tortuga marina depende de la ejecución de respuestas correctas en los tiempos correctos - muchas veces dependiendo de comportamientos innatos - y la concurrencia de ambientes adecuados, no sólo se debe tratar de proteger a las tortugas marinas. Aún y cuando se presenten de manera aparente ligeras modificaciones al ambiente, estos cambios pueden tener efectos devastadores para un gran número de tortugas marinas, así que la conservación exitosa de las tortugas marinas depende íntimamente de la protección al ambiente.

Debe reconocerse que los requerimientos biológicos de las especies aquí mencionadas no son negociables, tal como el hecho de que hay una fuerza de gravedad que actúa sobre la Tierra. Consecuentemente, la efectividad de las actividades de conservación se relaciona directamente con el nivel al que ellas son capaces de reunir estos requerimientos biológicos. Sin embargo, las decisiones sobre el diseño, instrumentación y mantenimiento de los programas de conservación, provienen del área política y son un reflejo de la compleja interacción entre las sociedades y sus actividades culturales, políticas y económicas -no necesariamente la opinión de un científico o las recomendaciones de un experto. Por consiguiente, para ser exitosos, las acciones de la conservación deben ser relevantes a las sociedades en las que se llevan a cabo, porque finalmente la conservación biológica depende de las decisiones políticas tomada

dentro de contextos económicos y sociales (Frazier, 1999)

En conclusión, por razón de sus características biológicas, la conservación de las tortugas marinas es compleja, difícil de predecir acertadamente y requiere de compromisos a largo plazo. En muchas maneras, la condición de estos carismáticos animales sirve como un barómetro que mide la manera en que las sociedades modernas están cuidando un ambiente del que todos dependemos.

Agradecimientos

Se agradecen los valiosos comentarios de S. Bache, D. Crouse, K. Eckert y L. Sarti, su aportación fue muy benéfica para la preparación del presente trabajo. También se reconoce el apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés).

Literatura Citada

- Ackerman, R. A. 1997. The nest environment and the embryonic development of sea turtles *In*: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, New York; New York. pp. 83-106.
- Bell, I. y M. Hallam. 1999. A remarkable feat. *Marine Turtle Newsletter*. 84: 16.
- Benabib N., M. y J. A. Hernández. 1984. Conservación de las tortugas marinas en la playa de Mexiquillo, Michoacán. Informe final de Biología de Campo, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.
- Bjorndal, K. A. 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. *In*: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, New York; New York. pp. 199-231.
- Bjorndal, K. A. y G. R. Zug. 1995 (ed. revisada.). Growth and age of sea turtles. *In*: K. A. Bjorndal (ed.). *The Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press; Washington, D. C. pp. 599-600.
- Bolton, A. B. 1999. Techniques for measuring sea turtles. *In*: K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (eds.) *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4. pp. 110-114.
- Bowen, B. W. y S. A. Karl. 1997. Population genetics, phylogeography, and molecular evolution. *In*: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, New York; New York. pp. 29-50.
- Chaloupka, M. Y. y J. A. Musick. 1997. Age, growth and population dynamics. *In*: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, New York; New York. pp. 233-276.
- Crowder, L. B., D. T. Crouse, S. S. Heppell, y T. H. Martin. 1994. Predicting the impact of turtle excluder devices on loggerhead sea turtle populations. *Ecological Applications*. 4(3): 437-445.
- Crouse, D. 1999. The Consequences of Delayed Maturity in a Human-Dominated World. *American Fisheries Society Symposium* 23: 195-202.
- Crouse, D. T., L. B. Crowder y H. Caswell. 1987. A stage-based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. *Ecology* 68(5):1412-1423.
- Eckert, S. A., K. L. Eckert, P. Ponganis, y G. L. Kooyma. 1989. Diving and foraging behavior of leather back sea turtles *Dermochelys coriacea*. *Canadian Journal of Zoology*. 67: 2834-2840.
- Frazier, N. 1984. Survivorship of adult female loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, nesting on Little Cumberland Island, Georgia, USA. *Herpetologica*. 39: 436-447.
- Frazier, J. 1998. Measurement error: The great chelonian taboo. *In*: R. Byles y Y. Fernandez (Compiladores). *Proceedings of the Sixteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. U.S. Department of Commerce; National Oceanographic and Atmospheric Administration; National Marine Fisheries Service; Southeast Fisheries Center, Miami, Florida. NOAA Tec. Mem. NMFS-SEFRC-412. pp. 47-49.
- Frazier, J. 1999. Community Based Conservation. *In*: K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (eds.) *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4. pp. 15-18.
- Frazier, J. 2000. Building Support for Regional Sea Turtle Conservation in Indian Ocean Region: Learning from The Inter-American Convention for the Protection and Conservation of Sea Turtles, p. 277-303. *In*: N. Pilcher y G. Ismail (eds.) *Sea Turtles of the Indo-Pacific: Research, Management and Conservation*. ASEAN Academic Press. London.
- Frazier, J. y S. J. Bache. en prensa. Sea turtle conservation and the "big stick": the effects of unilateral U. S. embargoes on international fishing activities. *In*: A. Mosier y M. Coyne (Compiladores). *Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. U.S. Department of Commerce; National Oceanographic and Atmospheric Administration; National Marine Fisheries Service; Southeast Fisheries Center, Miami, Florida. NOAA Tec. Mem. NMFS-SEFSC-xxx. U.S. Dept. Commerce.
- Gerrodette, T y B. L. Taylor. 1999. Estimating population size, p.76-71. *In*: K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (eds.). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.
- Goff, G. P., J. Lien, G. B. Stenson y J. Fretey. 1994. The migration of a tagged leatherback turtle, *Dermochelys coriacea*, from French Guiana, South America, to Newfoundland, Canada in 128 days. *Canadian Field Naturalist*. 108 (1): 72-73.
- Heppell, S. S., L. B. Crowder, y D. T. Crouse. 1996. Models to evaluate headstarting as a management tool for long-lived turtles. *Ecological Applications*. 6(2): 556-565.
- Hirth, H. F. 1997. Synopsis of the biological data on the green

- turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service; Washington, D. C. Biological Report 97 (1) v + 120 pp.
- Jackson, J.B.C. 1997. Reefs since Columbus. Coral Reefs. 16 Supl.: 823-832
- Karl, S. A. y B. W. Bowen. 1999. Evolutionary significant units versus geopolitical taxonomy: Molecular systematics of an endangered sea turtle (genus *Chelonia*). Conservation Biology. 13 (5): 990-999.
- Kendall, W. y R. Kerr. en prensa. Paper presented at the 20th Annual Symposium. In: A. Mosier y M. Coyne (Compiladores). Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. U.S. Department of Commerce; National Oceanographic and Atmospheric Administration; National Marine Fisheries Service; Southeast Fisheries Center, Miami, Florida. NOAA Tec. Mem. NMFS-SEFRC-.
- King, F. W. 1995 (ed. revisada). Historic review of the decline of the green turtle and the hawksbill. In: K. A. Bjorndal (ed.). The Biology and Conservation of Sea Turtles. Smithsonian Institution Press; Washington, D. C. pp. 183-188.
- Liew H.-C. y E.-H. Chan. En prensa. Assessment of the population of green turtles nesting at Redang Island, Malaysia, through long-term tagging analysis. In: A. Mosier y M. Coyne (Compiladores). Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. U.S. Department of Commerce; National Oceanographic and Atmospheric Administration; National Marine Fisheries Service; Southeast Fisheries Center, Miami, Florida. NOAA Tec. Mem. NMFS-SEFRC-.
- Limpus C. J., P. J. Couper y M. A. Read. 1994a. The green turtle, *Chelonia mydas*, in Queensland: population structure in a warm temperate feeding area. Mem. Queensland Museum 37(1):139-154.
- Limpus C. J., P. J. Couper y M. A. Read. 1994b. The loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in Queensland: population structure in a warm temperate feeding area. Mem. Queensland Museum 37(1):195-204.
- Lohmann, K. J., B. E. Witherington, C. M. F. Lohmann y M. Salmon. 1997. In: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). The Biology of Sea Turtles. CRC Press, New York; New York. pp. 107-135.
- Lohmann, K. J., J. T. Hester y C. M. F. Lohmann. 1999. Long-distance navigation in sea turtles. Ethology, Ecology & Evolution. 11: 1-23.
- Lutcavage, M. E. y P. L. Lutz. 1997. Diving physiology. In: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). The Biology of Sea Turtles. CRC Press, New York; New York. pp. 277-296.
- Lutz, P. L. 1997. Salt, water, and pH balance in sea turtles. p. 343-361. In: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). The Biology of Sea Turtles. CRC Press, New York.
- Lutz, P.L. y J.A. Musick (eds). 1997. The Biology of Sea Turtles. CRC Press, New York; New York.
- Márquez M., R. 1994. Synopsis of biological data on the Kemp's ridley turtle, *Lepidochelys kempi* (Garman, 1880). NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-343. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Science Center, Miami, Florida. vi + 91 pp.
- Miller, J. D. 1997. Reproduction in sea turtles. In: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). The Biology of Sea Turtles. CRC Press, New York; New York. pp. 51-81.
- Molina, S. 1981. Leyendo en la tortuga (recopilación). Martin Casillas Editores; Mexico. 173 pp.
- Morgan, P. J. 1989. Occurrence of leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in the British Isles in 1988, with reference to a record specimen. In: S. A. Eckert, K. L. Eckert, y T. H. Richardson (Compiladores). Proceedings of the 9th Annual Symposium on the Biology and Conservation of Sea Turtles. U. S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Center; Miami, Florida; NOAA Technical Memorandum NMFA-SEFC 232. pp. 119-120
- Mrosovsky, N. 1994. Sex ratios of sea turtles. Journal of Experimental Zoology. 270: 16-27.
- Musick, J. A. 1999. Ecology and conservation of long-lived marine animals. American Fisheries Society Symposium 23: 1-10.
- Musick, J. A. y C. J. Limpus. 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). The Biology of Sea Turtles. CRC Press, New York; New York. pp. 137-163.
- NRC (National Research Council). 1990. Decline of the Sea Turtles: Causes and Prevention. National Academy Press; Washington, D. C. xv + 259 pp.
- Ogren, L. y C. McVae, Jr. 1995. Apparent hibernation by sea turtles in North American waters. In: K. Bjorndal (ed.) Biology and Conservation of Sea Turtles. Smithsonian Institution Press; Washington, D. C. (revised edition) pp. 127-132.
- Pandav, B. y C. S. Kar. 2000. Reproductive span of olive ridley turtles at Gahirmatha rookery, Orissa, India. Marine Turtle Newsletter. 87: 8-9.
- Pitman, R. L. 1990. Pelagic distribution and biology of sea turtles in the eastern tropical Pacific, p. 143-148. In T.H. Richardson, J. I. Richardson y M. Donnelly (Compiladores), Proc. 10th Annual Workshop on the Biology and Conservation of Sea Turtles. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFC-278. U.S. Dept. Commerce
- Plotkin, P.T., R. A. Byles, D. C. Rostal y D. Owens. 1995. Independent vs socially facilitated migrations of the olive ridley, *Lepidochelys olivacea*. Marine Biology 122:137-143
- Pritchard, P. C. H. 1997. Evolution, phylogeny, and current status. In: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). The Biology of Sea Turtles. CRC Press; New York, New York. pp. 1-28.
- Pritchard, P. C. H. 1997. Evolution, phylogeny, and current status, p. 1-28., In: K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois y M. Donnelly (eds.). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.
- Richardson, J. I., R. Bell, y T. H. Richardson. 1999. Population ecology and demographic implications drawn from an 11-year study of nesting hawksbill turtles, *Eretmochelys*

