



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

**MIGRACIÓN DE LA TORTUGA VERDE (*Chelonia mydas*),
LA TORTUGA CAGUAMA (*Caretta caretta*)
Y LA TORTUGA CAREY (*Eretmochelys imbricata*),
EN LA PLATAFORMA CUBANA Y AGUAS ADYACENTES**

TESIS

Que para obtener el grado de

Doctor en Ciencias

Uso, manejo y preservación de los recursos naturales
(Orientación en Biología Marina)

Presenta

Félix Guillermo Moncada Gavilán

La Paz, B.C.S., Diciembre del 2005

ACTA DE LIBERACION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 11 horas del día 30 del Mes de Noviembre del 2005, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

“Migración de la tortuga verde (*Chelonia mydas*), la tortuga caguama (*Caretta caretta*) y la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), en la plataforma cubana y aguas adyacentes”

Presentada por el alumno:


Félix Guillermo Moncada Gavilán

Aspirante al Grado de DOCTOR EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACION EN **Biología Marina**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA


Dr. Arturo Muhlia Melo
DIRECTOR DE TESIS


Dra. Susan Gardner
CO-TUTOR


Dr. Oscar Holguín Quiñónez
REVISOR


Dr. Salvador Luján Cota
REVISOR


Dr. Agustín Hernández Herrera
REVISOR


DRA. THELMA ROSA CASTELLANOS CERVANTES,
DIRECTORA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CONFORMACIÓN DE COMITÉS

COMITÉ TUTORIAL

Dr. Arturo Muhlia Melo	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
Dra. Susan Gardner	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
Dr. Felipe Galván Magaña	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
Dr. René Márquez Millán	Convención Interamericana de Tortugas Marinas
Dr. Julio Baisre Álvarez	Ministerio de la Industria Pesquera, Cuba

COMITÉ REVISOR DE TESIS

Dr. Arturo Muhlia Melo	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
Dra. Susan Gardner	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
Dr. Salvador Lluch Cota	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
Dr. Oscar Holguín Quiñonez	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
Dr. Agustín Hernández Herrera	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

JURADO DE EXAMEN DE GRADO

Dr. Arturo Muhlia Melo	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
Dra. Susan Gardner	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
Dr. Salvador Lluch Cota	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
Dr. Oscar Holguín Quiñonez	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
Dr. Agustín Hernández Herrera	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
Dr. Felipe Galván Magaña* *(Suplente)	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

DEDICATORIA

A mi mamá

A mi tía

A mi hijo

A mis hermanos

A mis sobrinos

A mis sobrinas-nietas (mis negriticas)

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) por las facilidades brindadas durante mis estancias y por el buen trato recibido por todo el personal.

Al Dr. Arturo Muhlia Melo, Director de la Tesis, por su apoyo, comprensión y ayuda durante todo el tiempo que estuvo asesorándome.

A los demás miembros de mi comité Tutorial, especialmente a la Dra. Susan Gardner, por su ayuda en la selección de las revistas para la publicación de los artículos; al Dr. René Márquez, por haberme asesorado durante años en nuestro proyecto de tortugas marinas en Cuba; y al Dr. Julio Baisre por haberme otorgado hace 22 años en el CIP, la responsabilidad de la investigación sobre estas especies.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por otorgarme la beca (No. de expediente: 182857) que hizo posible cubrir mis gastos y estancias en México.

A la Dra. Adela Prieto, por haber sido la persona que gestionó la posibilidad de hacer este doctorado en el CIBNOR.

Al Dr. Alberto Abreu del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM, Mazatlán y a la Dra. Georgina Espinosa de la Facultad de Biología, Universidad de la Habana; que sin ser tutores directamente de la tesis, me asesoraron y guiaron como tales durante todo el tiempo.

Al Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba que me ha permitido formarme como doctor.

A los biólogos y técnicos que han participado durante años en el Programa Nacional de Marcación de Tortugas Marinas en Cuba, con los cuales he trabajado en las actividades de marcado-recaptura, y/o recopilación y procesamiento de la información: Gonzalo Nodarse, Elsa Morales, Erich Escobar, Ana M. Rodríguez, Carlos Rodríguez, Alexis Meneses, Aurora Álvarez, Celeste Scantlebury y Blanca Anderes. A todos los que son y han sido miembros de nuestros proyectos de tortugas marinas en el MIP, que con su trabajo durante años contribuyeron a concretar los conocimientos adquiridos en esta tesis, incluyendo a los que ya no se encuentran físicamente (Elvira Carrillo y Roberto Cardona). A los pescadores que han colaborado con el proyecto y me transmitieron su valiosa experiencia sobre las tortugas marinas.

A todos los investigadores y especialistas de diferentes países que amablemente me hicieron llegar información sobre las tortugas recapturadas en Cuba y en otras regiones, especialmente a Karen Bjorndal, Cynthia Lagueux, Anne Meylan, Jose Ottenwalder, Peter Eliazar, Alan Bolten, Allen M. Foley, Julio Cesar Zurita, Vicente Guzmán, Alejandro Arenas, Mauricio Garduño (Q.E.P.D.), James Wood, Catherine Bell, Carlos Diez, Vicente Vera, Sebastián Troeng, Llewellyn Ehrhart, Barbara Schroeder, Dean Bagley, Juan A. Camiñas, Claudia Ceballos y Julia Horrocks; así como a Raquel Briseño y Jeff Seminoff por la ayuda brindada en

la elaboración del protocolo de tesis y en la revisión de los trabajos sometidos respectivamente, así como a Yolanda León por su contribución.

A Grahame Webb y Charlie Manolis, por sus valiosos consejos y sugerencias como actuales asesores del proyecto de tortugas marinas en Cuba; así como a Corey A. Bradshaw por su colaboración en los análisis del rastreo por satélite.

A la Japan Bekko Association, por el financiamiento brindado durante años al proyecto de tortugas marinas del CIP.

A valiosos compañeros del CIP, CIBNOR y de otras instituciones que me brindaron su apoyo y colaboración como Enrique Valdés, Regla Dutir, Roberto Piñeiro, Norberto Capetillo, Irma Alfonso, Mercedes Cano, Manuel Traviñas, Ira Fogel, Alejandro Ramos, Héctor Castelán y Cristian Vázquez.

A la Unidad Académica Mazatlán, que generosamente me permitió el uso de sus instalaciones y servicio de su biblioteca. En particular por su atento apoyo a Clara Ramírez, Germán Ramírez y María de los Ángeles Herrera Vega.

A mis compañeros y amigos que de una forma u otra me han alentado y ayudado en la realización de este logro.

ÍNDICE GENERAL

Índice General	VII
Abreviaturas	IX
Relación de tablas y apéndices	XI
Relación de figuras	XII
Relación de anexos	XIV
Resumen	XV
Abstract	XVII
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	
1.1 Introducción	1
1.2 Justificación	5
1.3 Hipótesis	6
1.4 Objetivos generales	6
1.5 Objetivos específicos	6
1.6 Antecedentes	7
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA	
2.1 Sitio de Estudio	12
2.2 Marcación	13
2.3 Migración/Movimientos	16
2.4 Rastreo por Satélite	18
CAPÍTULO 3: RESULTADOS	
3.1 Total de tortugas marcadas y recapturadas (en Cuba y procedentes de otras áreas)	21
3.2 Tortuga Verde	22
3.2.1 Composición por talla de las tortugas verdes marcadas en Cuba	22
3.2.2 Recapturas de las tortugas verdes marcadas en Cuba	23
3.2.3 Tiempo de liberación y distancia aproximada recorrida	24
3.2.4 Distancia recorrida por día	26
3.2.5 Movimiento	26
3.2.6 Recapturas de las tortugas verdes procedentes de otros programas	28
3.3 Tortuga Caguama	32
3.3.1 Composición por talla de las tortugas caguamas marcadas en Cuba	32
3.3.2 Recapturas de las tortugas caguamas marcadas en Cuba	34
3.3.3 Tiempo de liberación y distancia aproximada recorrida	34
3.3.4 Distancia recorrida por día	35
3.3.5 Movimiento	35
3.3.6 Recapturas de las tortugas caguamas procedentes de otros programas	37
3.4 Tortuga Carey	40
3.4.1 Composición por talla de las tortugas careyes marcadas en Cuba	40
3.4.2 Recapturas de las tortugas careyes marcadas en Cuba	42

3.4.3 Tiempo transcurrido y distancia aproximada recorrida	43
3.4.4 Distancia recorrida por día	45
3.4.5 Movimiento	45
3.4.6 Recapturas de las tortugas careyes procedentes de otros programas	47
3.4.7 Rastreo de las tortugas careyes por satélite	49
3.4.7.1 Tiempo de liberación y distancia total y mínima recorrida	49

CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN

4.1 Tortuga verde	56
4.1.1 Composición por talla de las tortugas verde marcadas y recapturadas	56
4.1.2 Movimiento, distancia y velocidad	56
4.1.3 Recapturas de las tortugas verdes marcadas fuera de Cuba	59
4.2 Tortuga Caguama	63
4.2.1 Composición por talla de las tortugas caguamas marcadas y recapturadas	63
4.2.2 Movimiento, distancia y velocidad	64
4.2.3 Recapturas de las tortugas caguamas marcadas fuera de Cuba	66
4.3 Tortuga Carey	71
4.3.1 Composición por talla de las tortugas careyes marcadas en Cuba	71
4.3.2 Movimiento, distancia y velocidad	71
4.2.3 Recapturas de las tortugas careyes marcadas fuera de Cuba	78

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones	80
-------------------	----

CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFÍA

82

ANEXOS

ANEXO I	
ANEXO II	
ANEXO III	

ABREVIATURAS

A:	Adultas
cm:	Centímetros
d:	Días
D _{mín} :	Distancia mínima rastreada
D _{tot} :	Distancia total rastreada
E:	Este
HA:	Hembra anidadora
HNA:	Hembra no anidadora
JC:	Juveniles de cautiverio
JS:	Juveniles silvestres
km	Kilómetros
Km d ⁻¹ :	Kilómetros por día
LCC:	Largo curvo del carapacho
LRC:	Largo recto del carapacho
M:	Macho
N:	Noroeste
NE:	Noreste
NO:	Noroeste
O:	Oeste
SD:	Desviación estándar

SE: Sureste
SO: Suroeste
 \bar{X} : Media
 X^2 : Chi cuadrado
 \bar{V} : Velocidad promedio de careyes rastreados

RELACIÓN DE TABLAS Y APÉNDICE

Tabla I. Número total por especie de las tortugas marcadas y de las tortugas recapturadas dentro y fuera de Cuba.

Tabla II. Estadística descriptiva del largo (cm), tiempo de liberación, distancia mínima recorrida (km), velocidad estimada (km d^{-1}), de las tortugas verde recapturadas dentro y fuera de la plataforma cubana.

Tabla III. Distribución de las recapturas de las tortugas verdes en cada zona de la plataforma cubana por sitio de origen de la marcación y fase de vida. A = hembras adultas anidadoras; J = juveniles; C = cautiverio; S = silvestre; D = desconocida zona de recaptura; NA = no analizada debido a el tamaño de muestra. Orígenes con distribución geográfica de las recapturas en Cuba equivalentes estadísticamente (homogeneidad) ($P > 0.05$) son señalados con un supraíndice con la misma letra.

Tabla IV. Estadística descriptiva del largo (cm), tiempo de liberación, distancia mínima recorrida (km), velocidad estimada (km d^{-1}), de las tortugas caguamas recapturadas dentro y fuera de la plataforma cubana.

Tabla V. Distribución de las recapturas de las tortugas caguamas en cada zona de la plataforma cubana por sitio de origen de la marcación y fase de vida. A = hembras adultas anidadoras y subadultos; J = juveniles; C = cautiverio; S = silvestre; D = zona de recaptura desconocida.

Tabla VI. Estadística descriptiva del largo (cm), tiempo de liberación, distancia mínima recorrida (km), velocidad estimada (km d^{-1}), de las tortugas careyes recapturadas dentro y fuera de la plataforma cubana.

Tabla VII. Distribución de las recapturas de las tortugas careyes en cada zona de la plataforma cubana por sitio de origen de la marcación y fase de vida. A = hembras adultas anidadoras y subadultos; J = juveniles; C = cautiverio; S = silvestre; D = zona de recaptura desconocida.

Tabla VIII. Resumen de los movimientos de las 19 tortugas careyes rastreadas en aguas cubanas. Los datos incluyen longitud curva del carapacho (CCL), estado (HA = hembra anidadora, HNA = hembra no anidadora, M = macho), distancia total rastreada (D_{tot}), distancia mínima (D_{min}), número de días de rastreo y velocidad promedio (\bar{V}).

Apéndice I. Comparación de la proporción de las tortugas verde marcadas a través de los diferentes programas de marcación en la región, que fueron recapturadas en los hábitats cubanos. Se incluyen solamente los datos poblacionales de fuentes con información disponible del número total de marcas aplicadas. JS = juveniles de crianza en medio silvestre; JC = juveniles de crianza en cautiverio; A = adultos.

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de las tortugas marinas (Tomado de Lanyon et al., 1989).

Figura 2. Tortugas marinas del Mar Caribe.

Figura 3. Diferentes técnicas de marcación para el estudio de los movimientos de las tortugas marinas (Tomado de Márquez, 1996).

Figura 4. Sitios de marcación en la plataforma cubana: Nuevitas, Las Tunas, Cayos de las Doce Leguas y sur de la Isla de la Juventud.

Figura 5. Marcación de una tortuga carey en la aleta delantera.

Figura 6. Póster de divulgación del Programa de Marcación de Tortugas Marinas, del Centro de Investigaciones Pesqueras, Cuba.

Figura 7. Medición de la longitud curva del carapacho (LCC).

Figura 8. Carey con transmisor para rastreo por satélite.

Figura 9. Composiciones por talla de las tortugas verde marcadas y liberadas y liberadas en Cuba.

Figura 10. Sitios de recapturas de las tortugas verdes marcadas en Cuba y recapturadas en aguas de la plataforma cubana. El número dentro del círculo representa la cantidad de tortugas recapturadas en ese sitio.

Figura 11. Sitios de recapturas de las tortugas verdes marcadas en Cuba y recapturadas fuera de la plataforma cubana.

Figura 12. Proporción por sitio de procedencia de las tortugas verdes recapturadas en las aguas cubanas.

Figura 13. Composición por talla de las tortugas verdes recapturadas en Cuba procedentes de otras áreas.

Figura 14. Composiciones por talla de las tortugas caguamas marcadas y liberadas en Cuba.

Figura 15. Sitios de recapturas de las tortugas caguamas marcadas en Cuba y recapturadas en aguas de la plataforma cubana.

Figura 16. Sitios de recapturas de las tortugas caguama marcadas en Cuba y recapturadas fuera de la plataforma cubana. El número dentro del círculo representa la cantidad de tortugas recapturadas en ese sitio.

Figura 17. Proporción por sitio de procedencia de las tortugas caguamas recapturadas en las aguas cubanas.

Figura 18. Composición por talla de las tortugas caguamas recapturadas en Cuba procedentes de otras áreas.

Figura 19. Composición por talla de las tortugas careyes marcadas y liberadas en Cuba.

Figura 20. Sitios de recapturas de las tortugas careyes marcadas en Cuba y recapturadas en aguas de la plataforma cubana.

Figura 21. Sitios de recapturas de las tortugas careyes marcadas en Cuba y recapturadas fuera de la plataforma cubana. El número dentro del círculo representa la cantidad de tortugas recapturadas en ese sitio.

Figura 22. Proporción por sitio de procedencia de las tortugas careyes recapturadas en las aguas cubanas.

Figura 23. Movimientos y rutas migratorias de las tortugas careyes (8 hembras anidadoras, A – H) rastreadas desde las playas de los Cayos de las Doce Leguas (Archipiélago de los Jardines de la Reina), región suroriental de Cuba.

Figura 24. Movimientos y rutas migratorias de las tortugas careyes no anidadoras (1 macho y 5 hembras, I – N) rastreadas desde Cocodrilo, sur de la Isla de la Juventud, región suroccidental de Cuba.

Figura 25. Movimientos y rutas migratorias de las tortugas careyes (5 no anidadoras, P – Q) rastreadas desde Punta de Ganado (Nuevitas), región nororiental de Cuba.

Figura 26. Rutas migratorias seguidas por las 19 tortugas careyes rastreadas desde las aguas cubanas hasta diferentes regiones del Mar Caribe.

Figura 27. Áreas de arrecifes coralinos más usadas por las tortugas careyes en la región del Mar Caribe.

Figura 28. Mapa de Cuba con las corrientes marinas en meses de verano.

Figura 29. Rutas de transporte oceánico para las tortugas caguamas juveniles. Fuente: Musick y Limpus (1997; adaptado de Carr, 1987).

RELACIÓN DE ANEXOS

Anexo I

Movement patterns of green turtle (*Chelonia mydas*) in Cuba and adjacent Caribbean waters inferred from flipper tag recaptures (**Aceptado: Journal of Herpetology**).

Félix Moncada, F. Alberto Abreu-Grobois, Catherine Bell, Sebastian Tröeng, Karen A. Bjorndal, Alan Bolten, Anne B. Meylan, Julio Zurita, Georgina Espinosa, Gonzalo Nodarse, René Márquez-Millán, Allen Foley, Llewellyn Erhart, and Arturo Muhlia-Melo

Anexo II

Movement patterns of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in Cuba inferred from tag recaptures Félix Moncada, F. Alberto Abreu-Grobois, Arturo Muhlia-Melo, Llewellyn Erhart, Dean Bagley, Julio Zurita, Karen A. Bjorndal, Alan Bolten, Juan A. Camiñas, Georgina Espinosa y Gonzalo Nodarse (**Sometido. Marine Biology**).