- imbricata*, at Jumby Bay, Long Island, Antigua, West Indies. *Chelonian Conservation and Biology*. 3 (2): 244-250.
- Ross, J. P. 1995 (ed. revisada). Historic decline of the loggerhead, ridley, and leatherback sea turtles. *In*: K. A. Bjorndal (ed.). *The Biology and Conservation of Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press; Washington, D. C. pp. 189-195.
- Spotila, J. R., M. P. O'Connor y F. V. Paladino. 1997. Thermal biology. *In*: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, New York; New York. pp. 297-314.
- Versteeg, A. H. y F. R. Effert. 1987. Golden Rock: The first Indian village on St. Eustatius. *St. Eustatius Historical Foundation No. 1*. 21 pp.
- Walker, T.A. y C.J. Parmenter. 1990. Absence of a pelagic phase in the life cycle of the flatback turtle, *Natator depressus* (Garman). *Journal Biogeography* 17:275-278
- Watson, K. P. y R. A. Granger. 1998. Hydrodynamic effect of a satellite transmitter on a juvenile green turtle (*Chelonia mydas*). *Journal of Experimental Biology*. 201: 2497-2505
- Whittow, G.C. y G. H. Balaz. 1982. Basking behavior of the Hawaiian green turtle (*Chelonia mydas*). *Pacific Science* 36 (2):129-139
- Wing, E. S. y E. J. Reitz. 1982. Prehistoric fishing economies of the Caribbean. *New World Archaeology*. 5 (2): 13-22.
- Witzell, W. N. 1983. Synopsis of biological data on the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766). *FAO Fisheries Synopsis No. 137*: iv + 78 pp.
- Wyneken, J. 1997. Sea turtle locomotion: Mechanisms, behavior and energetics. *In*: P. L. Lutz y J. A. Musick (eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, New York; New York. pp. 165-198.

El Papel Cultural y Económico de las Tortugas Marinas

Didiher Chacón Chaverri
Programa Marino
Asociación ANAI
Costa Rica

El Dr. Archie Carr, en los inicios de los setenta escribió “.. pareciera que las poblaciones de tortuga verde que estamos investigando (en Tortuguero, Costa Rica) encarnan la mayoría de problemas y complejidades que pudiesen existir para obstaculizar cualquier esfuerzo realizado a favor de un animal migratorio que tiene un valor económico directo, con tendencia a cruzar fronteras internacionales en sus migraciones para propósitos de fecundación y, que además es explotado en exceso, tanto en sus sitios de alimentación como en los de reproducción” (Carr, 1971). Espero que al finalizar ésta reunión, compartamos la gran sabiduría de esas palabras.