Anexo III

The Spanish Marine Turtle Tagging Program: International implications for the loggerhead stocks conservation. (**Mediterranean Conference on Sea Turtles. Kemer, Turkey. May. 2005**). Juan A. Camiñas, Félix Moncada

RESUMEN

Las tortugas marinas son especies altamente migratorias, que recorren cientos y hasta miles de kilómetros para trasladarse desde sus sitios de alimentación hasta los de reproducción y anidación. Las poblaciones que desovan en un país en la mayoría de los casos se alimentan en aguas territoriales de otros países, por lo que constituyen un recurso común. Este trabajo tiene como objetivo caracterizar la migración de la tortuga verde (*Chelonia mydas*), la tortuga caguama (*Caretta caretta*) y la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*, en la plataforma insular cubana y aguas adyacentes; en las cuales habitan regularmente. El estudio se basó en los datos obtenidos a partir del Programa de Marcación, realizado por el Centro de Investigaciones Pesquera entre 1989 y 2003 y de la recopilación de marcas extranjeras recapturadas en Cuba entre 1959 y 2003. También incluyó el análisis de 19 careyes rastreados por satélite. La marcación se realizó en cuatro áreas de pesca de la plataforma cubana, en las playas de anidación de los Cayos de las Doce Leguas y del Sur de la Isla de la Juventud, así como en animales criados en cautiverio. Se marcaron 742 tortugas verdes, 210 caguamas y 1029 careyes, para un total de 1981 ejemplares y se recapturaron 41 tortugas verde, 15 caguamas y 95 careyes. La mayoría de las tortugas verde (76.9%) se recapturaron en aguas de Nicaragua. Las tortugas verde marcadas en otras regiones recapturadas en Cuba, incluyeron individuos juveniles criados en cautiverio de Gran Caimán (45%), México (2.3%), y Florida, USA (1.8%); juveniles silvestres de Bahamas (14.1%), Bermuda (5.4%), y Florida, USA (1.5%); y adultas de Tortuguero, Costa Rica (26%), Florida, USA (1.3%), México (1%), Venezuela (1.3%), e Islas Vírgenes (0.3%). Tortugas verdes marcadas en sitios al norte de la plataforma cubana (Bermuda y Bahamas) se localizaron principalmente en la región NE de Cuba, mientras que tortugas verde marcadas en la costa sur (Gran Caimán) se concentraron fundamentalmente en sitios al sur de Cuba. Las recapturas procedentes de Bahamas, Gran Caimán, y Bermuda mostraron los porcentajes más altos en los hábitats cubanos con 3.2, 1.9, y 1.0 % del total de marcas aplicadas en cada sitio de origen respectivamente. La mayoría de las tortugas caguamas se recapturaron en aguas cubanas (93.3%) y una en aguas costeras de Nicaragua. Caguamas marcadas en otras regiones y recapturadas en Cuba, incluyeron fundamentalmente hembras anidadoras de la Florida (84.0 %) y México (10.0 %); juveniles silvestres de España (Islas Canarias y Mar Mediterráneo) (2.0%) y un juvenil de cautiverio procedente de Bahamas (2.0%). La mayoría de las tortugas carey (95%) se recapturaron dentro de las aguas de la plataforma cubana, principalmente en los Cayos de las Doce Leguas, donde careyes juveniles como adultos mostraron un alto grado de permanencia en el sitio de la marcación. Solo dos careyes se encontraron en aguas de Nicaragua y uno en aguas costeras colombianas. Las recapturas de las marcas y el rastreo por satélite para el carey, indicaron que esta especie efectúa movimientos largos (dentro y fuera de la plataforma cubana), y también se mantiene en la región de los Cayos de las Doce Leguas durante un tiempo considerable. Los sitios de procedencia de careyes marcados en otras regiones fueron: México, Islas Vírgenes, Bahamas, Barbados, y Puerto Rico; observándose que las proporciones más elevadas correspondieron a México (36.4%) y Bahamas (27.2%). Los resultados indicaron que la tortuga verde, la caguama y el carey nadan hacia las direcciones este y oeste (a favor y contra de la corriente) en las costas norte y sur de Cuba, prevaleciendo en la costa norte un movimiento hacia el este para las tortuga verde y la tortuga carey, y un movimiento hacia el oeste para la tortuga caguama; y

que la costa norte constituye un ruta migratoria para tortugas de las tres especies en rutas hacia hábitat destinos en la costa sur de Cuba. En general, los resultados demuestran que la plataforma cubana constituye un importante área de forrajeo y a la vez un corredor migratorio dentro de la región del Mar Caribe para la tortuga verde, la caguama y la tortuga carey.

Palabras clave: *Chelonia mydas*, tortuga verde, *Caretta caretta*, tortuga caguama, *Eretmochelys imbricata*, tortuga carey, migración, movimientos, marcado-recaptura, satélite, Cuba.

ABSTRACT

Marine turtles migrate hundreds to thousands of kilometers between reproductive and feeding areas. Populations that lay eggs in one country generally feed in waters of other countries, thereby making them a common resource. This paper characterizes migration of green turtle (*Chelonia mydas*), loggerhead turtle (*Caretta caretta*), and hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricate*) on the Cuban shelf and adjacent waters, where they are common. To study the movement patterns of these species in Cuban waters, tag-recapture data from the Cuban National Tagging Program (CNTP) (1989–2002) and others international programs (1959–2003) were compiled. Also included was data of 19 hawksbill turtles tracked by satellite. Tagging took place within four fishing areas of the Cuban shelf, nesting beaches of Cayos de las Doce Leguas, and Isla de la Juventud, as well as sea turtles from a headstart project. Of 742 green, 210 loggerhead, and 1029 hawksbill tagged turtles, 41 green, 15 loggerhead, and 95 hawksbill turtles were recaptured. Most of the green turtles (76.9%) were recaptured off the coast of Nicaragua. Green turtles tagged elsewhere and recaptured in Cuba included headstarted juveniles from Grand Cayman (45%), Mexico (2.3%), and Florida (1.8%); wild juveniles from the Bahamas (14.1%), Bermuda (5.4%), and Florida (1.5%); and adults from Tortuguero (26%), Florida (1.3%), Mexico (1%), Venezuela (1.3%), and U.S. Virgin Islands (0.3%). Recaptures of tagged turtles at sites north of Cuba (Bermuda and the Bahamas) clustered in the northeast of Cuba, while those from the south (Grand Cayman) were recaptured in southern areas of Cuba. Green turtles from the Bahamas, Grand Cayman, and Bermuda showed the highest recapture rates in Cuban habitats, 3.2, 1.9, and 1.0% of the total tags, respectively. Most of the tagged loggerhead turtles were recaptured in Cuban waters (93.3%). Loggerhead turtles tagged elsewhere and recaptured in Cuba included nesting females from Florida (84.0% of foreign-origin recaptures) and Mexico (10.0%), wild juveniles from the Canary Islands (2.0%) and the Spanish Mediterranean coast (2.0%), and one headstarted individual from the Bahamas (2.0%). Hawksbill turtles were mostly recaptured within waters of the Cuban continental shelf in the Cayos de las Doce Leguas, where as many juveniles as adults showed a high degree of fidelity to the location of tagging. Only two hawksbill turtles were found on the Nicaraguan coast and one on the Colombian coast. Results of tag-recapture and tracking by satellite indicated that on the Cuban shelf, hawksbill turtles move short and long distances, and also remain in the region of the Cayos de las Doce Leguas for a considerable time. Origins of hawksbill turtles tagged in other regions were: Mexico, Virgin Islands, Bahamas, Barbados, and Puerto Rico. The results indicated that green, loggerhead, and hawksbill turtles swim eastward and westward, with or against currents along the northern and southern coasts of Cuba. For green and hawksbill turtles, the prevailing movement along the north coast is towards the east and for loggerhead turtles, movement is towards the west. There is evidence that the northern coast of Cuba is a migratory route for turtles to destination habitats along the southern coast of Cuba. The Cuban shelf constitutes an important foraging area and migratory corridor within the Caribbean Sea region populated by these turtles.

Key words: *Chelonia mydas*, green turtle, *Caretta caretta*, loggerhead turtle, *Eretmochelys imbricata*, hawksbill turtle, migration, tag-recapture, satellite-tracking, Cuba.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Las tortugas marinas son reptiles que iniciaron su evolución en el período Triásico de la era Mesozoica hace más de 180 millones de años, sobreviviendo a través de periodos estables y de tiempos de cambios extremos. Proveedoras de sustento alimentario, económico y espiritual de diversos grupos sociales, forman parte de las raíz cultural de muchas regiones costeras del mundo (Frazier, 1999). Hasta el siglo XIX fueron muy numerosas en sus áreas de distribución de los mares tropicales y subtropicales, y el tamaño de algunas de sus poblaciones era de millones de individuos. Sin embargo, en las últimas décadas factores como la sobrepesca comercial, la captura incidental, el comercio ilícito, la destrucción de los hábitats de alimentación y anidación, y la contaminación de los mares han diezclado considerablemente sus poblaciones a nivel mundial.

Debido a esta situación, todas las especies de tortugas marinas están consideradas en la actualidad como especies en peligro de extinción en el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (Groombridge, 1982), y también se encuentran registradas en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre (CITES, 1985); por lo que existe necesidad de desarrollar programas de investigación, manejo y conservación de estas especies, en los países en cuyas aguas habitan.

Las tortugas marinas se distribuyen en todo el trópico y océanos de aguas de temperaturas cálidas. Habitan en aguas poco profundas a lo largo de las costas y alrededor de las islas y pueden ser encontradas en mar abierto debido a sus migraciones.

Existen en el mundo siete especies de tortugas marinas, incluidas en seis géneros y dos familias. Una familia, Cheloniidae incluye a seis de las siete especies: *Caretta caretta* (tortuga caguama, cabezona o amarilla), *Chelonia myda*, (tortuga verde o blanca), (*Eretmochelys imbricata*) (tortuga carey), *Lepidochelys kempii* (tortuga lora), *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfinia) y *Natator depressa* (tortuga kikila). Algunas clasificaciones reconocen una especie adicional, *Chelonia agassizii* (tortuga prieta), pero no es aceptada universalmente (Karl y Bowen, 1999). La otra familia, Dermochelidae, incluye solo a la especie *Dermochelys coriacea* (tortuga laúd, tinglado o tora).

La posición sistemática de las tortugas marinas es la siguiente:

Phylum Chordata

Sub Phylum Vertebrata

Super Clase Tetrapoda

Clase Reptilia

Sub Clase Anapsida

Orden Criptodira

Super Familia Chelonidea

Familias Chelonidae y Dermochelidae

Las tortugas marinas tienen un ciclo de vida altamente complejo (Fig. 1). Aunque es similar en todas las especies, presenta en cada una diferentes épocas de madurez sexual, apareamiento, desove y hábitos alimentarios. La alimentación y el apareamiento se llevan a cabo en el mar, el desove se realiza en la playa y la cópula ocurre cerca de las playas en donde desovan. Los ciclos de anidación son multianuales y las hembras arriban a la playa varias veces para depositar sus huevos. Las nidadas permanecen en incubación de 50 a 60 días y al emerger las crías migran hacia el mar, incorporándose a comunidades pelágicas a la deriva, durante períodos que varían según la especie. Mientras alcanzan la madurez sexual entran y salen de una amplia variedad de hábitats oceánicos y costeros. Los adultos tienen hábitos migratorios muy definidos, recorriendo cientos y hasta miles de kilómetros para trasladarse desde sus sitios de alimentación hasta los de reproducción y anidación.

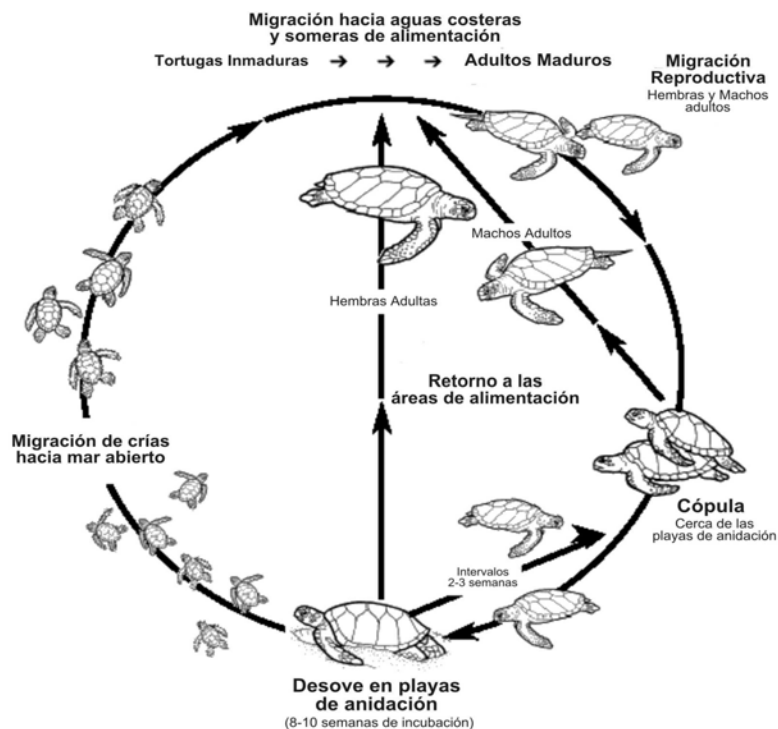


Figura 1. Ciclo de vida de las tortugas marinas (Tomado de Lanyon et al., 1989).

Esta característica migratoria hace que la conservación sea una responsabilidad conjunta entre los países en cuyas aguas habitan, ya que las poblaciones que desovan en un país en la mayoría de los casos se alimentan en aguas territoriales de otros países por lo que constituyen un recurso común.

En el Mar Caribe, una de las regiones más importantes de distribución de las tortugas en el Atlántico Occidental, existen seis de las ocho especies (Fig. 2).

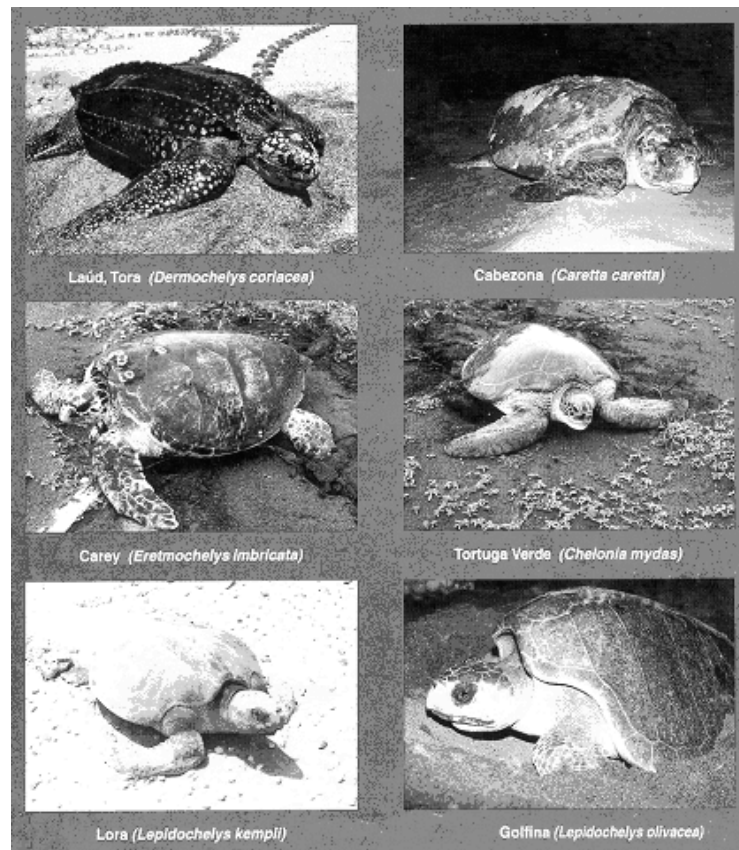


Figura 2. Tortugas marinas del Mar Caribe

De esas especies, cinco se encuentran en la plataforma cubana, en donde existen praderas de fanerógamas marinas, áreas de arrecifes coralinos y playas arenosas; adecuadas para su alimentación y/o reproducción. Algunas anidan y se alimentan regularmente, como la tortuga verde (*C. mydas*), la caguama (*C. caretta*) y el carey (*E. imbricata*), que son las tres mas frecuentes y abundantes; mientras que otras como el tinglado (*D. coriacea*) y la tortuga golfina (*L. olivacea*) se encuentran solo en raras ocasiones (Carrillo y Moncada, 1998; Moncada et al., 2000).

1.2 Justificación

Teniendo en cuenta que la plataforma cubana presenta características óptimas como hábitat de diferentes especies de tortugas marinas tales como: praderas de fanerógamas marinas, barreras de arrecifes coralinos, playas adecuadas para la anidación, zonas ricas en invertebrados bentónicos y temperaturas de las aguas superficiales superiores a los 23 °C, se hace necesario profundizar en el estudio de la migración y los movimientos de la tortuga verde, la tortuga caguama y la tortuga carey, las cuales habitan y anidan regularmente en la plataforma cubana; que al encontrarse en el centro del Mar Caribe permite la obtención de datos mas precisos sobre los movimientos y las rutas de estas especies en esta región.

1.3 Hipótesis

La plataforma cubana constituye una zona de paso migratorio y residencia temporal, en donde convergen diferentes poblaciones de tortuga verde (*C. mydas*), tortuga caguama (*C. caretta*) y tortuga carey (*E. imbricata*).

1.4 Objetivo General

Caracterizar la migración de la tortuga verde (*C. mydas*), la tortuga caguama (*C. caretta*) y la tortuga carey (*E. imbricata*) en la plataforma cubana.

1.5 Objetivos específicos

- Determinar las rutas migratorias de la tortuga verde, la caguama y el carey en la plataforma cubana.
- Estimar las distancias recorridas y las velocidades de desplazamiento para las tres especies en la plataforma cubana.
- Identificar las tallas de reclutamiento, la ubicación de los hábitats y la temporalidad de permanencia para las especies estudiadas.
- Analizar la relación entre la ubicación de los hábitats específicos con los hábitos migratorios de las especies

1.6 Antecedentes

Los estudios de las migraciones de las tortugas marinas han sido realizados fundamentalmente mediante la técnica de la marcación (Fig. 3).

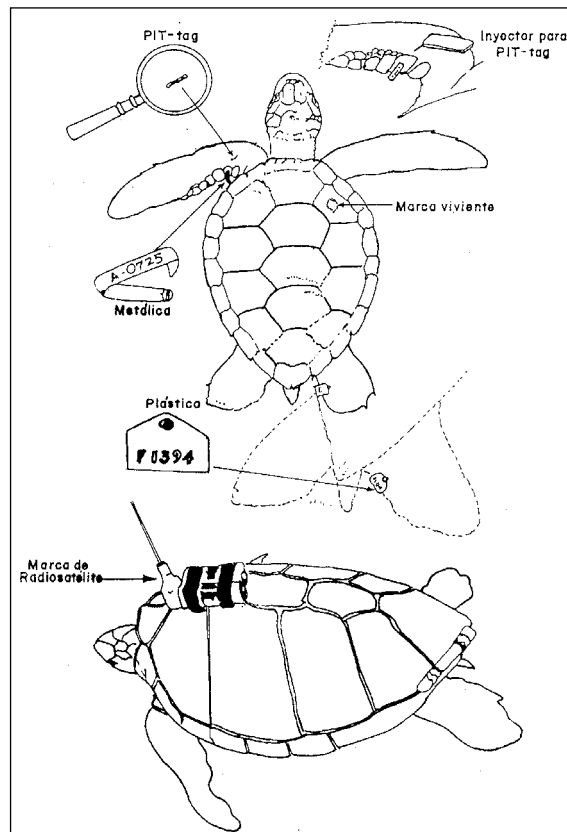


Figura 3. Diferentes técnicas de marcación para el estudio de los movimientos de las tortugas marinas (Tomado de Márquez, 1996)

Los primeros estudios publicados sobre las migraciones fueron realizados por Schmidt (1916) en las Islas Danesas Occidentales, que aunque ayudaron a entender algo sobre la ecología de las tortugas inmaduras, no aportaron nada sobre la migración (Carr et al., 1978). En la década de los cincuentas se realizaron estudios sobre la migración a partir de programas de marcación establecidos por Harrison (1956) y Carr y Giovannoli (1957), en

las Islas Tortugas de Sarawak y en Tortuguero, Costa Rica, respectivamente. La metodología de marcado utilizada por estos autores, no ha tenido cambios prácticamente desde 1956. Con un código y un número de identificación en un lado, y con una dirección de retorno en la otra, las marcas han ayudado a entender aspectos como movimientos, rutas migratorias, áreas de distribución, frecuencia reproductiva, y además han permitido obtener información sobre la anidación, el crecimiento y la longevidad.

En un inicio se utilizaron dos modelos diferentes de marcas de acero monel, sujetadas con alambre a la parte sobresaliente del carapacho (Carr et al., 1978); sin embargo, se desprendían durante el cortejo y la cópula, por lo que se sustituyeron estas marcas por una de tipo “oreja de res” aplicada en las aletas. Este tipo de marca, metálica o plástica (Fig.3), fue adoptado por la mayoría de los investigadores .