Todos los aquí reunidos, pertenecemos a una bioregión en donde los recursos marinos son un factor común. La Región del Gran Caribe aglutina la influencia biogeográfica del norte y del sur, por ende, nos provee de una magnífica diversidad manifestada tanto en las zonas continentales como en las marino-costeras. Esta convergencia también se refleja en nuestra herencia cultural. Los vestigios arqueológicos atestiguan los modos y formas como los grupos étnicos del Caribe se han beneficiado de las tortugas marinas -entres otros recursos biológicos- desde el tercer milenio a.C.

Mosseri (1998) menciona que en la relación culturas antiguas-tortugas marinas...“Pareciera que la naturaleza, en un sólo regalo, colmara muchas de sus necesidades. Como si uno y todo fuese el mismo don que les suministraba alimento, vasijas, techo y medio de transporte”. Las tortugas marinas también han desempeñado un papel muy importante como elementos místicos en las diferentes culturas. En la conexión mágico-religiosa establecida por los pueblos primitivos con los elementos de la naturaleza, las tortugas marinas mantuvieron su protagonismo en las creencias étnicas, ya como mitos, encarnando espíritus del bien o del mal y como mensajeras de

los dioses (Chacón *et al.*, 2000).

En piezas de alfarería, esculturas en piedra y joyería de gran valor, ha quedado la constancia de que los pueblos étnicos hicieron uso de las tortugas marinas como parte importante de su patrimonio cultural. En definitiva, los primeros habitantes de esta área tropical de América, sentían una atracción y le daban una valoración especial a estos reptiles. En la actualidad, mucha de la herencia cultural en la que se involucra a las tortugas marinas, se circunscribe a la difusión oral de historias, fábulas y leyendas transmitidas de una generación a otra.

Si bien los usos tradicionales artísticos y místicos de las tortugas marinas no son ponderados con estándares económicos, desde el punto de vista nutricional, la situación es totalmente diferente. Históricamente, grupos indígenas como los caribes, wayuú, kunas, miskitos, guajiros, ramas, garifunas, nöbes, entre otros, han dependido esencialmente de las tortugas marinas como fuente de proteínas para su dieta alimenticia. Hasta la llegada de los europeos a América a finales de los 1400, el único uso documentado fue el de las prácticas de las poblaciones nativas. Los registros existentes nos indican que en algunos lugares este uso fue intensivo, mientras que en otros sólo se recolectaron para propósitos de subsistencia.

La situación cambió con los adelantos en el transporte y almacenaje. A finales del siglo XVI, se inició el comercio de carne de tortuga. De hecho, algunos poblados fundados a lo largo de la zona costera son reflejo de la migración humana en pos de las playas de anidación. Abundan historias de los indios Miskito desplazándose por toda Centroamérica en busca de tortugas marinas. Ya en el siglo XVII, los grupos indígenas iniciaron el comercio de tortugas marinas con los británicos, quienes las mantenían vivas durante sus largas travesías a

Europa, para alimentar a los marineros, colonos, esclavos y consumidores del viejo continente.

Las modos de uso que los nativos desarrollaron para el aprovechamiento de tortugas marinas, fueron modificándose con la llegada de los colonizadores europeos a la región del Caribe (de un uso tradicional, pasaron a un modelo más comercial). Sin embargo, aún en la actualidad, persisten grupos étnicos que dependen de las tortugas marinas para la subsistencia básica. La pregunta obligada es: ¿si las tortugas desaparecen, qué pasará con las economías locales indígenas que tradicionalmente las usan como alimento?

Con la expansión de la colonización europea en el Caribe, los cambios en el ambiente, aunado al desplazamiento y aniquilación de muchas culturas indígenas fue un proceso rápido y profundo. Las nuevas sociedades demandaron de más recursos naturales, incluyendo grandes cantidades de tortugas marinas. En este proceso de cambio, se combinaron las técnicas de aprovechamiento de ingleses, franceses, africanos, mestizos e indígenas. Así, no solamente hubo una gran influencia sobre los modelos autóctonos, sino también en los mismos individuos expuestos a las influencias externas.

A mediados del siglo XVIII florece una mezcla de culturas africanas y europeas en nuestra región. Algunas de las nuevas economías se desarrollaron sobre la base del comercio de tortugas marinas. En tanto que los grupos indígenas usaron y consumieron tortugas marinas en cantidades sustanciales, este aprovechamiento fue solamente como fuente de alimento y no con otros fines de lucro. Las nuevas economías tasaron con un alto valor a las tortugas marinas, promoviendo con ello, su explotación intensiva. En consecuencia, las poblaciones de tortugas marinas empezaron a declinar. Por ese tiempo, las poblaciones de Bermuda y Gran Caimán ya habían sido intensamente explotadas.

De acuerdo a la antropóloga Paula Palmer “Al inicio de la segunda mitad del siglo XVII, los cazadores de tortugas miskitos y afrocaribeños visitaron varios sitios en Centroamérica y el Caribe, navegando a remo y vela desde Bocas del Toro (Panamá) y desde las costas nicaragüenses. Arribaban en marzo y se quedaban hasta septiembre, dedicados a la pesca de tortuga con arpón. Ellos procesaban toda la tortuga, los caparzones los concentraban para venderlos posteriormente en

Bocas del Toro y de ahí se exportaban a Alemania, para ser transformados en peines y botones” (Palmer, 1986).

Según mi interpretación de estos hechos, el uso de la tortuga como medio de subsistencia, no fue una amenaza si se le compara con la explotación comercial posterior. Además, la preservación y protección de las culturas indígenas actuales requiere de la conservación de los sistemas naturales, particularmente de aquellos relacionados con las especies que consumen. Por otro lado, el significado místico y la importancia artística y gastronómica conferidas a las tortugas marinas, fueron de los principales alicientes para la migración de pueblos que, en la búsqueda de tan preciado animal, se desplazaron a lo largo de islas y costas. Esta sola razón, las hace merecedoras de un valor histórico irremplazable.

En este contexto, los huevos y carne de tortuga no sólo son importantes en términos nutrimentales, también tienen un papel especial en las comunidades costeras, porque la captura de tortugas o “tortugear” es un modo de vida, un estilo, una cultura más allá del mero consumo de proteínas. Según Nietschman (1982), la tortuga verde ha sido la especie más explotada en el Caribe. Como referencia cita que el 70% de la proteína animal que consumen los miskitos en Nicaragua, proviene de esta especie.

La pesca, ya para subsistencia o propósitos comerciales, junto con la recolección de huevos, son actividades comunes que, en el Caribe, han ocasionado enormes descensos en las poblaciones de tortugas marinas durante los dos últimos siglos. La explotación indiscriminada y sin control ha reducido a niveles críticos poblaciones importantes; esta situación también ha sido agravada por la pérdida y alteración de hábitats críticos para estas especies.

Hemos escuchado y seguiremos escuchando de la importancia de estos reptiles para los sistemas ecológicos a los que pertenecen, como fuente de proteína animal para el hombre y, más recientemente de su papel protagónico en otros mercados comerciales. El conjunto de dichos argumentos, es la razón por la que deseo discutir dos perspectivas para el uso de las tortugas marinas. La primera es de índole ética; la segunda, con un enfoque pragmático.

El debate ético -referido en términos simples- está cimentado en la adopción hacia una posición homocéntrica o bien, inclinado a la biocéntrica.

¿Nosotros, como seres humanos, tenemos el “derecho” de usar las tortugas marinas para nuestros particulares propósitos o beneficios, o estos reptiles tienen sus propios derechos, como el de la misma supervivencia de la especie?

El debate pragmático se desarrolla en la dicotomía entre el uso de las tortugas marinas y su conservación. Debo de reconocer que las tortugas marinas se usaron, se usan y continuarán usándose. Esta premisa debe conducirnos hacia esfuerzos de conservación que incorporen también a los grupos comunitarios.

Es imperativo que ahora nos preguntemos: ¿Qué tan intenso es el uso?, ¿Cuál es el nivel sostenible del uso? El asunto fundamental estriba en cómo mantener de manera equilibrada una comunidad biológicamente sustentable y, a la vez, aprovecharla como recurso natural. La explotación reclama para si misma, un control que evite la caída del recurso y que los valores de adquisición de éste, no sean mayores a los valores de mercado. Cuando no hay tal regulación se induce a una explotación más intensiva y se crea un círculo vicioso.

También debemos preguntarnos: ¿Qué importancia tienen las tortugas marinas para el hombre? ¿Cuál es el impacto de su uso para las sociedades?. El uso de las tortugas marinas puede ser categorizado como consuntivo y no-consuntivo. Se puede valorar a las tortugas marinas por razones comerciales, recreativas, científicas, estéticas y espirituales. El debate sobre el uso de las tortugas marinas no debe confundirse con la justificación económica del uso de las tortugas marinas. Debemos aceptar el uso *per se* como uno de los temas de la conservación y reconocer todos los valores de uso atribuibles a las tortugas marinas en la actualidad.