Posteriormente comenzaron a incrementarse estos estudios, pudiéndose citar los trabajos iniciales de Calweld y Carr, 1959, sobre las migraciones de la caguama (*C. caretta*) en aguas del Atlántico Occidental, Burnell-Herker (1974) acerca de los movimientos de la tortuga verde en aguas de Las Bermudas, Vargas (1973) que estudió los patrones migratorios de la tortuga prieta (*Chelonia agassizzi*) y de la caguama en el litoral del Pacífico mexicano, y los de la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) en el Golfo de México. También los estudios de Pritchard (1976) para el tinglado y otras especies de la familia Cheloniidae en aguas de Guyana, los de Carr et al., (1978) para la tortuga verde en Tortuguero, Costa Rica, y los de Bell y Richardson (1979) referente al movimiento migratorio de la caguama en Isla Cumberland.

Otros trabajos que brindaron información inicial sobre los movimientos fueron los de Nishimura (1964), para el tinglado (*Dermochelys coriacea*) en las aguas adyacentes a Japón, Manton et al., (1972) y Mrosovsky (1978), sobre los mecanismos de orientación en las migraciones, Meylan (1982a) que resumió los estudios de marcación realizados por varios autores para el Carey (*E. imbricata*) hasta esa fecha; Balazs, (1983) para la tortuga verde en Islas Hawaii y Mortimer y Carr (1987) para la misma especie en Isla Ascensión.

Por lo general, los autores citados anteriormente coincidieron en que todas las especies son migratorias, y que algunas lo son más que otras. Sin embargo, aunque aportaron información sobre los movimientos (travesías, rutas, velocidad, ciclos de retorno y remigración), los resultados en algunos casos fueron inconsistentes debido a la pérdida de las marcas y a la baja tasa de recuperación (Carr et al., 1978; Meylan, 1982a).

En las décadas de los 1980s y 1990s se ampliaron los estudios sobre las migraciones mediante el marcado en diferentes regiones como Galápagos, Este de Malasia, Australia y Japón (Green, 1984; de Silva, 1986; Limpus et al., 1992; Kamezaki et al., 1997). Además empezaron a realizarse estudios sobre retención de las marcas (Mac Donald et al., 1994; Gorham, et al., 1998). También se aplicaron nuevas técnicas y experiencias, tales como el auto-injerto o marca viviente desarrollada por Hendrikson y Hendrikson (1981), especialmente para tortugas recién nacidas; consistente en un trasplante recíproco de tejidos entre el carapacho y el plastrón; y la marca PIT (Passive Integrated Transponder) que se inserta en la musculatura de la tortuga (Mac Donald and Dutton, 1996; Godley et al., 1999; Fig. 3).

La migración comenzó también a estudiarse a través de la telemetría (Fig. 3), desde finales de la década de los 1970s. Algunos autores aplicaron este método mediante la utilización de transmisores de radio o sonar (submarinos; Mendoca, 1983). Otros han utilizado satélites para la tortuga verde en Hawai y Brasil (Balazs et al., 1994; Godley et al., 2003); para la caguama en Baja California (México), Australia y Mar Mediterráneo (Nichols et al., 2000; Limpus y Limpus, 2001; Bentivegna, 2002); para el carey en la Península de Yucatán (México), Islas Vírgenes, Barbados e Isla Mona (Byles and Swimmer, 1994; Hillis- Starr et al., 2000; Horrocks et al., 2001; Diez y van Dam, 2003). También se han utilizado satélites para la tortuga lora y la tortuga tinglado (Byles, 1989; Hughes et al., 1998).

El método del rastreo por satélite ha podido solucionar algunos de los problemas asociados con los otros métodos descritos anteriormente, pues ha aportado información continua sobre la posición de las tortugas marinas; y ha permitido profundizar sobre el comportamiento de los movimientos, sin embargo, por lo costoso que resulta, el marcado tradicional ha continuado predominando a pesar de sus limitaciones, por constituir una técnica mucho más barata y por los datos de importancia que aporta sobre los movimientos de las tortugas marinas en sus áreas de distribución. Teniendo esto en cuenta, lo más conveniente sería que los programas de marcado, pudieran complementarse en algún momento con el uso de transmisores (Benabib, 1992).

Debido a que las tortugas anidadoras son las más accesibles para la marcación, los patrones de migración entre las playas y las áreas de alimentación han sido siempre los más documentados tanto por medio de las marcas en las aletas (Carr et al., 1978, Mortimer y

Carr, 1987) como mediante el rastreo por satélite (Balazs, 1994; Horrocks et al., 2001), aunque también existe información sobre la migración de tortugas en otras fases de desarrollo (Mendonca, 1983; Bjorndal y Bolten, 1996; van Dam y Diez, 1998).

Otro método que ha contribuido a incrementar el conocimiento sobre las migraciones, es a partir del DNA mitocondrial, como una marca genética natural (Bowen, 1995). Importantes resultados a través de estos estudios han permitido identificar poblaciones procedentes de distintos lugares, como son los obtenidos para la tortuga verde (Lahanas et al., 1998; Bass and Witzell, 2000), para la caguama (Bowen et. al., 1995; Rankin- Baransky et al., 2001; Engstrom et al., 2002; Bowen et. al., 2004) y para la tortuga carey (Broderick et al., 1994; Bass et al., 1996; Bass, 1999).

El conocimiento de los movimientos de las tortugas marinas en la plataforma cubana era muy impreciso. En los años 60 se realizaron algunos trabajos esporádicos de marcación para la tortuga verde (Fernández, 1968), pero no tuvieron la magnitud ni la continuidad necesaria para obtener resultados satisfactorios. A finales de la década del 80, se inicia un Programa Nacional de Marcación para el estudio de las migraciones de las tortugas marinas en la plataforma cubana, (Moncada, 1993; Moncada et al., 1996); complementándose este Programa, principalmente para la tortuga carey mediante estudios genéticos (Díaz-Fernández et al., 1999; Espinosa et al., 1999), y con transmisión por vía satélite (Manolis et al., 2000).

2. METODOLOGÍA

2.1 Sitio de Estudio

Las especies estudiadas en este trabajo fueron la tortuga verde, la caguama y el carey. La información se obtuvo por el Programa Nacional de Marcación, llevado a cabo por el Centro de Investigaciones Pesquera (CIP, Ministerio de la Industria Pesquera, Cuba) entre 1989 - 2003, y de la recopilación de marcas extranjeras recapturadas en Cuba entre 1959 - 2003, enviadas al CIP o directamente a los programas internacionales que realizaron la marcación, por los pescadores que encontraron las marcas.

La marcación se realizó en cuatro áreas de pesca de la plataforma cubana (Fig. 4): Nuevitas (Punta de Ganado) y Las Tunas (Morrillo, Herradura, Cobarrubias, y Palancón) en la región nororiental, Cayos de las Doce Leguas (Archipiélago de los Jardines de la Reina) en la región suroriental y Cocodrilo (sur de la Isla de la Juventud) en la región suroccidental, en playas de anidación de los Cayos de las Doce Leguas y sur de la Isla de la Juventud (El Guanál), y también en criaderos experimentales de la Isla de la Juventud y Cayos de las Doce Leguas. Esto lo cual permitió obtener información sobre los movimientos de individuos de las tres especies estudiadas, tanto en las áreas de alimentación y crecimiento como en las áreas de reproducción.

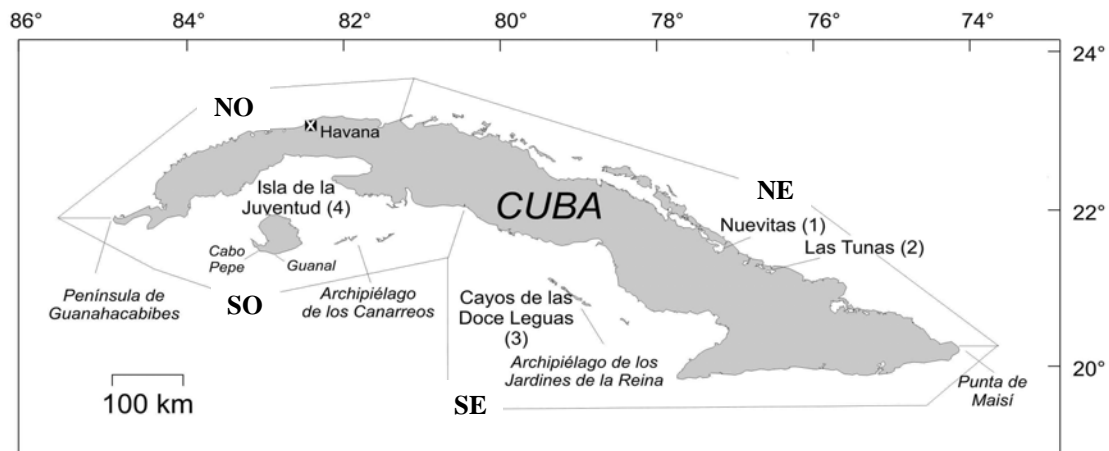


Figura 4. Sitios de marcación en la plataforma cubana: (1) Nuevitas, (2) Las Tunas, (3) Cayos de las Doce Leguas y (4) sur de la Isla de la Juventud.

2.2 Marcación

En las áreas pesqueras la marcación se realizó a bordo de embarcaciones comerciales, utilizando redes para la captura de los animales (Carrillo et al., 1998), y en las playas de anidación, durante o después del desove. Se realizó fundamentalmente en los meses de veda: mayo, junio y julio en la región nororiental y suroccidental, y septiembre, octubre y noviembre en la región suroriental. También se marcaron animales capturados a través del buceo y la captura incidental dentro y fuera de esas temporadas, en áreas de los cayos de las Doce Leguas y sur de la Isla de la Juventud respectivamente.

Los animales se marcaron en el borde posterior de la aleta entre o a través de las escamas grandes que bordean su parte central, utilizando pinzas especiales para su aplicación (Fig. 5).



Figura 5. Marcación de una tortuga carey en la aleta delantera.

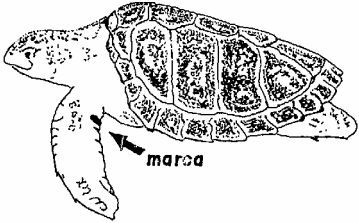
Se emplearon marcas de acero monel inoxidable de 75 mm de longitud, en tortugas verde, caguamas y careyes desde el comienzo de la marcación en 1989 y marcas de titanio de 35, 70 y 105 mm de longitud, a los careyes a partir de 1991, aplicándose estas de acuerdo al tamaño del ejemplar. Todas las marcas presentaron la siguiente inscripción: Premio, Devolver MIP, Barlovento, Sta. Fé y una serie (C y CU) con una numeración.

Debido a que la técnica de marcado requiere de la cooperación de los pescadores para la devolución de las marcas, antes de iniciarse las actividades del marcado se distribuyeron carteles (póster) a biólogos, pescadores e inspectores de pesca, en las diferentes empresas

pesqueras del país, con el propósito de dar a conocer el trabajo a desarrollar y las instrucciones sobre la devolución de las marcas (Fig. 6)

AVISO

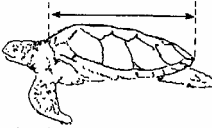
El Centro de Investigaciones Pesqueras está llevando a cabo un programa de marcación de tortugas marinas en distintas zonas de la plataforma cubana.



El éxito de éste trabajo depende de que Ud. compañero pescador, devuelva la marca al C.I.P. a través del Buro' de Captura de su empresa.

Al capturar una tortuga marcada se anotarán los siguientes datos:

- 1- Lugar y Fecha de captura.
- 2- Longitud del carapacho, según dibujo.
- 3- Peso total del ejemplar.
- 4- Sexo.
- 5- Nombre del pescador.
- 6- Nombre de la Empresa.



Enviar los datos a: Centro de Investigaciones Pesqueras.
Bariovento, Santa Fe, Playa.
Ciudad de la Habana, Cuba.
Telefono: 2-4278, 2-3565, 2-3614, 22-7470
Telex: 51-1437

Figura 6. Póster de divulgación del Programa de Marcación de Tortugas Marinas, del Centro de Investigaciones Pesquera, Cuba.

Los animales marcados fueron medidos desde el centro de la placa precentral hasta el margen posterior de las placas postcentrales (largos curvo y recto; Bolten, 1999; Fig. 7) y se determinó el sexo en los casos posibles, teniendo en cuenta la talla y el desarrollo de las características sexuales secundarias (largo de la cola y de las uñas de las aletas

delanteras). Se consideraron tortugas juveniles o inmaduras a las que no presentaban características sexuales secundarias y sus longitudes estaban por debajo de la talla inferior de las hembras anidadoras.



Figura 7. Medición de la longitud curva del carapacho (LCC).

2.3 Migración / Movimientos

Se calculó el tiempo de liberación (intervalo de días entre la fecha de marcación y la fecha de recaptura informada), y se estimó la distancia aproximada (km) en línea recta entre los sitios de marcado y recaptura, considerando que las tortugas siguieron rutas cercanas a la costa y utilizando un Software de Posicionamiento Global: Map Source Software V.3.02 (GPS; Garmin, 1999). También se estimó la velocidad, dividiendo la distancia entre el tiempo transcurrido entre las fechas de marcado y recaptura. No se estimaron las velocidades para los individuos recapturados en períodos de tiempo muy largos (mayores

de 1 año), porque se aumenta la posibilidad de que hayan permanecido por más tiempo en sitios intermedios o de haber realizado otros recorridos antes de llegar al lugar donde fueron recapturados.

Los resultados de los tiempos transcurridos, distancias recorridas y velocidades de desplazamientos, se expresaron como medias y desviaciones estándar de las medias y se compararon entre los individuos adultos y juveniles de cada especie. Para hacer la comparación se probó la normalidad de los datos antes de hacer la prueba t y cuando no fueron normales se utilizó Mann-Whitney Rank Sum, para una probabilidad < 0.05 ; utilizándose el Programa Sigma Stat (Ver.3.1).

La información utilizada de los programas internacionales de marcación, se basó en los datos brindados por los pescadores cubanos que recapturaron las marcas (fechas y lugares de recaptura, y tamaño de los ejemplares), y en los datos suministrados por las instituciones que realizaron la marcación (fechas y lugares de captura y tamaño o fase de vida de los ejemplares); calculándose la proporción de cada origen, del total de las marcas recapturadas en Cuba. En el caso de la tortuga verde por contarse con la mayor parte de la información, se calculó además el por ciento del número total de marcas aplicadas en los diferentes orígenes, recapturadas en las aguas cubanas; para así estimar la proporción (contribución) de cada sitio de marcación, aunque no fue posible calcular la contribución de todos los orígenes por no contarse con el número total de las marcas puestas en cada sitio. Este cálculo y asumiendo igual número de marcas perdidas para todos los programas, evita confusiones cuando se comparan números de recapturas para cada origen de marcación,

que pudieran ser causadas por los diferentes esfuerzos entre los distintos programas de marcación en el área, es decir: cantidad de marcas aplicadas por cada programa y cantidad de años que llevan marcando.

Mediante el análisis de Chi cuadrado y la utilización del programa CHIRXC (Zaykin y Pudovkin, 1993), que genera probabilidades valiéndose de un procedimiento de aleatorización de Montecarlo, se analizó para las recapturas foráneas de la tortuga verde la homogeneidad de la composición por origen de sus procedencias, en las cuatro regiones de la plataforma cubana (NE, NW, SE, SW); no así para las recapturas foráneas de caguama y carey por resultar muy pequeño el número de muestra.

2.4 Rastreo por Satélite

El estudio de los movimientos incluyó también el rastreo por satélite a 19 tortugas carey. El seguimiento se realizó desde los dos sitios actuales de pesca: Nuevitas (Punta de Ganado) y sur de la Isla de la Juventud (Cocodrilo); y desde las playas de anidación de los Cayos de las Doce Leguas entre 1996 y 2000 (Fig. 4). En Punta de Ganado y Cocodrilo, los individuos fueron capturados utilizando redes de pesca tradicional y en Cayos de las Doce Leguas, fueron capturados en la playa después de desovar.

Los transmisores usados fueron los conocidos como Transmisores Terminales (Telonics modelo ST-6 de plataforma), utilizando el sistema de satélite Argos. Se fijaron entre el segundo y el tercer escudo central del carapacho y se les colocó en la parte anterior un

protector metálico (Fig. 8). Transmisor y protector fueron fijados con un pegamento (KNEAD-IT AQUA), resina epóxica y cubiertos posteriormente por fibras de vidrio. Cada animal además fue marcado en una aleta frontal usando marcas metálicas de titanium, pero no fueron incluidos dentro del análisis de marcado – recapturas con marcas metálicas en las aletas.



Figura 8. Carey con transmisor para rastreo por satélite.

Los datos electrónicos fueron obtenidos de distintas fuentes. Las coberturas espaciales electrónicas del sistema de información geográfica (GIS) fueron obtenidas de la Carta Digital del Servidor Mundial (Biblioteca de la Universidad del estado de Penn, www.maproom.psu.edu/dcw/). Los datos de batimetría a partir de datos de relieve global a 2 minutos de resolución (ETOPO2) disponibles en el World Data Center for Marine Geology and Geophysics (National Geophysical Data Center, NOAA, Boulder, Colorado, USA, www.ndgc.noaa.gov; (ver también Smith y Sandwell, 1997). Los datos sobre arrecifes de coral fueron obtenidos a partir del Centro de Monitoreo para la Conservación

Mundial del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) a resolución de 1 km (www.unep-wcmc.org).

3. RESULTADOS

3.1 Total de las tortugas marcadas y recapturadas (en Cuba y procedentes de otras áreas)

En total se marcaron 1981 ejemplares: 742 tortugas verdes, 210 caguamas y 1029 careyes; recapturándose 151 individuos (7.6 %) entre las tres especies (Tabla I). De ellos, 122 en aguas cubanas y 29 en aguas internacionales, los cuales permitieron analizar la composición por talla, el tiempo transcurrido entre la marcación y la recaptura, la distancia aproximada recorrida, la velocidad, el movimiento y las posibles rutas de desplazamientos.

Tabla I. Número total por especie de las tortugas marcadas y de las tortugas recapturadas dentro y fuera de Cuba.

Especie	Marcados.	Recapturados.	Recapturados en Cuba.	Recapturados fuera de Cuba.
Tortuga Verde	742	41 (5.5 %)	16 (39.0 %)	25 (61.0 %)
Caguama	210	15 (7.1 %)	14 (93.3 %)	1 (6.7 %)
Carey	1029	95 (9.2 %)	92 (96.8 %)	3 (3.2 %)

En relación a las marcas extranjeras, se registraron un total de 452 tortugas de las tres especies marcadas en otras regiones y recapturadas en aguas cubanas, de las cuales 197 fueron reportadas por el CIP y 255 por las instituciones internacionales que realizaron la marcación. Del total, 391 fueron tortugas verdes, 50 caguamas y 11 careyes, que permitieron relacionar sus movimientos con los de la plataforma cubana.

3.2 Tortuga Verde

3.2.1 Composición por talla de las tortugas verdes marcadas en Cuba

Se marcaron un total de 742 tortugas verde, de las cuales la mayoría (553) fueron marcadas en áreas de pesquería tradicional; con una distribución de tallas (rango LCC = 33 – 121 cm., media = 83.9 ± 10.3 , moda = 79 cm.), que reflejó la composición por talla de esta especie en los hábitats cubanos. Las restantes tortugas marcadas fueron 147 hembras anidando en la playa de anidación “El Guanal” en la Isla de la Juventud (rango LCC = 85 - 124 cm., media = 103.8 ± 5.4 , moda = 102 cm), y 42 tortugas juveniles criadas en cautiverio, procedentes del criadero experimental de la Isla de la Juventud (rango LCC = 19 -53 cm., media = $30.8 \pm 8.3 = 26$ cm; Fig. 9).

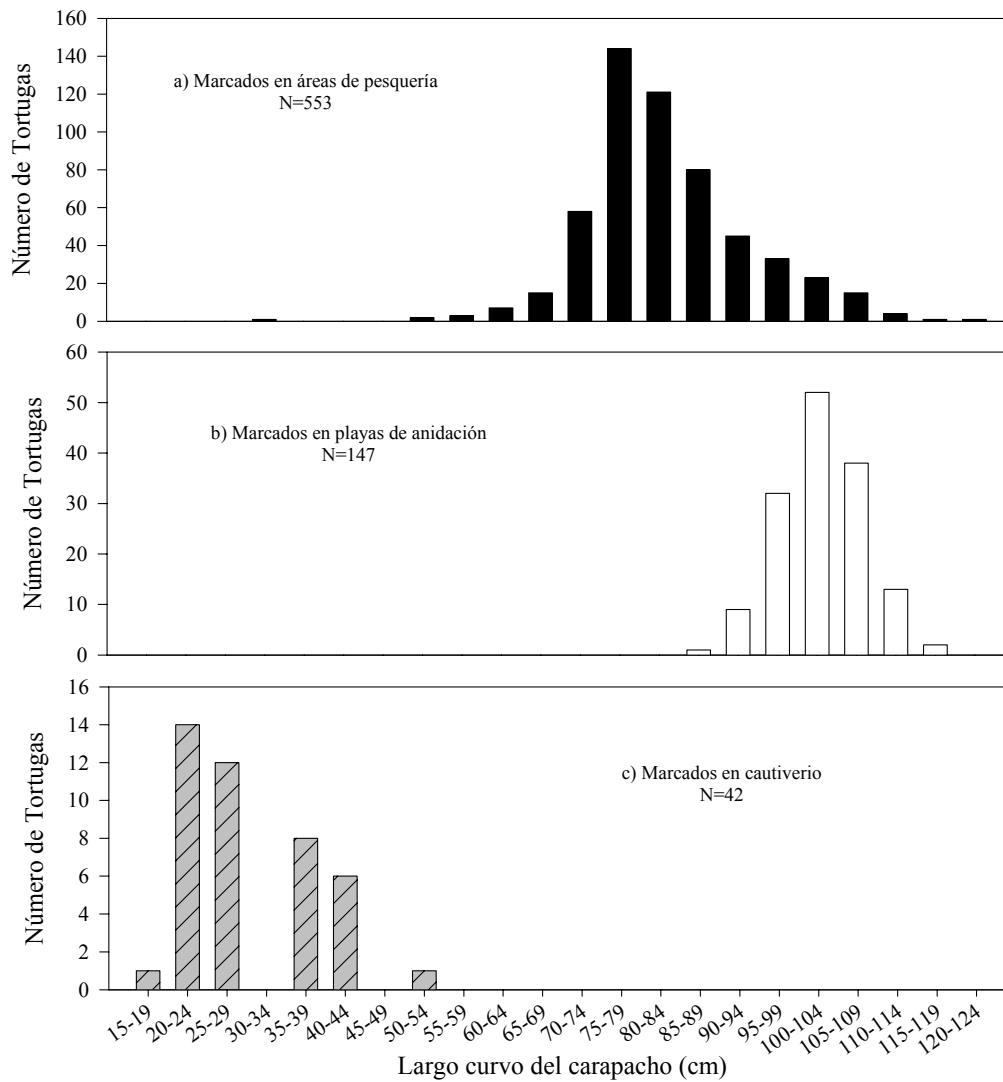


Figura 9. Composiciones por talla de las tortugas verdes marcadas y liberadas en Cuba.

3.2.2 Recapturas de las tortugas verdes marcadas en Cuba

En la Tabla II se presenta la estadística descriptiva de cada parámetro estudiado para las 41 tortugas verde recapturadas.

Tabla II. Estadística descriptiva del largo (cm), tiempo de liberación, distancia mínima recorrida (km), velocidad estimada (km d^{-1}), de las tortugas verdes recapturadas dentro y fuera de la plataforma cubana.

Variable	Mínimo	Máximo	\bar{X}	SD
Largo	53	110	83.0	13.0
Tiempo	2	3785	274.9	608.1
Distancia	4	3591	1820	1431.5
Velocidad	0.1	25.7	6.58	8.23

3.2.3 Tiempo de liberación y distancia aproximada recorrida

De los 41 animales recapturados (5.5% del total, Anexo 1), 12 fueron adultos (10 hembras y 2 machos), 28 fueron juveniles del medio silvestre y uno fue un ejemplar juvenil procedente del cautiverio. El tiempo transcurrido entre la marcación y la recaptura de los adultos (media = 604 d; N = 11; 1 ejemplar sin el dato disponible) fue similar estadísticamente al de los juveniles silvestres (media = 1002 d; N = 25; 3 ejemplares sin el dato disponible; $U = 181$; $P = 0.288$), así como la distancia recorrida (media = 1470 y 2137 km, respectivamente; $U = 219$; $P = 0.352$). Por otra parte, el ejemplar juvenil procedente del cautiverio tardó 192 días y viajó 22 Km.

Dieciséis tortugas marcadas fueron recapturadas en la plataforma cubana en un intervalo de 2 a 1,130 d después de liberadas (media = 140 d), pero la mayoría (61%) fueron recapturadas en aguas de otros países en la región entre 123 y 3785 d después de la

liberación (media = 1629). Un individuo fue recapturado dos veces dentro de las aguas cubanas y otro dos veces en aguas de otros países.

Las recapturas de las marcas de Las Tunas y Nuevitas (región nororiental), incluyeron tanto individuos juveniles silvestres como tortugas adultas (25 y 4 para el primero; 3 y 4 para el último) y la mayoría de las tortugas (69%; 21 juveniles silvestre y 4 adultos) para esa región, fueron recapturadas en aguas foráneas y no en Cuba (31%; 7 juveniles silvestre y 4 adultos), siendo la diferencia no fue significativa ($X^2 = 3.40$; $p = 0.11$). La mayoría de las recapturas fuera de Cuba, tanto para las tortugas juveniles silvestres como para las adultas, fueron encontradas en aguas de Nicaragua (50 % y 85% del total respectivamente), seguidas por Costa Rica para las adultas (50%) y Estados Unidos, Panamá y Honduras para las juveniles silvestres juveniles (5% cada uno). De las tortugas marcadas en Nuevitas y Las Tunas, que fueron recapturadas en Cuba, la mayoría (83.3%; 2 adultos y 8 juveniles) fueron recapturados en la parte nororiental, mientras que el resto (16.7%; 1 adulto y 1 juvenil) fueron localizados en sitios distantes de la marcación (Cayos de las Doce Leguas e Isla de la Juventud). Por otra parte tres hembras anidadoras marcadas en la playa “El Guanál” en la región suroccidental, se mantuvieron dentro de los 20 km del sitio de la marcación.

3.2.4 Distancia recorrida por día

Las distancias mínimas recorridas por día para las tortugas recapturadas hasta 365 días después de la liberación fluctuaron entre 0.5 y 1 km d⁻¹ para las tres hembras anidadoras de la Isla de la Juventud; 1.3 a 25.6 km d⁻¹ para tortugas juveniles (N = 9, media = 9.9 ± 7.5 km d⁻¹) y 9.7 a 23.9 km d⁻¹ (N = 4, media = 16.3 ± 6.8 km d⁻¹) para adultos. El único ejemplar juvenil procedente del cautiverio tuvo un recorrido promedio de 0.10 km d⁻¹ en un tiempo de 192 días, el valor mas bajo en este estudio.

3.2.5 Movimiento

La dirección del movimiento pudiera ser inferido por el lugar donde fueron recapturadas las tortugas. Nueve individuos (3 hembras adultas y 6 juveniles) marcadas en la región nororiental y recapturados dentro de la plataforma cubana fueron recapturadas en localidades al este de sus sitios iniciales de marcación a distancias entre 23 y 338 km (Fig. 10); sugiriendo que el movimiento predominante seguido por las tortugas verde en esa región es hacia el este y posteriormente hacia el suroeste como indican las dos recapturas en la costa sur (Fig. 10). Confirmación de este patrón de movimiento en la región nororiental fue obtenida con la doble recaptura de un ejemplar juvenil, demostrando un movimiento consistente en esa dirección. Las tres hembras anidadoras recapturadas en el sur de la Isla de la Juventud prácticamente no se movieron (Fig. 10).

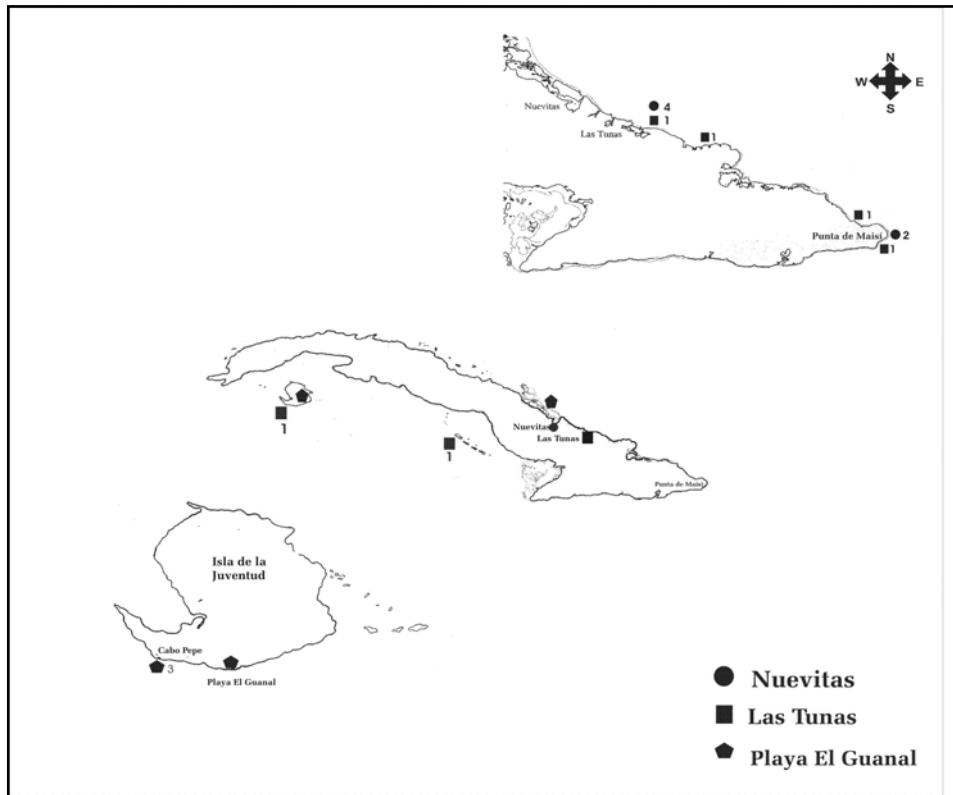


Figura 10. Sitios de recapturas de las tortugas verdes marcadas en Cuba y recapturadas en aguas de la plataforma cubana.

En relación a las tortugas verde recapturados fuera de Cuba, se encontraron en áreas de alimentación de Nicaragua (77%), en la playa de anidación de Tortuguero, Costa Rica (11.6%), y en aguas de Honduras (3.8%), Panamá (3.8%) y Estados Unidos. (3.8%). (Fig. 11).

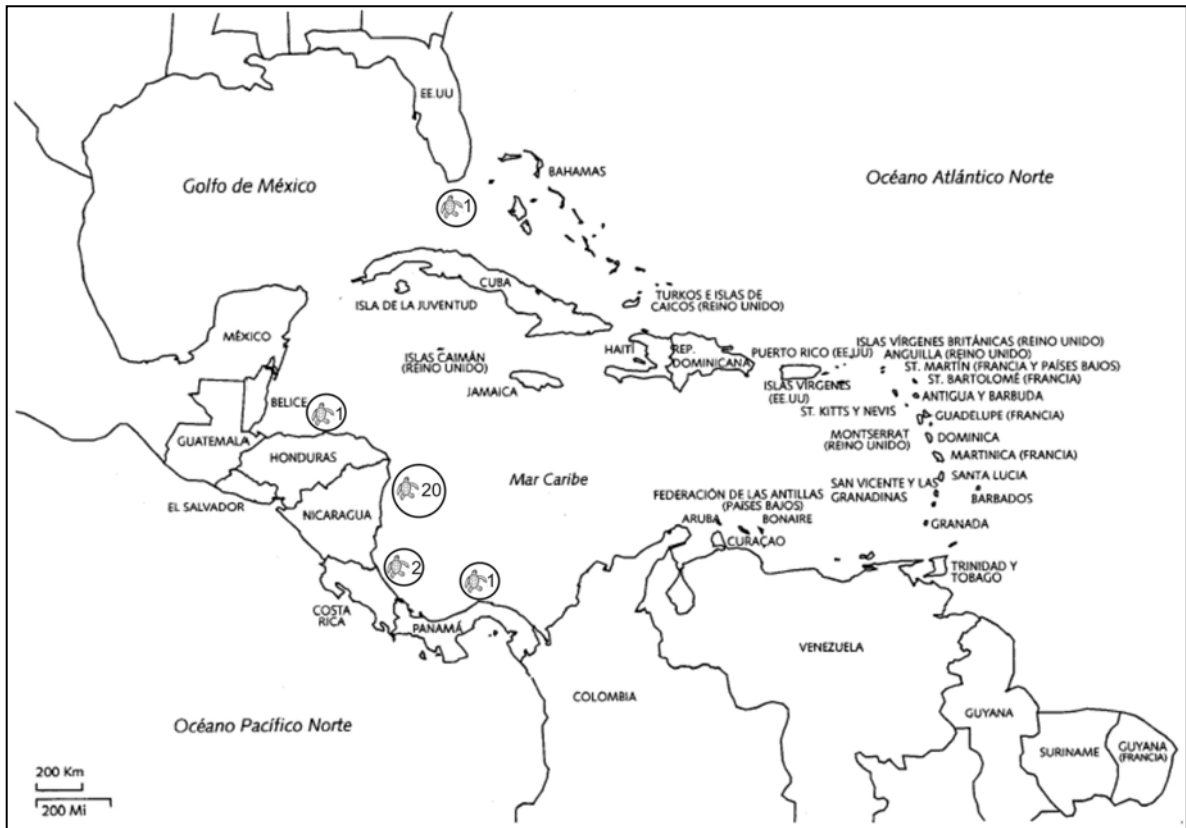


Figura 11. Sitios de recapturas de las tortugas verdes marcadas en Cuba y recapturadas fuera de la plataforma cubana. El número dentro del círculo representa la cantidad de tortugas recapturadas en ese sitio.

3.2.6 Recapturas de las tortugas verdes procedentes de otros programas

Se registraron un total de 391 tortugas verdes marcadas en la región del Mar Caribe y recapturadas en las aguas cubanas. Los sitios de procedencia fueron Gran Caimán (176), Costa Rica (Tortuguero) (102), Bahamas (Inagua y Bahamas Central) (55), Bermuda (21), Estados Unidos (Florida) (18), México (Quintana Roo) (13), Venezuela (Isla Aves) (5) e Islas Vírgenes (1) (Tabla III).

Las proporciones de cada origen se presentan en la Fig. 12 y en la Tabla III, observándose que las mas elevadas correspondieron a Gran Caimán, Tortuguero (Costa Rica) y Bahamas con 45.0, 26.1 y 14.1% respectivamente.

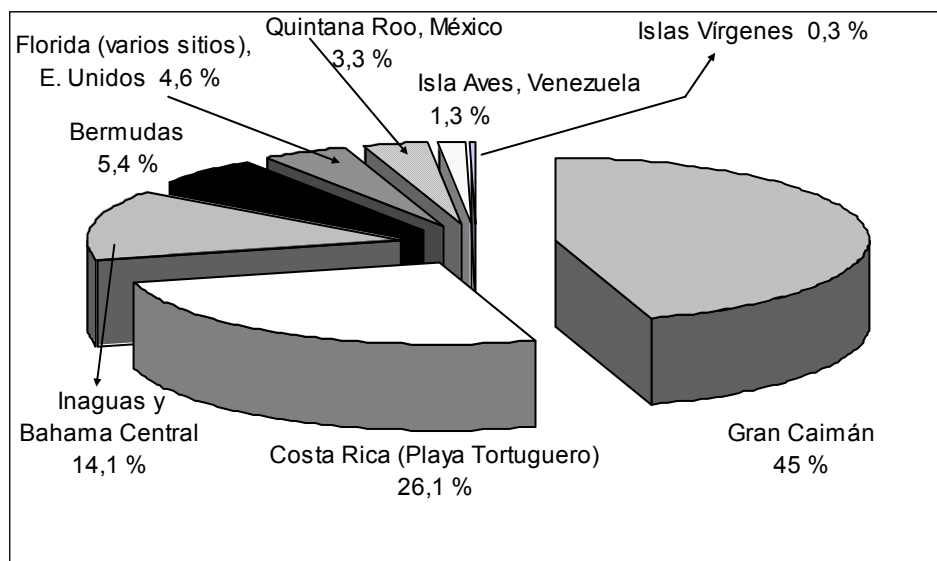


Figura 12. Proporción por sitio de procedencia de las tortugas verdes recapturadas en las aguas cubanas.

Las tortugas recapturadas fueron mayoritariamente juveniles (70 %) procedentes de Gran Caimán, Bahamas, Bermudas, Florida (EU) y Quintana Roo (México) y el resto fueron hembras adultas anidadoras procedentes principalmente de Tortuguero (Costa Rica), así de cómo de Isla Aves (Venezuela), Islas vírgenes (EU) y Quintana Roo, (México). En la Fig. 13, se muestra una representacion de sus tallas a partir de longitudes de 29 individuos (de los 391 recapturados), observándose que estuvieron comprendidas entre 31 y 120 cm.

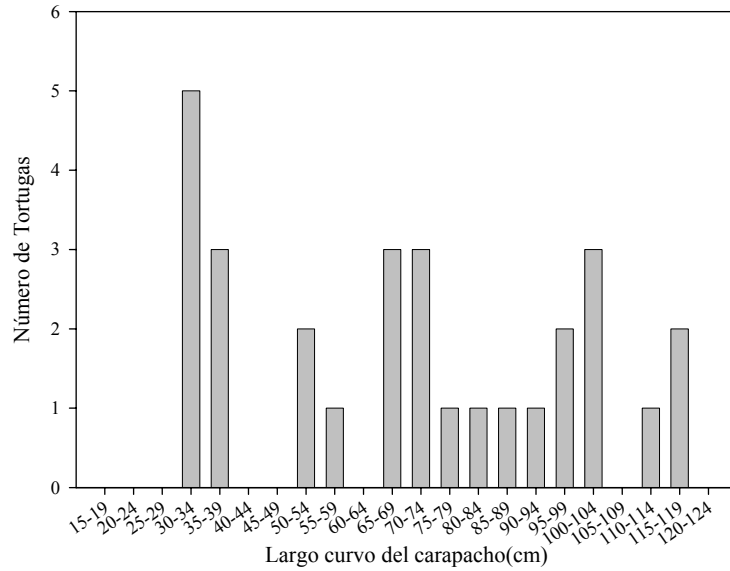


Figura 13. Composición por tallas de las tortugas verdes recapturadas (N=29) en aguas cubanas.

Las recapturas se encontraron distribuidas prácticamente en toda la plataforma cubana: 59.4 % en la costa sur y 40.6% en la costa norte, localizándose la mayor concentración en la región suroriental con el 42.1 % del total de las recapturas (Tabla III).