Si bien podemos asignar un valor a un uso determinado de tortugas marinas, no todos los valores pueden ser medidos en términos económicos. El hecho de ser un producto de mercado es lo que les ha otorgado el valor económico. Comúnmente existe confusión en los términos “valor, “uso” y “comercio”. Es claro que si las tortugas marinas están siendo usadas con algún propósito, tienen un valor, pero este puede ser un valor tangible o intangible, p.ej., místico o espiritual (ver a Frazer, en este documento).

Desafortunadamente, cuando el uso está asociado a un valor económico entramos en el mundo

comercial donde predominan las consideraciones económicas; aunque en mi opinión los valores actuales de estas especies no pueden ser descritos exclusivamente en términos económicos, puesto que el valor de las tortugas marinas trasciende a los valores mercantiles (ver Frazer, este volumen).

Tabla 1. Usos por especie, en la Región del Gran Caribe

Verde	Carne Huevos Calopee Aletas
Cabezona o caguama	Huevos Carne
Baula o laúd	Huevos Carne Aceite
Carey	Carne Huevos Caparazón
Lora	Huevos Carne
Golfina	Huevos Carne

Los usos económicos de las tortugas marinas en el Caribe se pueden perfilar bajo las siguientes categorías:

Subsistencia - recolección o captura para consumo, con una distribución al área social y geográfica inmediata. Es la economía del recolector y sus dependientes.

Mercado local - restringido a la venta en baja escala en un perímetro que abarca a pueblos o comarcas de los alrededores, circunscrito a una inversión mínima y al intento de incrementar el ingreso familiar.

Rancho o Crianza en granjas - cultivo de tortugas para usos científicos, turísticos, gastronómicos y de consumo; todos de índole comercial. Se caracteriza por una considerable inversión de capital.

Comercial - difiere del uso de mercado local, por una mayor inversión de un grupo o consorcio y porque este comercio se realiza a gran escala.

Recreación, imagen y moda - uso relacionando directa o indirectamente con el turismo. Se remite al

Tabla 2. El uso histórico y actual de los productos y subproductos de tortugas marinas procesados en la Región del Gran Caribe

Tipo de producto	Uso	Valor
Huevo	Consumo humano directo o como ingrediente en recetas mas elaboradas (p. ej., la elaboracion de panes) Consumo animal Aceite	Hay una creencia muy difundida de que los huevos tienen propiedades afrodisiacas y medicinales
Carne	Consumo humano Consumo animal Aceite para cocina Cosméticos	Se cree que las carne tiene propiedades afrodisiacas y medicinales (aplicación dermatológica)
Aceite	Propiedades medicinales	
Piel	Marroquinería o talabartería (elaboracion de: zapatos, bolsos, carteras, billeteras, cinturones, artesanía y adornos para el hogar)	
Calipee	Consumo humano (sopa)	Se cree que es buen alimento y el mejoramiento de la inteligencia.
Aletas	Consumo humano	Sopa con poderes especiales alimenticios.
Huesos	Artículos de arte Ornamentos generales Joyería Fertilizante	
Carapacho	Ornamentos para el hogar Joyería Artesanía general Misceláneos (botones, peines, anteojos, otros)	Asociado a que atraen la buena suerte y el misticismo de llevar algo de las profundidades del mar.

uso de la tortuga como concepto de imagen. Es una estrategia de mercadotecnia con múltiples aplicaciones (p. ej., en impresos, como papel moneda, sellos postales, camisetas, revistas, logotipos y una amplia diversidad de usos publicitarios).

Obviamente, las fronteras de estas categorías en muchos casos parecerán poco claras, pero deben tomarse como un primer intento por ordenar todos los usos vinculados al aprovechamiento de las tortugas marinas en la región caribeña. En las Tablas 1 y 2 se condensan los usos históricos y actuales.

De todos los reptiles, los huevos de las tortugas son el proveedor más importante para el uso industrial y nutrimental. La obtención de aceite y la creencia de que poseen propiedades medicinales y

afrodisiacas, son la causa de su explotación a gran escala (Chacón *et al.*, 2000). Antes de abordar en extenso la tarea de cuantificar el uso del huevo y de otros subproductos de las tortugas, debo reconocer que los datos sobre el impacto económico del comercio de tortugas marinas son escasos, dispersos e inconsistentes. Tomando en cuenta lo anterior, los registros indican lo siguiente:

El precio unitario del huevo en la región varía desde US\$0.02-US\$5. Principalmente se recolecta para uso doméstico y el mercado local, aunque hay indicios de comercio transfronterizo. Existen pruebas de la existencia de un mercado negro de huevo desde América Central hacia los Estados Unidos, es probable que las tortugas del Caribe sean parte de éste comercio ilícito.