La distribución de las recapturas por sitios de origen en cada zona de la plataforma cubana no fue homogénea ($\chi^2 = 255.542$, $P < 0.0001$), encontrándose un dominio particular de algunos sitios de marcación en cada zona de la plataforma, es decir, un patrón geográfico distintivo: las recapturas de las tortugas marcadas en sitios al norte de Cuba (Bermuda y Bahamas) se encontraron agrupadas en la costa norte de Cuba, mientras que las recapturas de las marcadas en sitios al Sur u Oeste de Cuba se encontraron agrupadas, en el SE-SO (las procedentes de Gran Caimán) o esparcidas entre sitios de NO a SE (las recapturas de Tortuguero, Florida y Quintana Roo, México) (Tabla III).

Tabla III. Distribución de las recapturas de las tortugas verdes en cada zona de la plataforma cubana por sitio de origen de la marcación y fase de vida. A = hembras adultas anidadoras; J = juveniles; C = cautiverio; S = silvestre; D = desconocida zona de recaptura; NA = no analizada debido a pequeño tamaño de muestra. Orígenes con distribución geográfica de las recapturas en Cuba equivalentes estadísticamente (homogeneidad) ($P > 0.05$) son señalados con un supraíndice con la misma letra.

Origen de la marcación	Fase de Vida	Recapturas en cada zona de la plataforma cubana					Total	Recapturas (%)
		NO	NE	SO	SE	D		
Bermuda ^{a, b}	JS	1	17	1	2		21	5.4
Central Bahamas ^a	JS	3	24	0	0	0	27	6.9
Inagua, Bahamas ^b	JS	3	18	1	4	2	28	7.2
Gran Caimán	JC	6	16	28	113	13	176	45.0
Tortuguero, Costa Rica ^d	A	33	5	18	40	6	102	26.1
Florida (varios programas), EU ^e	JC	2	1	0	4	0	7	1.8
	JS	1	4	0	0	1	6	1.5
	A	2	2	1	0	0	5	1.3
Quintana Roo, México ^e	JC	4	1	2	2	0	9	2.3
	A	2	1	0	0	1	4	1.0
Isla Aves, Venezuela (NA)	A	0	1	0	1	3	5	1.3
Islas Vírgenes, EU (NA)	A	1	0	0	0	0	1	0.3
Totales		58	90	51	166	26	391	100.0

Con la estimación de la contribución de cada origen, las tortugas marcadas en Bahamas, Gran Caimán y Bermudas tuvieron las mas altas proporciones de ejemplares recapturados en Cuba con 3.2, 1.9, y 1.0 % del número total de marcas aplicadas (Apéndice 1). En contraste, las recapturas de Tortuguero, que constituyeron la segunda fuente mas abundante de recapturas en Cuba (26.1% del total, después de Gran Caimán) apenas representa con

este cálculo el 0.3% de recapturas. Las otras fuentes tuvieron menos del 0.5 % de recapturas, con excepción de Quintana Roo, México con el 0.9 %. Tortugas verdes marcadas en Campeche y Yucatán, estados adyacentes a Quintana Roo, pero con playas de anidación en el Golfo de México en vez del Caribe, no contribuyeron a las recapturas en Cuba, a pesar de que todas estuvieron sujetas a esfuerzos de marcado similares (Apéndice 1).

3.3 Tortuga Caguama

3.3.1 Composición por talla de las tortugas caguamas marcadas en Cuba

Se marcaron un total de 210 caguamas, de las cuales 84 fueron marcadas en áreas de pesquerías (rango LCC = 63 -107 cm, media = 93.8 ± 9.6 , moda = 99 cm); y 126 se marcaron en la playa de anidación “El Guanál” (rango LCC = 83-120cm, media = 98.5 ± 10.3 , moda = 95cm, tallas no disponibles para 26 tortugas marcadas) (Fig. 14).

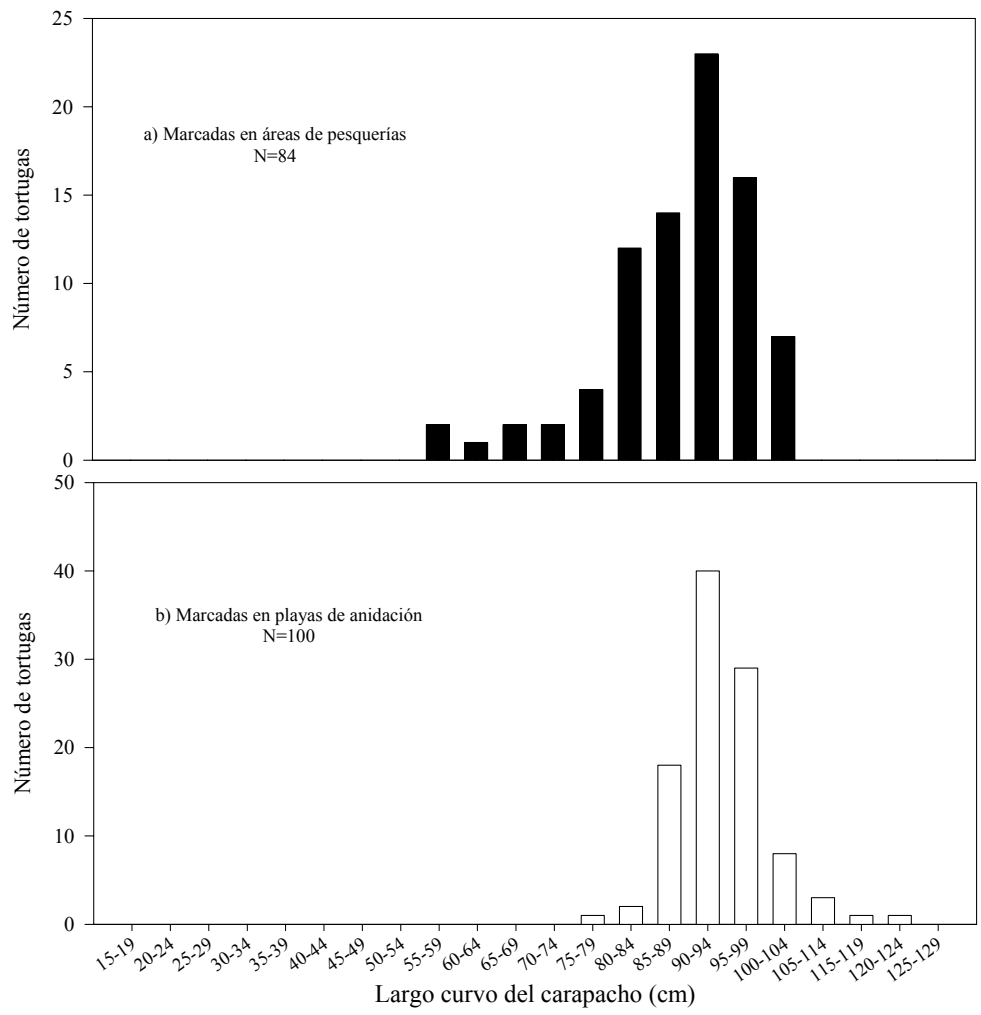


Figura 14. Composiciones por talla de las tortugas caguamas marcadas y liberadas en Cuba.

3.3.2 Recapturas de las tortugas caguamas marcadas en Cuba

En la Tabla IV se presenta la estadística descriptiva de cada parámetro estudiado para las 15 tortugas caguamas recapturadas.

Tabla IV. Estadística descriptiva del largo (cm), tiempo de liberación, distancia mínima recorrida (km), velocidad estimada (km d^{-1}), de las tortugas caguamas recapturadas dentro y fuera de la plataforma cubana.

Variable	Mínimo	Máximo	\bar{X}	SD
Largo	86	110	97.2	5.6
Tiempo	2	1489	379.9	523.1
Distancia	18	1680	326.1	536.9
Velocidad	0.3	20.3	6.8	8.1

3.3.3 Tiempo de liberación y distancia aproximada recorrida

De las 15 recapturas (7.1 % del total), 11 fueron adultos (9 hembras, 2 machos) y 3 juveniles fueron recapturados dentro de la plataforma cubana entre 2 y 1037 días después de liberados (media = 295.7 d); y 1 ejemplar hembra fue recapturada fuera de las aguas cubanas 1489 días después de la marcación. El tiempo transcurrido entre la marcación y la recaptura de los adultos ($N = 12$; media = 472.2 d) fue significativamente diferente al de los juveniles ($N = 3$; media = 10.7 d; $U = 9.5$; $P = 0.043$), sin embargo, no se observó

diferencia significativa para la distancia recorrida (media = 397 y 40 km, respectivamente; $U=30$; $P = 0.427$).

3.3.4 Distancia recorrida por día

Las distancias mínimas recorridas por día para las caguamas recapturadas hasta 365 días después de la liberación, fluctuaron entre 0.3 – 0.6 km d⁻¹ para las tres hembras anidadoras de la Isla de la Juventud; entre 1.2 y 20.3 km d⁻¹ (N = 4, media = 12.25 ± 8.29 km d⁻¹) para los otros adultos; y entre 1.6 a 20.0 km d⁻¹ (N = 3, media = 9.86 ± 9.34 km d⁻¹) para las caguamas juveniles.

3.3.5 Movimiento

Al igual que para la tortuga verde la dirección del movimiento pudiera ser inferida a partir de los sitios de las recapturas. De las 14 caguamas recapturadas en la plataforma cubana (Fig. 15), 7 fueron marcadas en la región nororiental y 7 en la región suroccidental. De las marcadas en la región nororiental, dos se reportaron en la costa Norte de Pinar del Río (NO): Cayo Inés de Soto y Buenavista, a 798 y 876 km respectivamente, en el extremo oeste de donde fueron marcados; otras dos se recapturaron también al oeste, pero más cerca al sitio de la marcación, dos se reportaron al este de donde fueron marcados y una se recapturó en Punta de la Papaya, en el sur de la Isla de la Juventud. De las marcadas en la región suroccidental, 7 fueron recapturadas dentro de la misma región: 3 en Pedernales, 3 en Cabo Pepe y 1 en Caleta Lugo, estos tres sitios al este de la playa “El Guanál” en donde fueron marcadas las 7 recapturas.

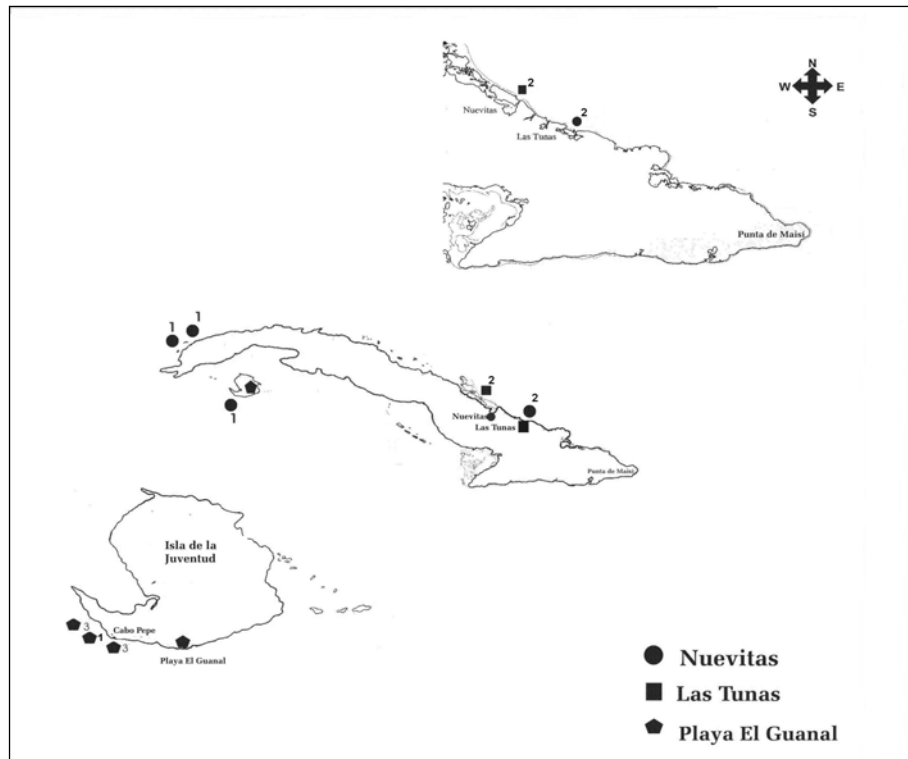


Figura 15. Sitios de recapturas de las tortugas caguamas marcadas en Cuba y recapturadas en aguas de la plataforma cubana

La caguama recapturada en aguas internacionales se encontró en White Reef, cerca de Nicaragua (Fig. 16).



Figura 16. Sitios de recapturas de las tortugas caguamas marcadas en Cuba y recapturadas fuera de la plataforma cubana. El número dentro del círculo representa la cantidad de tortugas caguamas recapturadas en ese sitio.

3.3.6 Recapturas de las tortugas caguamas procedentes de otros programas

Se reportaron 50 recapturas de otras regiones, siendo los países y sitios de procedencia: Estados Unidos (Florida) (42), México (Quintana Roo) (5), España (Islas Canarias y Mar Mediterráneo) (2) y Bahamas (1) (Tabla V).

Tabla V. Distribución de las recapturas de las tortugas caguamas en cada zona de la plataforma cubana por sitio de origen de la marcación y fase de vida. A = hembras adultas anidadoras y subadultos; J = juveniles; C = cautiverio; S = silvestre; D = zona de recaptura desconocida.

Origen de la marcación	Fase de Vida	Recapturas en cada zona de la plataforma cubana					Total	Recapturas (%)
		NO	NE	SO	SE	D		
Florida (varios programas), EU	A	23	15	2	2	0	42	84
(varios programas) México	A	2	0	1	0	2	5	10
I.Canarias y Mar Mediterraneo (España)	JS	0	1	1	0	0	2	4
Bahamas	JC	0	1	0	0	0	1	2
Totales		25	17	4	2	2	50	100

Las proporciones de cada origen se presentan en la Fig. 17, observándose que la mayoría de las recapturas correspondieron a Estados Unidos (Florida) con 87.5 % que incluyó principalmente hembras anidadoras, la segunda en proporción (México) incluyó también hembras anidadoras; España, dos juveniles del medio silvestre y Bahamas un ejemplar juvenil liberado del cautiverio (Tabla V). En la Fig. 18, se muestra una representación de sus tallas a partir de longitudes de 12 individuos de los 50 recapturados, observándose que estuvieron comprendidas entre 68 y 104 cm.

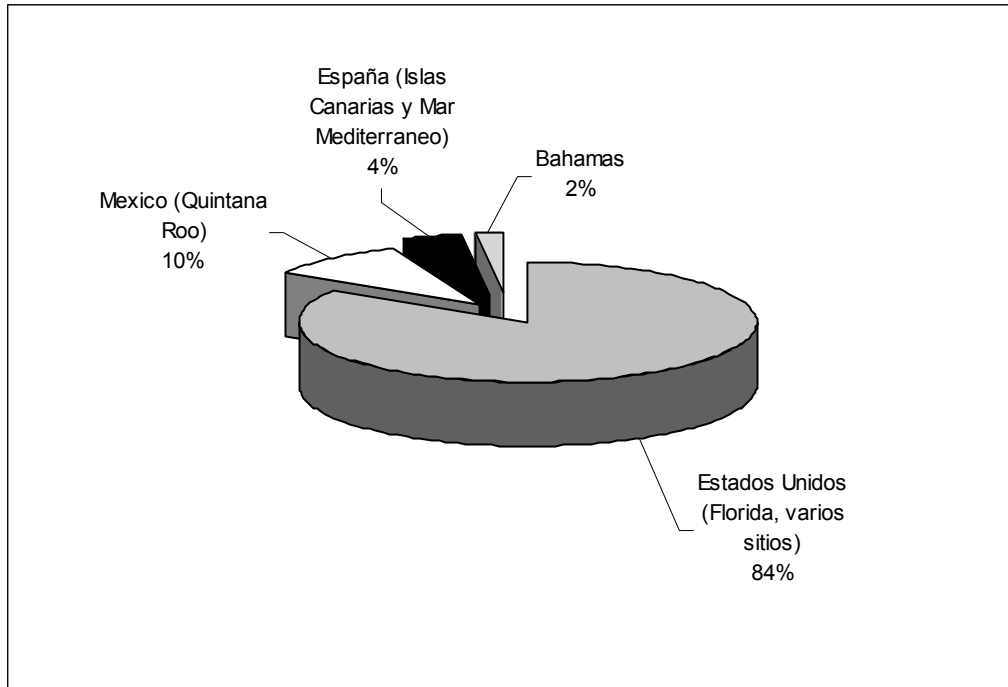


Figura 17. Proporción por sitio de procedencia de las tortugas caguamas recapturadas en las aguas cubanas.

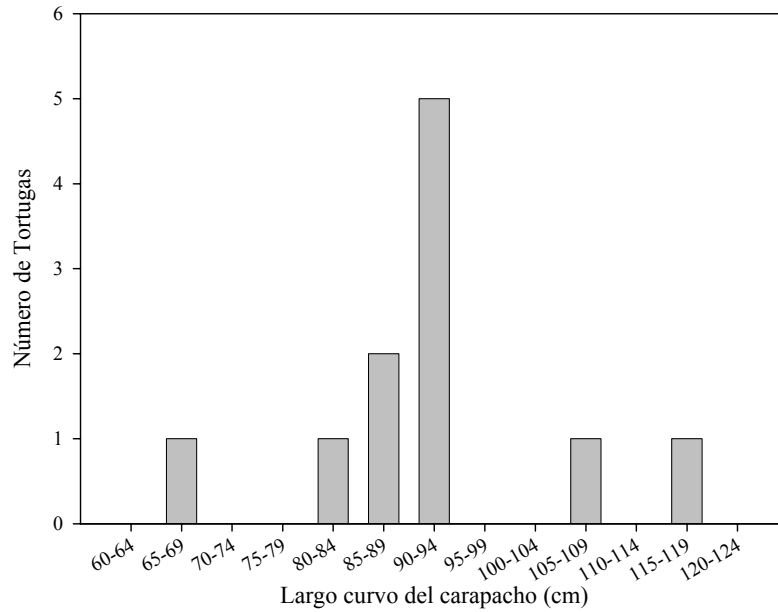


Figura 18. Composición por talla de las tortugas caguamas recapturadas en Cuba procedentes de otras áreas.

Las caguamas con marcas foráneas se recapturaron en las cuatro zonas de la plataforma cubana, fundamentalmente en la costa norte, donde se encontró el 87.5 % del total, concentrándose principalmente en la región noroccidental, donde se localizó el 50 % del total de las caguamas foráneas recuperadas. Las recapturas procedentes de la Florida se encontraron en las cuatro regiones, pero con mayor abundancia en la región noroccidental, las caguamas marcadas en Quintana Roo (México) se recuperaron en la región noroccidental y suroccidental; las caguamas marcadas en el Mediterráneo (España) y Bahamas fueron encontradas en la región nororiental y la procedente de Islas Canarias (España) en la región suroccidental. La recaptura de Bahamas aunque fue reportada cerca de la Punta de Maisi (región nororiental de Cuba), se encontró prácticamente fuera de los límites de las aguas cubanas.

Debido a que el número de caguamas recuperadas en cada región de la plataforma cubana, fue pequeño (máximo 25), al igual que el número de procedencias (cuatro), no se realizó ningún análisis de homogeneidad, observándose un predominio de las caguamas procedentes de La Florida (E. U.) en las cuatro regiones de la plataforma cubana.