Berry (1987) informó que entre el 80 y 100% de los nidos de tortuga laúd en la costa caribeña de Costa Rica se cosechaban para el consumo humano. Hoy día, sucede lo mismo en playas como Trujillo en Honduras, playa Negra en Costa Rica y playas Changuinola y San San en Panamá. En las últimas playas citadas como ejemplo, el precio de la cosecha asciende de US\$15,000 a US\$20,000 en el mercado negro de Changuinola y Pto. Almirante.

En 1989, Guatemala ostentaba en su pequeña costa caribeña, anidaciones del orden de 300 a 800 nidos de carey, 50-90 nidos de verde y 25-50 nidos de tortuga baula o laúd, todos las nidadas se explotaban para consumo. Diez años después, las cifras de anidación de carey no superan la centena, mientras que los registros para las otras especies se consideran como raros.

En esta región, las tortugas también han sido explotadas para la producción de piel. Según Redford y Robinson (1991) la piel de tortuga marina proviene básicamente de la golfina (*Lepidochelys olivacea*) y de la verde (*Chelonia mydas*). Históricamente, el comercio fue significativo de las colonias del Pacífico oriental, pero la tortuga golfina en el Caribe no ha sido explotada de manera importante para extraer su piel (Reichart, 1993). El uso de piel en la región ha quedado restringida a la venta y exportación de pieles de tortuga verde de la Granja de Gran Caiman desde que se estableció en 1968.

La explotación de la concha de las tortugas verde y carey (*Eretmochelys imbricata*) representan otro rubro importante de ingreso. En la segunda mitad del siglo XX (1979-1992), fueron exportados de diversas partes del mundo hacia el mercado japonés cerca de 754 toneladas métricas de carapachos, con una tasa promedio de 33 ton/año, lo que equivale a la captura de 712,000 tortugas durante ese período (el 53% provino de América Latina y el Caribe). De estos, unos 5,000 caparazones fueron recolectados en Honduras y Nicaragua e introducidos al mercado en el período 1986-1987. Datos puntuales de la Estadística de la Aduana Japonesa, informan que 14,519 Kg de escudos de carey fueron exportados desde Nicaragua entre 1970 y 1986, lo que equivale aprox. a 13,000 individuos (Milliken and Tokunaga, 1987).

En la actualidad, muchos países de la región de los que puedo dar un testimonio personal, como Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Panamá, explotan

el caparazón de tortuga (incluyendo el de la tortuga verde) de manera doméstica y, aunque ilegal en varios de los casos, está a la disposición y fácil alcance de los turistas. Ellos, con la ansiedad de llevar un recuerdo a los hogares de familiares y amigos, compran y transportan estos productos por fronteras internacionales.

La captura de tortugas es otro de los rubros importantes para algunas de las comunidades costeras del Caribe. Lagueux (1998) nos ha documentado que en Nicaragua se explotan poco más de 10,000 individuos de tortuga verde por año. Desde 1969 hasta 1976 tres plantas procesadoras de tortuga verde, consumieron localmente y exportaron alrededor de 10,000 animales en Nicaragua. De éstos; 445,500 Kg de tortuga marina se exportaron al mercado estadounidense (Nietschmann, 1982).

Mientras que en Costa Rica desde 1985 y hasta 1998 la captura legal fue de 1,800 tortugas por temporada; traducándose, sólo para 1998, en un ingreso mínimo de US\$ 270,000 y superior a los US\$540,000 (si se estima la captura ilegal). Esto dá un valor de US\$ 150/ tortuga viva.

El uso no-consuntivo también puede caracterizarse como muy lucrativo. Una de las actividades más populares de los ecoturistas es la contemplación de la naturaleza. Es muy satisfactorio para este tipo de turistas visitar sitios con una alta probabilidad para la observación de la de vida silvestre. Por ello, muchas playas de anidación de tortugas marinas son asediadas por turistas ansiosos de observar el proceso de desove o el nacimiento de las pequeñas tortugas. Sin embargo, el valor económico de esta actividad ha sido poco estudiada.

En muchos sitios, la anidación de las tortugas es un proceso predecible. Además, una misma playa puede ser visitada por varias especies en diferentes meses del año, lo que facilita la venta de una variedad de excursiones a los turistas.

Gutic (1994), estimó que en Playa Grande (Costa Rica) el valor recreacional fue capitalizado en treinta y un millones de dólares americanos por el uso de las tortugas y el estuario cerca de la playa. Pero estimó un valor de US\$ 34.910 por cada tortuga laúd en la temporada de 1992-1993. En esta ocupación, se dio empleo a 288 residentes locales, aunque el 72% del ingreso se queda en la industria hotelera (en su mayoría, en poder de inversionistas no-residentes).