3.4 Tortuga Carey

3.4.1 Composición por talla de las tortugas careyes marcadas en Cuba

En total se marcaron 1029 careyes, de los cuales la mayoría (942) fueron marcadas en áreas de pesquería tradicional y/o en áreas de alimentación de la especie, siendo mayoritariamente careyes juveniles y subadultos, con una distribución por tallas que refleja

la composición de la tortuga carey en los hábitats de la región NE, Cayos de las Doce Leguas y Sur de la Isla de la Juventud (rango LCC = 19 - 95 cm, media = 57.8 ± 23.0 , moda = 83 cm). Los careyes restantes marcados fueron 66 hembras anidando en las playas de los Cayos de las Doce Leguas (rango LCC = 64 - 93 cm, media = 82.8 ± 6.0 , moda = 87 cm), y 21 juveniles procedentes del cautiverio (rango LCC = 15 - 40 cm, media = 27.2 ± 9.43 , moda = 20 cm) (Fig. 19).

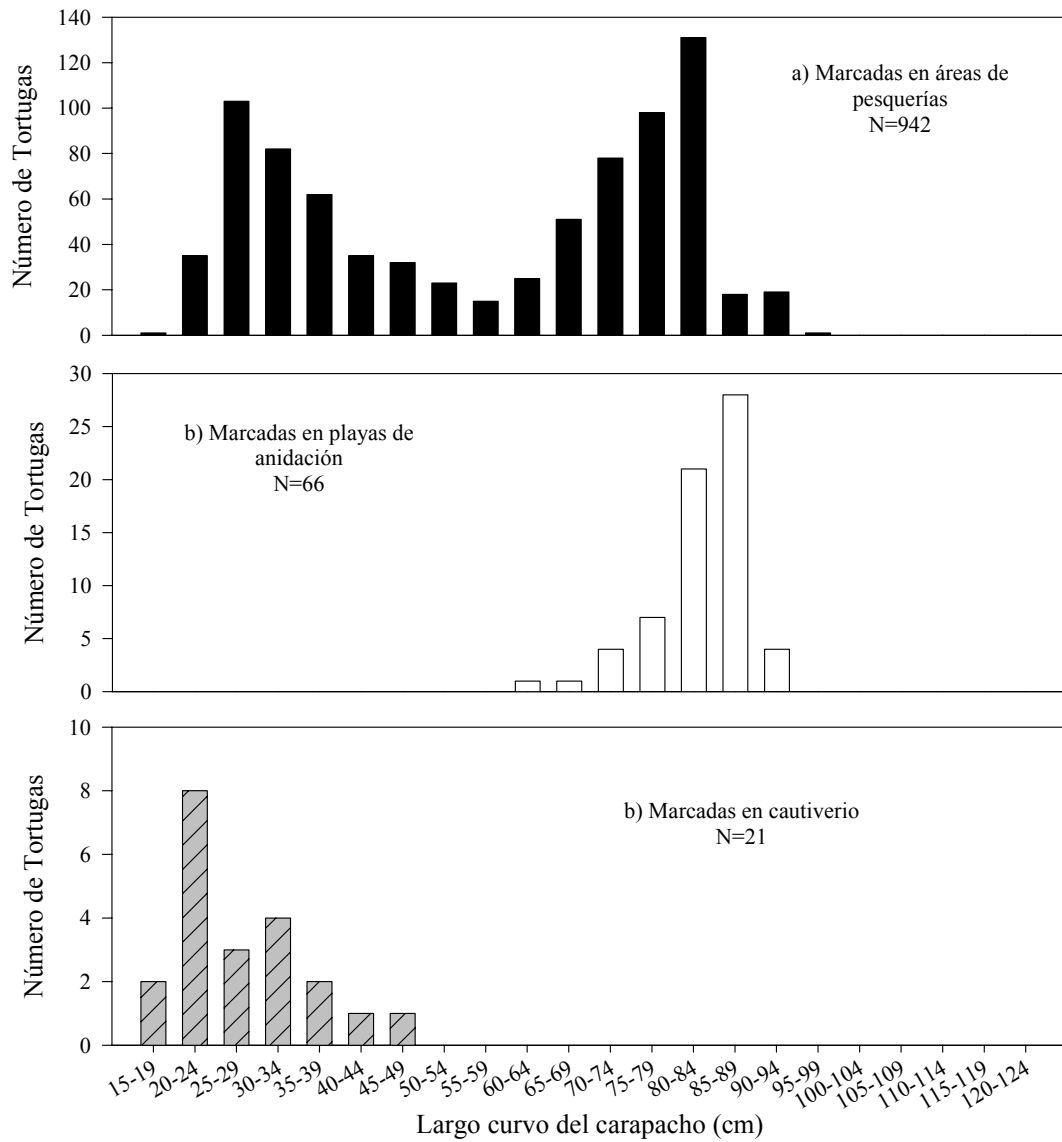


Figura 19. Composiciones por talla de las tortugas careyes marcadas y liberadas en Cuba.

3.4.2 Recapturas de las tortugas careyes marcadas en Cuba

En la Tabla VI se presenta la estadística descriptiva de cada parámetro estudiado para los 95 careyes recapturados.

Tabla VI. Estadística descriptiva del largo (cm), tiempo de liberación, distancia mínima recorrida (km), velocidad estimada (km d^{-1}), de las tortugas careyes recapturadas dentro y fuera de la plataforma cubana.

Variable	Mínimo	Máximo	\bar{X}	SD
Largo	22	91	56.5	23.7
Tiempo	2	2855	340.3	468.9
Distancia	0	1250	94.5	261.7
Velocidad	0	20	6.3	5.8

3.4.3 Tiempo transcurrido y distancia aproximada recorrida

De los 95 careyes recapturados (9.2 %, del total), 46 fueron adultos (31 hembras, 15 machos) y 49 fueron juveniles del medio silvestre. El tiempo transcurrido entre la marcación y la recaptura para todos los careyes recapturados, varió entre 2 y 2855 días ($N = 95$ media = 340.3 d) y la distancia total recorrida entre 0 y 1250 (media = 94.5 km). El tiempo transcurrido entre la marcación y la recaptura de los adultos ($N = 46$; media = 215.1 d) fue significativamente diferente al de los juveniles ($N = 49$; media = 457.8 d; $U = 9.3$; $P = 0.002$), al igual que la distancia total recorrida (media = 114.9 y 75.3 km, respectivamente; $U = 36.4$; $P = 0.001$).

La mayoría de los careyes recapturados (95.3 %) fueron localizados en la plataforma cubana en un intervalo de 2 a 2855 d (media = 304.5), principalmente en los Cayos de las Doce Leguas, (media = 429.6 d) y en el sur de Isla de la Juventud (media = 248.7 d). Tres

careyes (4.2 %), se recapturaron en aguas internacionales entre 1301 y 1566 días (media = 1447 d) después de la marcación.

De los careyes recapturados, 30 proceden de la región nororiental (Las Tunas y Nuevitas), 52 de la región suroriental (Cayos de las Doce Leguas) y 13 de la región suroriental sur Isla de la Juventud (Fig. 20).

Los 30 careyes (28 adultos y 2 juveniles) procedentes de la región nororiental, recorrieron distancias mínimas entre 23 y 760 km y ninguno fue recapturado en aguas internacionales. Por otra parte, de los 52 careyes (19 adultos y 33 juveniles) procedentes de la región suroriental, se recapturaron 49 en aguas cubanas y 3 en aguas internacionales. De los recapturados en las aguas cubanas, 47 fueron localizados en las mismas áreas donde fueron marcados (Cayos de las Doce Leguas, Archipiélago de los Jardines de la Reina); y de estos se recapturaron 42, casi en el mismo lugar (<1 km) y 5 a distancias de 10, 25, 42, 70 y 125 km, dentro del propio archipiélago de los Jardines de la Reina. Una hembra postanidadora se localizó a 425 km, al sur de la Isla de la Juventud en la región suroccidental y un macho a 466 km en el extremo este al sur de la región suroriental. Los careyes marcados y recapturados en la región suroccidental (13 juveniles) en el sur de la Isla de la Juventud, también se encontraron prácticamente en el mismo sitio de la liberación: 11 a distancias menores de 0.5 km, 1 a 5 km y 1 a 10 km. Los individuos recapturados en aguas internacionales fueron 2 juveniles localizados en aguas costeras de Nicaragua a distancias aproximadas de 980 y 990 km y 1 en aguas caribeñas colombianas a 2450 km aproximadamente (Fig. 21).

3.4.4 Distancia recorrida por día

Las distancias mínimas recorridas por día para los careyes recapturados fluctuaron entre 0.1 y 20 km d⁻¹ (N = 28, media = $7,9 \pm 5,54$ km d⁻¹) para los careyes adultos en la región nororiental; entre 0.1 y 1.5 km d⁻¹ (N = 3, media = 0.7 ± 0.7 km d⁻¹) para los careyes adultos de los Cayos de las Doce Leguas, de 0.04 a 0.6 km d⁻¹ (N = 4, media = 0.31 ± 0.2 km d⁻¹) para los careyes juveniles de los Cayos de las Doce Leguas y de 0.02 a 0.3 km d⁻¹ (N = 3, media = $0.14 \pm 0,14$ km d⁻¹) para los careyes juveniles de la región suroccidental.

3.4.5 Movimiento

Al igual que para las tortugas verde y caguama, la dirección del movimiento pudo inferirse también para el carey por los sitios de las recapturas. De los 30 careyes procedentes de la región nororiental, 24 (22 adultos y 2 juveniles) fueron encontradas en localidades al este del sitio de la marcación en esa región (a distancias entre 23 y 338 km) y 3 adultos localizados al oeste entre 107 y 310 km; sugiriéndose que el movimiento predominante seguido por los careyes en esa región es hacia el este, al igual que para la tortuga verde (Fig. 20).



Figura 21. Sitios de recapturas de las tortugas careyes marcadas en Cuba y recapturadas fuera de la plataforma cubana. El número dentro del círculo representa la cantidad de tortugas careyes recapturadas en ese sitio.

3.4.6 Recapturas de las tortugas careyes procedentes de otros programas

Se registraron un total de 11 careyes marcados en la región y recapturadas en las cuatro regiones de la plataforma cubana (Tabla VIII, Fig. 22). Los sitios de procedencia fueron México (4), Islas Vírgenes (1), Bahamas (3), Barbados (2) y Puerto Rico (1). Las proporciones de cada origen se presentan en la Figura 22, observándose que las más elevadas correspondieron a México (36.4%) y Bahamas (27.2%).

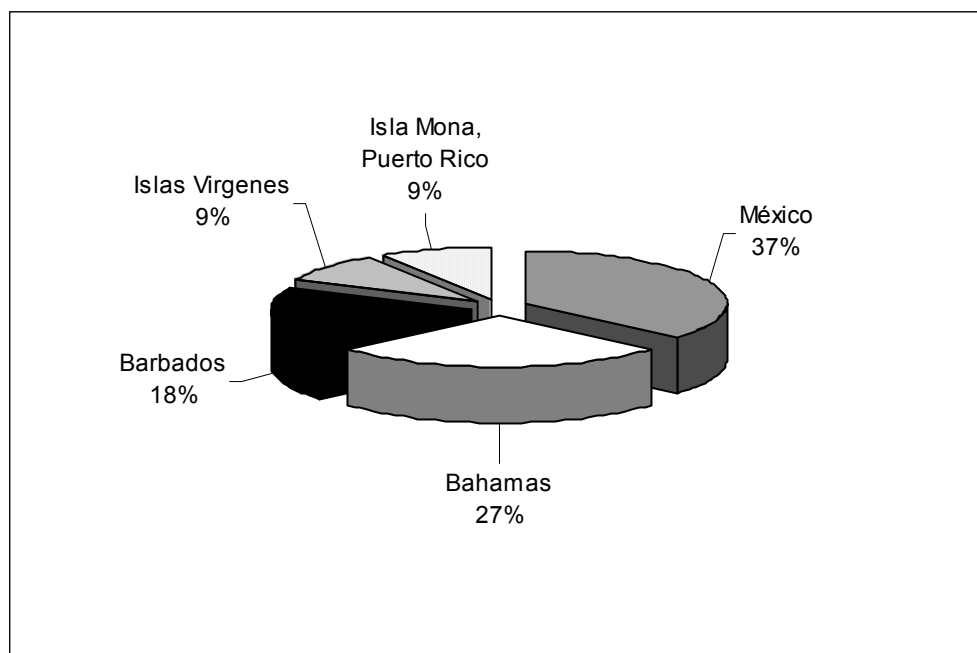


Figura 22. Proporción por sitio de procedencia de las tortugas careyes recapturadas en las aguas cubanas

Los datos suministrados por algunas instituciones que realizaron la marcación mostraron que los careyes recapturados en las aguas cubanas fueron marcados y/o liberados como juveniles procedentes de México y Bahamas y adultos (hembras anidadoras) procedentes de México, Barbados, Islas Vírgenes y Puerto Rico.

La recapturas se obtuvieron en las cuatro zonas de la plataforma cubana (54.5 % en las zonas de costa sur y 45.5 % en las de la costa norte), observándose un predominio de tortugas carey procedentes de México en las regiones occidentales, de Bahamas en la región nororiental y de Barbados en la región sur oriental (Tabla VII).

Tabla VII. Distribución de las recapturas de las tortugas careyes en cada zona de la plataforma cubana por sitio de origen de la marcación y fase de vida. A = hembras adultas anidadoras y subadultos; J = juveniles; C = cautiverio; S = silvestre; D = zona de recaptura desconocida.

Origen de la marcación	Fase de Vida	Recapturas en cada zona de la plataforma cubana					Recapturas (%)
		NO	NE	SO	SE	Total	
México	JS	1	0	0	1	2	18.2
	A	0	0	2	0	2	18.2
Inagua, Bahamas	JS	0	3	0	0	3	27.2
Barbados	A	0	0	1	1	2	18.2
Islas Vírgenes (EU)	A	0	1	0	0	1	9.1
Isla Mona, Puerto Rico	A	0	0	0	1	1	9.1
		1	4	3	3	11	100

3.4.7 Rastreo de las tortugas careyes por satélite

3.4.7.1 Tiempo de liberación y distancia total y mínima recorrida

Los 19 careyes rastreados por satélite fueron individuos adultos: 18 hembras (9 anidadoras y 9 no anidadoras) y 1 macho; resumiéndose los parámetros estudiados en la Tabla VIII.

Tabla VIII. Resumen de los movimientos de los 19 careyes rastreados en las aguas cubanas. Cada uno está representado por una letra mayúscula (ID) y sus datos incluyen longitud curva del caparapacho (CCL), fase (HA = hembra anidadora, HNA = hembra no anidadora, M = macho), distancia total rastreada (D_{tot}), distancia mínima (D_{min}), número de días de rastreo y velocidad promedio (\bar{V}).

Num	ID	CCL(cm)	Fase	D_{tot} (km)	D_{min} (km)	Días rastreados	\bar{V} (km/día)
1	A	77	HA	853	150	83	10.3
2	B	-	HA	197	104	83	2.4
3	C	74	HA	1282	192	279	4.6
4	D	81	HA	2524	693	554	4.6
5	E	81	HA	4691	414	334	14.0
6	F	83	HA	1463	83	411	3.6
7	G	83	HA	931	607	67	13.9
8	H	87	HA	1302	549	51	25.5
9	I	78	HNA	137	83	142	1.0
10	J	-	HNA	2467	1206	250	9.9
11	K	-	HNA	1002	854	45	22.3
12	L	-	HNA	8	6	1	7.9
13	M	-	M	4307	2460	119	36.2
14	N	75	HNA	3083	1624	108	28.5
15	O	76	HNA	7	7	1	7.1
16	P	87	HNA	12	12	4	3.1
17	Q	74	HNA	573	511	25	22.9
18	R	86	HNA	28	22	29	1.0
19	S	77	HNA	142	60	16	8.9

Como se observa, el tiempo de seguimiento para todos los individuos varió entre 1 y 554 días (media = $136.9 \text{ d} \pm 156.7$). La distancia total recorrida fluctuó entre 7 y 4691 km (media = 1316.3 ± 1454) y la distancia mínima entre 6 y 2460 km (507.2 ± 652.2).

La velocidad promedio por día para todos los animales fue $12.0 \pm 10.3 \text{ km d}^{-1}$. La velocidad media para las hembras anidadoras fue $9.9 \pm 7.9 \text{ km d}^{-1}$ y la de las no anidadoras $11.3 \pm 9.8 \text{ km d}^{-1}$, mientras que la distancia mínima recorrida fue $349 \pm 246 \text{ km}$ y $439 \pm 593 \text{ km}$, respectivamente.

De las hembras anidadoras rastreadas desde los Cayos de las Doce Leguas, tres (C, E y F) permanecieron cerca de sus sitios de liberación a lo largo de su seguimiento que incluyeron los meses posteriores a la reproducción (Fig. 23); dos (D y G), se dirigieron hacia aguas costeras de Honduras en donde pasaron gran parte de su tiempo forrajeando; lo cual confirmó la recaptura del ejemplar D en la misma región, tres años después de finalizado el seguimiento. Las otras 3 hembras (A, B y H) se mantuvieron en los Cayos de las Doce Leguas toda la temporada reproductiva, pero al parecer fueron capturadas por pescadores y llevadas a la costa, por lo que no se obtuvo más información en los meses posteriores.

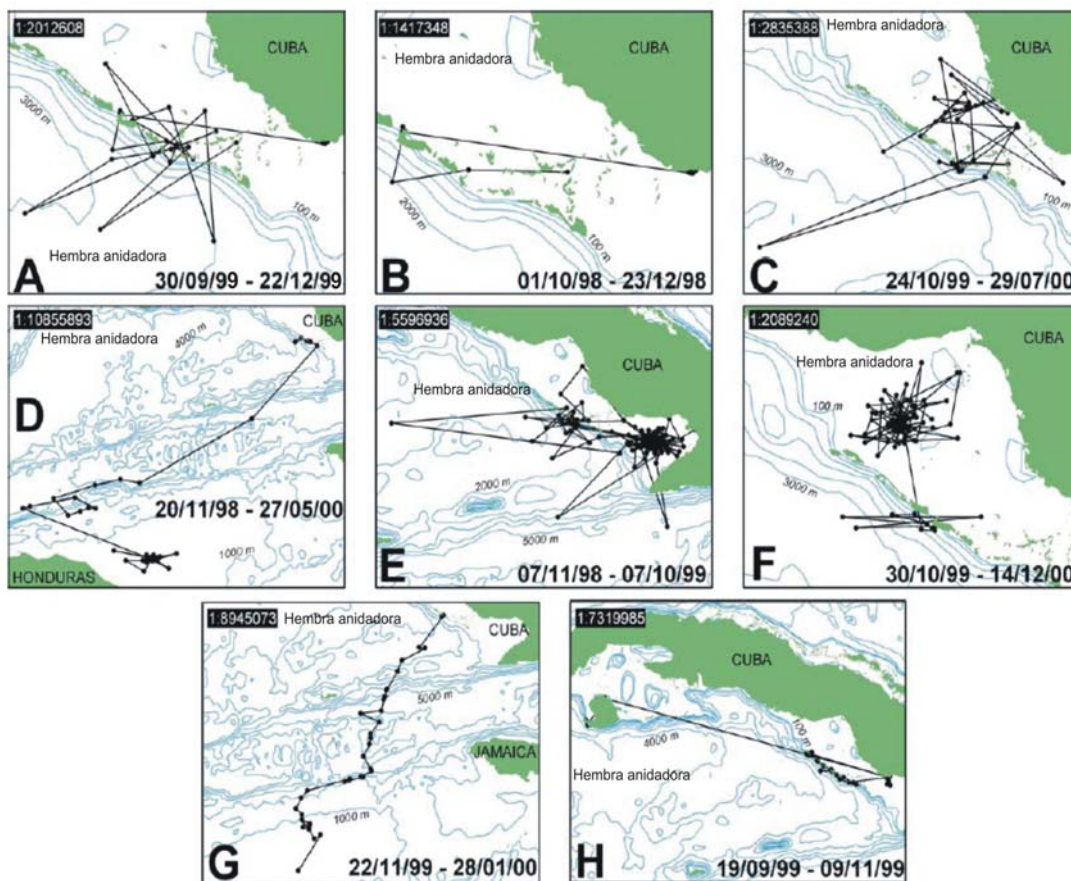


Figura 23. Movimientos y rutas migratorias de las tortugas careyes (8 hembras anidadoras, A – H) rastreadas desde las playas de los Cayos de las Doce Leguas (Archipiélago de los Jardines de la Reina), región suroriental de Cuba.

Por otra parte de los 6 careyes no anidadores (5 hembras y 1 macho) rastreados desde el sur de la Isla de la Juventud (Fig. 24), 4 realizaron movimientos largos: 3 hacia áreas fuera de la plataforma cubana y 1 hacia afuera y dentro de las aguas de Cuba. El primer individuo (M) nadó en dirección sudeste hasta las aguas de Montserrat, Guadalupe y Antigua. El segundo (la hembra N) se dirigió hacia el sur a lo largo de las aguas costeras de Panamá y Colombia hasta que falló su transmisor al acercarse a la costa venezolana. El tercero (la hembra J) nadó hacia el noroeste a forrajear en las aguas poco profundas fuera del Banco de Campeche, Yucatán (México). El cuarto carey (K) viajó hacia el suroeste, pasando cerca de Gran Caimán y Jamaica y después dirigió se nuevamente hacia las aguas cubanas a la costa suroriental (Guantánamo) en donde fue recapturado. Los otros dos careyes rastreados (L e I) prácticamente no dieron información.

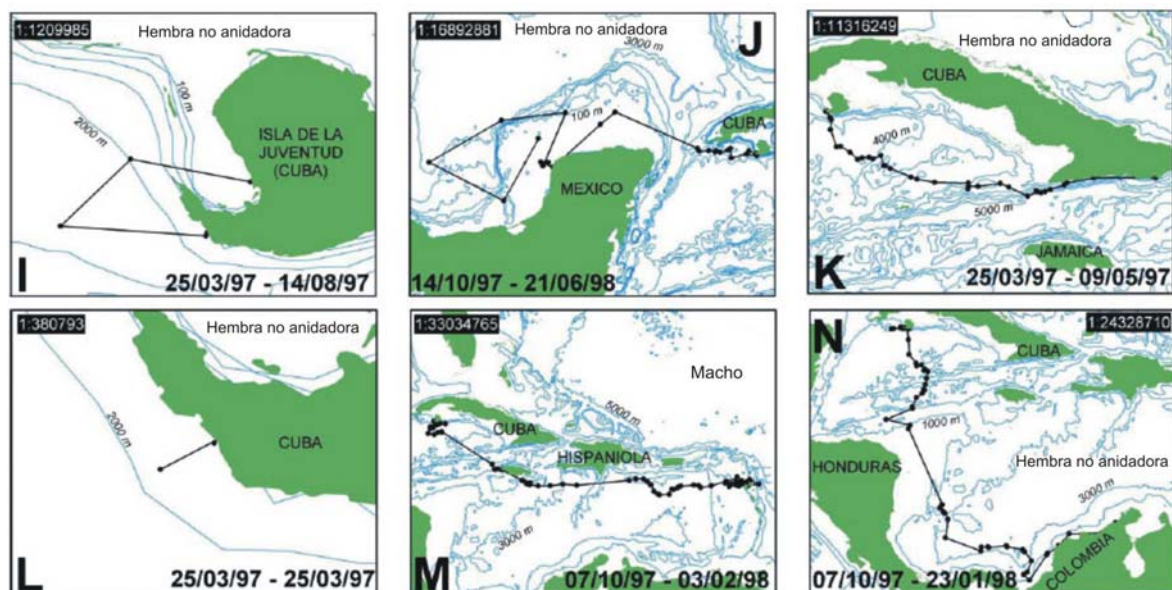


Figura 24. Movimientos y rutas migratorias de las tortugas careyes no anidadoras (1 macho y 5 hembras, I – N) rastreadas desde Cocodrilo, sur de la Isla de la Juventud, región suroccidental de Cuba.

Con relación a los 5 careyes (5 hembras no anidadoras) rastreados desde Nuevitas (Fig. 25), solamente tres (ejemplares Q, R y S), dieron información continua de sus desplazamientos observándose que tuvieron los ejemplares Q y S se movieron hacia el oeste y el ejemplar R ligeramente hacia el este.

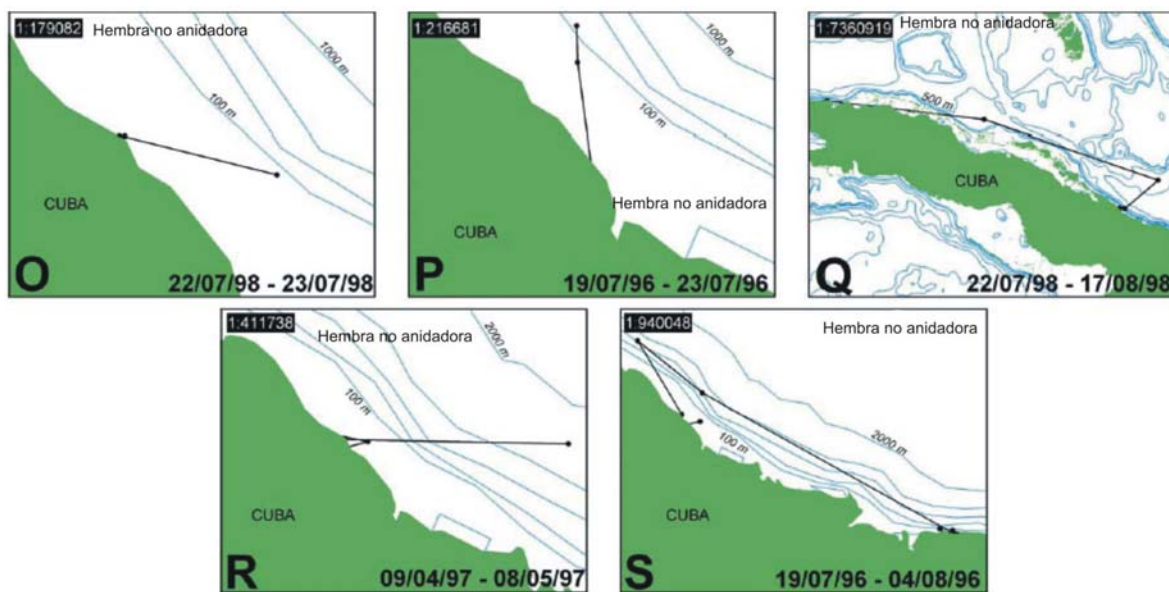


Figura 25. Movimientos y rutas migratorias de las tortugas careyes (5 no anidadoras, P – Q) rastreadas desde Punta de Ganado (Nuevitas), región nororiental de Cuba.

Combinando los movimientos de todos los careyes rastreados (Fig. 26), los resultados también mostraron que algunas áreas del Mar Caribe fueron las más utilizadas por los individuos estudiados, y que las áreas de más alto uso por los careyes en la región corresponden a los arrecifes del Archipiélago de los Jardines de la Reina en el sureste de Cuba, el banco Miskito de Honduras, el banco de Campeche al norte de la península de Yucatán, México, y las islas del norte de las Antillas Menores en el extremo este del Caribe (Fig. 27).

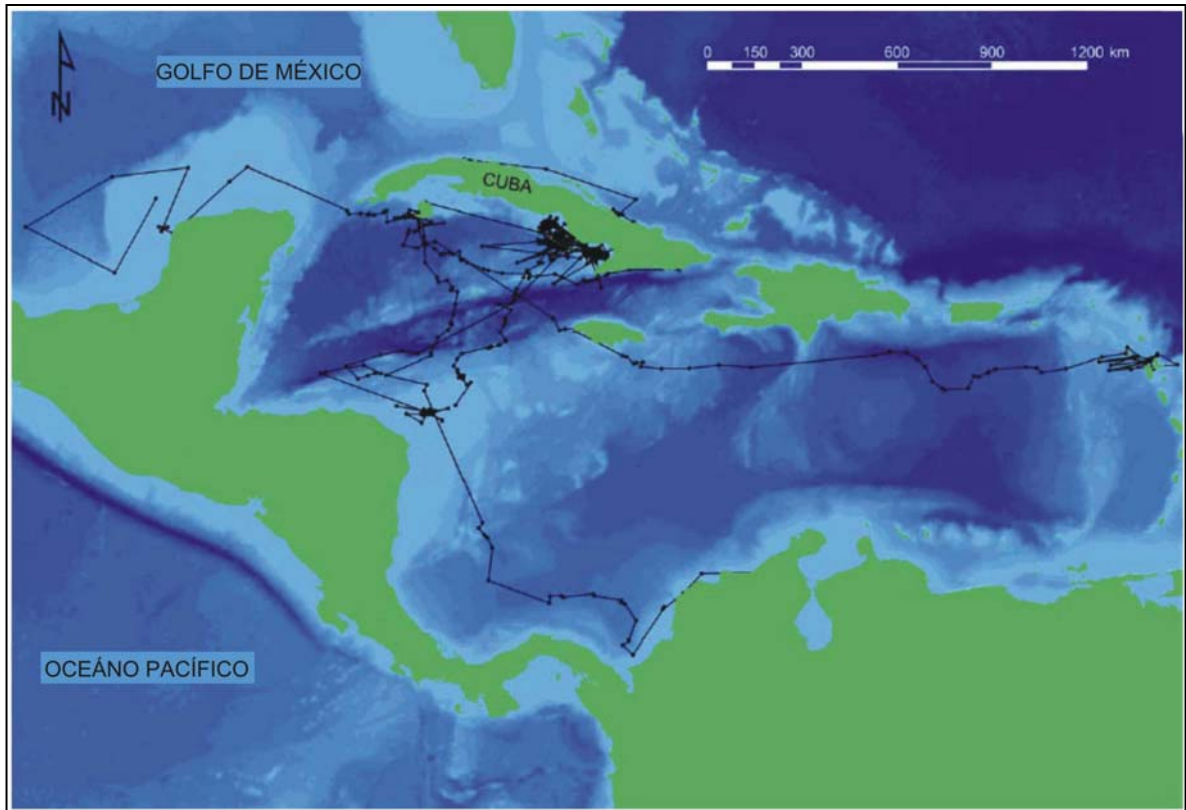


Fig. 26. Rutas migratorias seguidas por las 19 tortugas careyes rastreadas desde las aguas cubanas hasta diferentes regiones del Mar Caribe.

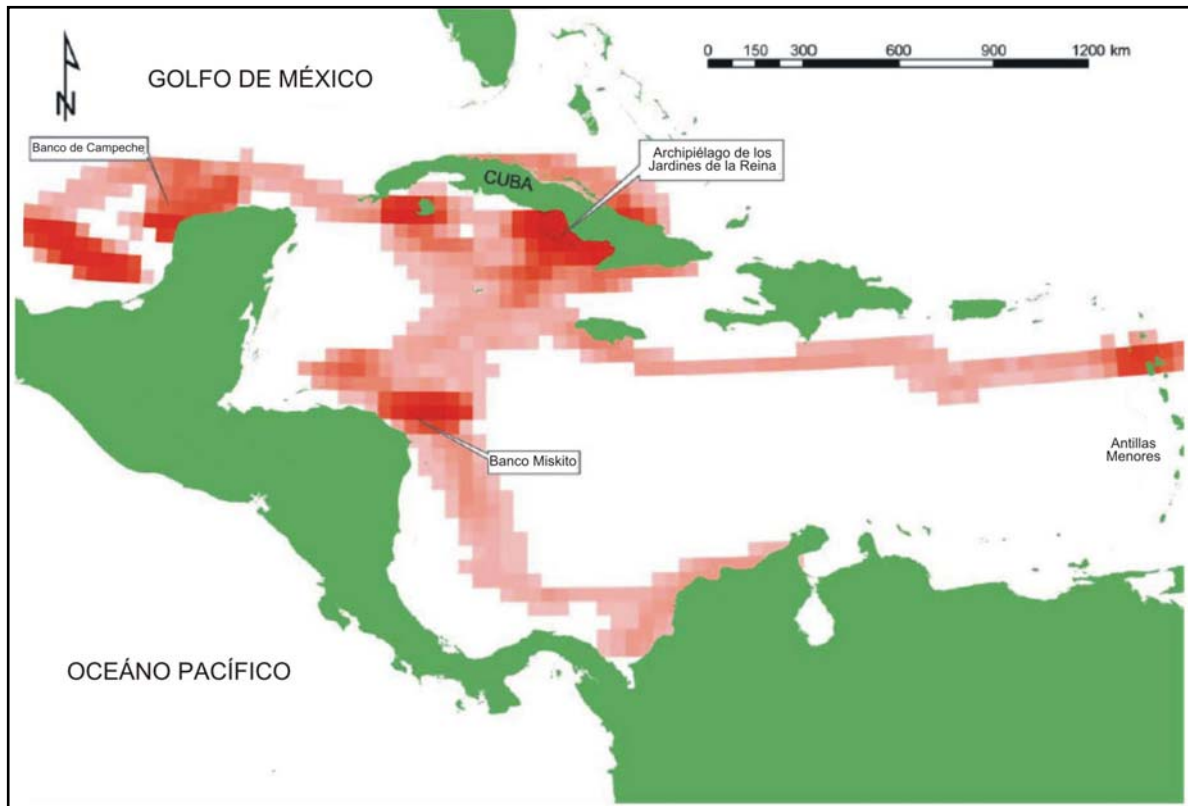


Fig. 27. Areas de arrecifes coralinos mas usadas por las tortugas careyes en la región del Mar Caribe.

Por otra parte, a partir de los datos de batimetría los rastreos permitieron mostrar también que los individuos estudiados pasaron la mayor parte de su tiempo en las aguas someras (< 100 m de profundidad) y que los mismos utilizaron casi todos los hábitats batimétricos disponibles en la región, atravesando las aguas profundas durante su tránsito entre los complejos de arrecifes coralinos mas importantes del Mar Caribe. (Fig. 26 y 27).

4. DISCUSIÓN

4.1 Tortuga verde

4.1.1 Composición por talla de las tortugas verdes marcadas y recapturadas.

El rango de tallas de las tortugas verdes marcadas en Cuba (excluyendo las marcadas en cautiverio), que incluyó longitudes entre 34 y 121 cm y el de las tortugas verdes procedentes de otras regiones recapturadas en las aguas cubanas; que abarcó tallas entre 31 y 120 cm, indican la presencia de ejemplares en fases de vida juveniles y adultos en los hábitats cubanos y que la talla a la cual se recluta esta especie en las áreas costeras de Cuba se encuentra en la clase de largo 30-34 cm.

4.1.2 Movimiento, distancia y velocidad.

Los datos de marca y recaptura mostraron que en la región nororiental, prevalece una dirección de movimiento hacia el este tanto para las tortugas juveniles como para las adultas, lo cual coincide con el conocimiento de los pescadores de esa región, que plantean que en esos sitios se capturan a las tortugas marinas interceptando sus movimientos de oeste a este cercanos a la costa (Moncada et al, 1998).

La corriente en la costa norte de Cuba se dirige de Oeste a Este en el verano y a la inversa en el invierno y en la costa sur de Este a Oeste todo el año (García 1990a, b; Fig. 26). Como la marcación tuvo lugar en los meses de verano, parece que aunque en general las tortugas marinas pueden nadar a favor o en contra de las corrientes (Meylan 1982a, b), las

tortugas marcadas y recapturadas en la región nororiental se desplazaron a favor de la corriente en dirección este hacia la Punta de Maisí. Cuando estas observaciones se combinan con el hecho de que un porcentaje de las tortugas marcadas en esta área fueron recapturadas más tarde en aguas foráneas o en la costa sur de Cuba, todo parece indicar que la costa norte de Cuba es un corredor migratorio para las tortugas verde en rutas o iniciando viajes hacia los hábitats destino de la costa sur de la plataforma cubana o hacia costas de otros países.

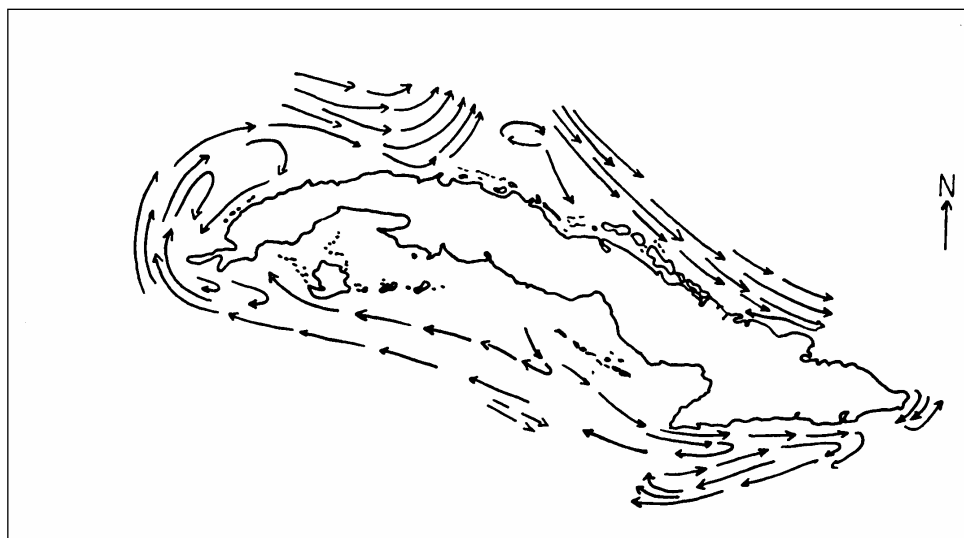


Figura 28. Mapa de Cuba con las corrientes marinas en meses de verano

Los movimientos de las tortugas hembras post-anidadoras, marcadas en Isla de la Juventud, fueron además en la misma dirección que las corrientes predominantes en la costa sur (García 1990a, b); sin embargo, contrastaron con las de la región nororiental al ser recapturadas dentro de una distancia relativamente corta al sitio de la anidación (<20 km)

en un periodo de 20-40 d, mostrando velocidades ($0.5-1.0 \text{ km d}^{-1}$) mucho mas bajas que las del resto de las tortugas verdes estudiadas. Estos resultados podrían ser parte de su patrón de movimiento durante su ciclo reproductivo (inter-anidación) en el cual viajan a menudo paralelamente a la costa y manteniéndose muy cerca de las playas de anidacion (Dizon y Balazs, 1982; Meylan 1982a).

Las distancias recorridas por las tortugas verdes marcadas en Cuba y recapturadas en otras áreas con una distancia máxima de 3,547 km, confirman una vez más las largas travesías migratorias de esta especie, reportadas por numerosos autores (Meylan 1982a) y resumidas por Hirth (1997).