En 1991 y 1992, arribaron entre 14,000 y 20,000 visitantes por año al pequeño pueblo de Tortuguero (Costa Rica), justamente en los meses de anidación de la tortuga verde. Estos turistas proporcionaron al pueblo, ingreso por el orden de unos cuatro millones de dólares anuales. Otro indicador del valor económico no-consuntivo de las tortugas, alude a que en 1986, Tortuguero tenía 2 hoteles con 60 camas. Hoy día, tiene más de 300 camas en 9 hoteles. La tendencia muestra claramente la bonanza financiera, incluyendo la inmigración y las oportunidades de desarrollo y empleo que una playa de anidación puede generar.

La valoración económica de los ingresos generados por las tortugas marinas en playa Grande y Tortuguero son buenos ejemplos del valor comercial de las tortugas marinas en el ramo ecoturístico. Adicionalmente, algunas comunidades también atribuyen un valor carismático a este grupo de animales. Este valor también debe ser cuantificado.

Es imperativo que los gobiernos incluyan los ingresos reales generados por las tortugas marinas y su microeconomía asociada. Sólo de ésta manera, podremos entender el papel económico que representan estas criaturas ancestrales no sólo para el ingreso familiar sino también en otros segmentos y escalas del mercado. Aún cuando ellas -las tortugas- no cobran regalías por derecho de imagen, otras actividades económicas donde se les involucra son:

- En películas promocionales y educativas.
- Prendas de vestir
- Postales, almanaques, agendas y otros materiales impresos.
- Logotipos empresariales, gubernamentales y otros similares.

Como ustedes podrán haber apreciado a través de esta descripción un tanto apresurada y generalizada, abarcando desde épocas anteriores a la llegada de europeos a América hasta el presente; de las aletas a los huevos y desplazándose a lo largo y ancho del Caribe, las tortugas marinas han marcado un hito en la historia social y económica de esta región Caribeña, pero ¿esta historia podrá continuar?

Para información adicional sobre este tema, el lector puede referirse remite al lector a Chacón *et al.* (2000) y Rebel (1974).

Literatura Citada

- Berry, F. 1987. Aerial and ground surveys of *Dermodochelys coriacea* nesting in Caribbean Costa Rica, p.305-310. En: L. Ogren (Editor-en-Jefe), Proceedings of the Second Western Atlantic Turtle Symposium. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFC-226. U.S. Dept. Commerce. Miami.
- Carr, A. 1971. Research and conservation problems in Costa Rica, p.29-33. En: Marine Turtles: Proceedings of the 2nd Working Meeting of Marine Turtle Specialists, 8-10 March 1971, Morges, Switzerland. IUCN, Morges.
- Chacón C., D., N. Valerín, M. Cajiao, H. Gamboa y G. Marín. 2000. Manual de Mejores Prácticas de Conservación de las tortugas marinas en Centroamérica. PROARCA-Costas, PROARCA-CAPAS, USAID- G/CAP, CCAD. San José, Costa Rica. 130 pp.
- Gutic, J. 1994. Ecoturismo basado en tortugas marinas brinda beneficios económicos para la comunidad. Noticiero de Tortugas Marinas 64:10-11.
- Lagueux, C. 1998. Demography of marine turtles harvested by Miskitu indians of Atlantic, Nicaragua, p.26-27. En: R. Byles and Y. Fernández (eds.), Proceedings of the 16th Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-412. U. S. Dept. Commerce, Miami.
- Milliken, T. y H. Tokunaga. 1987. The Japanese Sea Turtle Trade: 1970-1986. A Special Report Prepared by TRAF-FIC-Japan for the Center for Environmental Education, Washington, D.C. 171 pp.
- Mosseri, C. 1998. Explotación de Tortugas Marinas durante la Edad de Bronce en Omán. Noticiero de Tortugas Marinas 81:7-9.
- Nietchmann, B. 1982. The cultural context of sea turtle subsistence hunting in the Caribbean and problems caused by commercial exploitation, p.439-445. En: K. A. Bjorndal (ed.), Biology and Conservation of Sea Turtles. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- Palmer, P. 1986. "Wa happen man": la historia de la costa talamanqueña de Costa Rica, según sus protagonistas. San José. Instituto del libro. 402 pp.
- Rebel, T. P. 1974 (rev. ed.). Sea Turtles and the Turtle Industry of the West Indies, Florida, and the Gulf of Mexico. University of Miami Press, Miami. 250 pp.
- Redford, K. y J. Robinson. 1991. Subsistence and Commercial Uses of Wildlife in Latin America, p.6-24. En: Neotropical Wildlife Use and Conservation. Univ. Chicago Press, Chicago.
- Reichert, H.A. 1993. Synopsis of Biological Data on the Olive Ridley Sea Turtle, *Lepidochelys olivacea* (Eschschlotz, 1829) in the Western Atlantic. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-336. U.S. Dept. of Commerce. 78 pp.