En general las velocidades estimadas para las tortugas verdes no anidadoras marcadas y recapturadas en aguas cubanas tanto para los juveniles ($1.3-15.7 \text{ km d}^{-1}$) como para los adultos ($5.5-23.0 \text{ km d}^{-1}$) fueron bajas en comparación con las estimadas por otros autores para hembras post anidadoras con la misma metodología ($35-80 \text{ km d}^{-1}$ Schultz, 1975; 41.1 km d^{-1} Mortimer y Carr, 1987; $10-39 \text{ km d}^{-1}$ Solé, 1994). Resultados recientes obtenidos mediante rastreo por satélite han demostrado que las tortugas verdes siguen un patrón migratorio bifásico con velocidades relativamente altas cuando están cruzando las áreas pelágicas y mucho mas bajas durante su desplazamiento a lo largo de la costa (Hays et al., 2002). Bajo esta perspectiva los resultados obtenidos en este trabajo se encuentran dentro de los rangos observados, tanto para juveniles como para adultos de post-desove durante sus rutas costeras. Si asumimos constante la velocidad y la convertimos en km d^{-1} ($8.7-15.2 \text{ km d}^{-1}$ Kinzell, 2001; $14-43 \text{ km d}^{-1}$ Godley et al., 2002, $14-33 \text{ km d}^{-1}$ Hays et al., 2002; $2-24$

km d⁻¹ Godley 2003), estas velocidades podrían indicar que estas tortugas durante su paso por estos hábitats participan en actividades de forrajeo y no solamente de tránsito. Las velocidades estimadas de los datos de las tortugas recapturadas en el intervalo de 1 año de marcación y viajando a Nicaragua, Honduras y los Estados Unidos, fueron todas de menos de 25 km d⁻¹, bien siguiendo un desplazamiento rectilíneo o siguiendo la costa de Cuba y cruzando el canal de Yucatán.

4.1.3 Recapturas de las tortugas verdes marcadas fuera de Cuba.

Las recapturas de tortugas verdes marcadas en una amplia selección de poblaciones de esta especie en la región y recapturadas en la plataforma cubana, indican que los habitas cubanos constituyen importantes áreas para la alimentación; y a la vez constituyen un importante corredor migratorio dentro de la región, en donde convergen tortugas verdes de distintos rangos geográficos. Las recapturas ocurrieron prácticamente en todas las áreas de la plataforma cubana, lo cual pudiera ser una consecuencia de una suficiente disponibilidad de alimentos para las tortugas verdes que llegan a Cuba como tránsito o destino.

Estudios locales sobre algas y pastos marinos en Cuba, muestran un predominio de *Thalassia testudinum* y otras especies de algas, como principales alimentos de la tortuga verde (Hirth, 1997), las cuales se encuentran en alrededor del 70% del área de la plataforma cubana (Buesa, 1974; Jiménez y Ibarzabal, 1982; Suárez y Cortes, 1983; Jiménez y Alcolado, 1990) con diferentes densidades en las distintas regiones: 1,200 g/m² en la región noroccidental (Buesa, 1974) y entre 300-500 g/m² en la región nororiental, particularmente en el archipiélago de Sabana-Camagüey (Martínez-Darana et al., 1996). Valores

comparables han sido reportados para la región suroccidental (30-80 g/m² (peso seco) (Alcolado, 1990). No se encontró información disponible para la zona suroriental debido a que no se han investigado las densidades de los pastos en esa zona; sin embargo, los fondos de esa región muestran también áreas extensas de pastos marinos (Mercedes Cano, comunicación personal).

La distribución espacial de las recapturas de los diferentes orígenes de marcación (Tabla III) no parece ser aleatoria, sino que refleja factores intrínsecos y ambientales que se centran en cambios ontogenéticos espaciales (Musick y Limpus, 1997) y por tanto influyen en algunas de las rutas migratorias de al menos de una parte de las Tortugas Verdes del Mar Caribe hacia áreas específicas en el archipiélago cubano. La orientación, proximidad del sitio original y las características oceanográficas, pueden jugar un papel importante en la dirección de las rutas cuando las necesidades del desarrollo de las tortugas disparen sus movimientos de un hábitat al siguiente.

Las recapturas que se concentraron básicamente en la parte nororiental están asociadas a tortugas marcadas en Bermuda y las Bahamas, tanto de los hábitats de desarrollo de la tortuga verde (Bjorndal y Bolten, 1996; Meylan y Meylan, 1997) con reclutamiento de juveniles (alrededor de 30-80 cm SCL; Meylan et al. 1992; Lahanas et al., 1998). El elevado porcentaje de marcas de estos dos orígenes de marcación recapturados en Cuba y su concentración en la región nororiental (Tabla III), confirman que en general esas tortugas se dirigen al sur a los hábitats cubanos como tránsito hacia otros destinos finales para un desarrollo posterior o para una residencia por un tiempo determinado. Aunque no

se conoce que proporción de las tortugas procedentes de las Bahamas y las Bermudas establecen residencia en los hábitats costeros cubanos ni por cuanto tiempo, la talla predominante de las tortugas en la región nororiental (75-79 cm CCL, ver figura 2a) coincide con la talla general de las tortugas que emigran de las Bahamas y Bermuda (Meylan et al., 1992) a hábitats de desarrollo y pudiera indicar un influjo de esta clase de largo hacia esa región. Los resultados de las tortugas marcadas en Bermuda coinciden con los datos suministrados por el “Proyecto de Tortugas de Bermuda” en donde Cuba representa el segundo sitio internacional de recaptura más importante después de Nicaragua (Meylan et al., datos sin publicar) e implica que esas tortugas pueden estar utilizando los hábitats cubanos como rutas migratorias o hábitats de desarrollo secundario antes de que se muevan a los sitios de desarrollo secundario en Nicaragua

Por otra parte la concentración de recapturas de las clase de talla mas pequeñas de tortugas verde originadas en Gran Caimán en las regiones al sur de Cuba (Tabla III) probablemente resulten de la combinación de la proximidad y las corrientes oceánicas favorables que pueden ayudar al transporte de los juveniles head-started de los sitios de liberación hacia los hábitats de desarrollo en la costa sur de Cuba (Bell et al., 2005). Para este stock, el archipiélago cubano, (principalmente a lo largo de la costa sur) la muy alta proporción de marcas recapturadas en los hábitat cubanos (Tabla III y Bell et al., 2005) sugiere que estos actúan como el principal hábitat de desarrollo al menos para las clase de tallas pequeñas (30- 85 cm CCL). Además, las marcas de Gran Caimán que han sido recobradas en Nicaragua pero después de un periodo mas largo de tiempo pudiera significar que los

hábitats nicaragüenses se convierten en un hábitat secundario de desarrollo (Bell et al., unpub.data), posiblemente después de una fase inicial en Cuba.

En relación a las recapturas procedentes de México, los efectos de las corrientes oceánicas sobre una población específica pudieran ser significativos. Teniéndose en cuenta que los juveniles head-started liberados en Quinta Roo (Tabla III), alcanzaron tanto zonas al norte y sur de las costas de Cuba, es evidente la capacidad de algunas atravesar las fuertes corrientes del Canal de Yucatán, mientras que otras pudieran entrar en la corriente de lazo de la Florida antes de reclutarse a los sitios de la costa norte de Cuba. En cuanto a los adultos, resulta interesante que a pesar de que se emplearon esfuerzos de marcación similares en Quintana Roo, Yucatán y Campeche (Zurita et al., 1994; M. Garduño, V. Guzman, datos sin publicar), solo se hayan recapturado tortugas de Quintana Roo, y no se han reportado recapturas de los dos últimos sitios. Esto se debe posiblemente a que poblaciones anidadoras pudieran tener rutas migratorias preferentemente hacia los sitios de forrajeo de los cayos de la Florida, lo cual fue mostrado a través de tortugas seguidas por satélite (Garduño et al., 2000; Kinsel, 2001).

La proporción de las recapturas procedentes de Tortuguero fue relativamente baja al compararse con otros sitios de marcado (Anexo I), no obstante de ser ésta población la más abundante de la región (mas de 19,000 hembras anidadoras por año; Bjorndal et al., 1999) y la de mayor número de hembras anidadoras marcadas en estos años (> 30,000 desde 1980; S. Tröeng, datos no publicados, Anexo 2). Este resultado refleja que el uso de los hábitats cubanos por las tortugas que anidan en Tortuguero es secundario comparado con otras áreas

de forrajeo dentro del Mar Caribe. Las recapturas en Cuba de las hembras anidadoras de Tortuguero es apenas el segundo lugar en recapturas internacionales (alrededor del 3%) pero muy lejano del 90% de recaptura que ocurre en los Cayos Miskito afuera de las aguas de Nicaragua (S. Tröeng, datos no publicados) donde los pastos marinos son mas abundantes y extensos que en otras regiones (Carr et al., 1978).

La recaptura de hembras anidadoras procedentes de Isla Aves, (Tabla III), también mostró una baja proporción, lo cual pudiera deberse a que esas tortugas prefieren como áreas de forrajeo las aguas de la República Dominicana y de Nicaragua (Solé, 1994; V. Vera, datos sin publicar) en vez de los hábitats cubanos.

La baja proporción de marcas recapturadas de la Florida (Tabla III) procedentes del cautiverio pudiera explicarse a que los sistemas de corriente oceánicos a lo largo de los sitios de liberación conduzca a esos animales a otros habitats de desarrollo evitando los hábitats cubanos.

4.2 Tortuga Caguama

4.2.1 Composición por talla de las tortugas caguama marcadas y recapturadas.

La composición por tallas de las caguamas marcadas en Cuba (entre 63 y 120 cm) y la de las caguamas procedentes de otras regiones entre (68 y 104 cm) sugieren que a la plataforma cubana concurren individuos juveniles (por encima de 60 cm) fundamentalmente y adultos. La composición por tallas de las caguamas marcadas en las áreas de pesquería tradicional es una representación del intervalo de tallas para esta especie

observada en la plataforma cubana a partir de las pesquerías (Moncada y Nodarse, 1990). Teniendo en cuenta que las redes de pesca capturan en esas mismas áreas careyes y tortugas verdes menores al rango de talla de las caguamas capturadas (Moncada y Nodarse, 1990; Carrillo et al., 1998), la composición por talla de las caguamas observadas pudieran ser una representación de las tallas de las caguamas en los habitas cubanos, que al parecer comienzan a reclutarse en longitudes tallas entre 60 y 64 cm CCL. Por otra parte, la composición por tallas de las hembras anidadoras marcadas en la Playa el Guanal en la Isla de la Juventud refleja la composición por tallas de la población anidadora en esa playa durante los últimos 20 años (Nodarse et al., 2002).

4.2.2 Movimiento, distancia y velocidad

Las caguamas recapturadas, una al sur de la Isla de la Juventud (Punta de la Papaya) y otra al norte de Pinar del Río (Buenavista), que fueron marcadas en la región nororiental indicaron un movimiento hacia el oeste de donde fueron marcadas. Considerando que las tortugas marinas pueden nadar a favor o en contra de las corriente, los dos ejemplares pudieron haber realizado sus recorrido tanto por la costa norte como por la costa sur de la plataforma cubana en dependencia de la dirección que hayan tomado (este u oeste). Teniendo en cuenta que dos ejemplares marcados en Punta de Ganado (Nuevitas), fueron reportados a los pocos días viajando hacia el Este, y que otros dos marcados en Cobarrubias (Las Tunas), se encontraron en Punta de Ganado viajando en sentido contrario, se infiere que ejemplares marcados en la región nororiental nadaron hacia las dos direcciones. Como la marcación tuvo lugar en los meses del verano, cuando las corrientes en la costa norte se

dirigen de oeste al este (García, 1990a, b) esto indica que las caguamas recapturadas nadaron a favor y en contra de las corrientes en la costa del norte de Cuba.

Recapturas de caguamas marcadas en la región suroccidental sugieren también un movimiento en ambas direcciones, a favor y contra de las corrientes; lo cual fue indicado por el movimiento de un macho viajando en dirección este al inicio de la temporada reproductiva hacia las áreas de reproducción cercanas a la playa “El Guanabacoa”, y también por los movimientos de tres hembras postanadoras nadando en dirección contraria y en la misma que la de las corrientes predominantes en esa región (García, 1990a, b). Aunque a una distancia un poco mayor, estas hembras al igual que las tortugas verdes postanadoras estudiadas en la misma región, fueron recuperadas a una distancia relativamente corta al sitio de la anidación (< 68 kilómetros) en un período de 34-68 d, y mostrando velocidades mucho más bajas ($0.3-0.6 \text{ km d}^{-1}$) que las del resto de las caguamas estudiadas, por lo que también podrían ser parte de sus patrones de movimientos durante su ciclo reproductivo en el cual se mantienen próximas a la costa y cercanas a las playas de anidación. Al igual que para las tortugas verde, sus velocidades contrastaron con las estimadas para las caguamas en la costa norte.

Las velocidades estimadas para las caguamas no anadoras (juveniles y adultos) marcadas y recapturadas en aguas cubanas, también fueron bajas en comparación con las estimadas por otros autores empleando la misma metodología, como fue encontrado en la tortuga verde. Por ejemplo, muy inferior a la de una hembra que viajó desde la Florida hasta la costa norte de Cuba a una velocidad estimada de 70 km d^{-1} (Meylan et al., 1983), y a la de

un ejemplar juvenil que atravesó el Océano Atlántico desde Islas Canarias hasta el sur de la Isla de la Juventud (Cuba) a una velocidad de 45 km d^{-1} (Bolten et al., 1992).

Resultados obtenidos mediante rastreo por satélite muestran velocidades promedios entre $1.3 - 1.84 \text{ km/hr}$ (equivalente a $31.2 - 44.2 \text{ km d}^{-1}$), obtenidas por Wallace et al., (2000) en migraciones de caguamas nadando de Baja California a Japón, velocidades promedios de 1.2 km/hr (equivalente a 28.8 km d^{-1}) obtenidas por Bentivegna (2002) en el Mar Mediterráneo, que también resultaron mas altas a las de las caguamas estudiadas en la plataforma cubana. Velocidades un poco mas bajas entre $23.2 - 41.9 \text{ km d}^{-1}$, fueron obtenidas por Papi et al., (1997) a lo largo de la costa de Mozambique. Los valores bajos de las velocidades en las aguas cubanas pudieran reflejan también para esta especie un comportamiento típico costero de forrajeo y no solamente de tránsito.

En relación a la caguama recapturada en White Reef cerca de Nicaragua, después de la marcación al sur de la Isla de la juventud, demuestra que caguamas que anidan en el archipiélago cubano se dirigen a alimentarse a las extensas áreas de forrajeo existentes en las costas nicaragüenses, las cuales constituyen también un área de alimentación para esta especie (Lagueux, 1998).

4.2.3 Recapturas de tortugas caguamas marcadas fuera de Cuba.

Las recapturas de caguamas marcadas procedentes de otras áreas en las cuatro regiones de la plataforma cubana indican que los hábitats cubanos constituyen áreas de alimentación

y/o corredores migratorios para juveniles adultos de la tortuga caguama dentro del Atlántico Occidental.

Las recapturas agrupadas en la región noroccidental están asociadas principalmente a las caguamas marcadas en la Florida, lo cual pudiera ser una consecuencia de una adecuada disponibilidad de alimentos para esta especie en dicha región. El hecho de que en la región noroccidental se haya encontrado el mayor porcentaje de caguamas procedentes de otros sitios y que hacia esa zona se hayan desplazado caguamas marcadas en áreas de pesca de la región nororiental, sugiere que las caguamas en las aguas cubanas se desplazan principalmente hacia esa región; considerada como una zona rica en invertebrados bentónicos (Murina et al., 1969) reportados en la dieta de esta especie (Bjorndal, 1985; Dodd, 1988) o que utilicen esta área como tránsito hacia otras áreas de alimentación.

Las agregaciones de caguamas parecen obedecer a un patrón de migración relacionado con los hábitos alimentarios (Ramírez et al., 1991). Esto pudiera relacionarse con la ocurrencia de caguamas en la región noroccidental, que constituyó entre 1968 y 1994 la región de mayor volumen de captura de caguamas en toda la plataforma cubana (aproximadamente 50 % del total) (Moncada, 2000); periodo en el cual se recapturaron la mayoría de las caguamas procedentes de otras áreas.

Los datos de la marcaciones indican también que la mayoría de las caguamas recapturadas a lo largo de la costa norte fueron marcadas en playas de anidación de la Florida en los meses de mayo y julio, principalmente en este último, es decir en plena temporada

reproductiva. Teniendo en cuenta que las caguamas abandonan el área de anidación casi inmediatamente después de su última anidación (Schroeder et al., 2003) y que las recapturas procedentes de la Florida, con la excepción de una recapturada en mayo, fueron encontradas en Cuba entre los meses de septiembre y noviembre, es decir, después de terminada la temporada reproductiva, se infiere que las caguamas que anidan en la Florida, se dirigen a alimentarse a la plataforma cubana (Meylan, et al., 1983; Ehrhart et al., 2003; B. Schroeder, datos no publicados), fundamentalmente a la región noroccidental, en un movimiento de este a oeste en la costa norte de la isla.

Teniendo en cuenta que toda la costa cubana está considerada dentro de las mayores áreas de forrajeo en el Atlántico occidental (Ehrhart et al., 2003) y conociendo los sitios exactos de captura de las caguamas recapturadas en Cuba, se puede inferir que esta especie realiza sus movimientos migratorios cercanos a la costa en las aguas cubanas y que la costa norte de Cuba, pudiera constituir una ruta de tránsito de las caguamas procedentes de la Florida hacia la zona noroccidental de Cuba, ya sea para alimentarse o para continuar hacia otras áreas de forrajeo en la misma plataforma cubana o en otras áreas de la región. Este patrón de movimiento en la región nororiental fue observado con la ruta seguida por una caguama rastreada por satélite desde La Florida, que al arribar a la costa nororiental de Cuba comenzó a desplazarse en dirección oeste (B. Schroeder, datos no publicados).

Las recapturas de hembras postanadoras procedentes de Quintana Roo (México), en las regiones suroccidental y noroccidental muestran que caguamas de esos sitios de México también se dirigen a las costas cubanas cuando terminan la reproducción, principalmente a

la región suroccidental en donde son abundantes en moluscos y crustáceos (Gómez et al., 1980; Lalana et al., 1989) observados en contenidos estomacales de caguamas juveniles y adultas en esa región (Acevedo et al., 1984).

Las caguamas juveniles marcadas en aguas de Islas Canarias (84 cm LRC) y Mar Mediterráneo (España) (68 cm LRC) cruzaron el Océano Atlántico y fueron recapturadas en Cuba (Bolten et al., 1992 y Camiña y Moncada, 2005, respectivamente). El último desplazamiento representó el primer registro de una caguama procedente de los hábitats Mediterráneos en el área del Mar Caribe (Camiña y Moncada, 2005). Es ampliamente aceptado que las crías recién nacidas en la costa suroriental de los Estados Unidos, se trasladan a hábitats más protegidos en mantos de algas de *Sargassum* en mar abiertos. Estas son transportadas pasivamente por una prolongación de la Corriente del Golfo, la cual las traslada a la región oriental del Océano Atlántico. Después migran hacia el sur con el giro del Atlántico Norte, hacia las Azores y las Islas Canarias, (Bolten et al., 1998), para finalmente regresar en fase tardía juvenil con la corriente nor-ecuatorial hacia sitios de alimentación en hábitats costeros en el Atlántico occidental (Fig. 27) abundantes en alimentos como moluscos y crustáceos (Musick y Limpus, 1997). Considerando que un origen atlántico para algunas caguamas encontradas en aguas del Mediterráneo fue sugerido por Argano y Baldari (1983) y confirmado a través de estudios genéticos (Laurent et al., 1998; Rankin-Baransky et al., 2001; Bowen et al., 2004); es posible que la caguama procedente de aguas Mediterráneas recapturada en Cuba, estuviera de regreso a sus sitios de origen en el Atlántico Occidental, que en este caso pudiera ser el archipiélago cubano, si se tienen en cuenta que las muestras analizadas a través de DNA, procedentes de tres playas

de anidación en las regiones suroccidental y nororiental de Cuba (Solano, et al., 2003), indicaron la presencia de un haplotipo reportado en áreas de alimentación de Madeira (Atlántico este) y del Mar Mediterráneo, lo cual contribuye a la confirmación del origen de las caguamas en el Atlántico occidental.

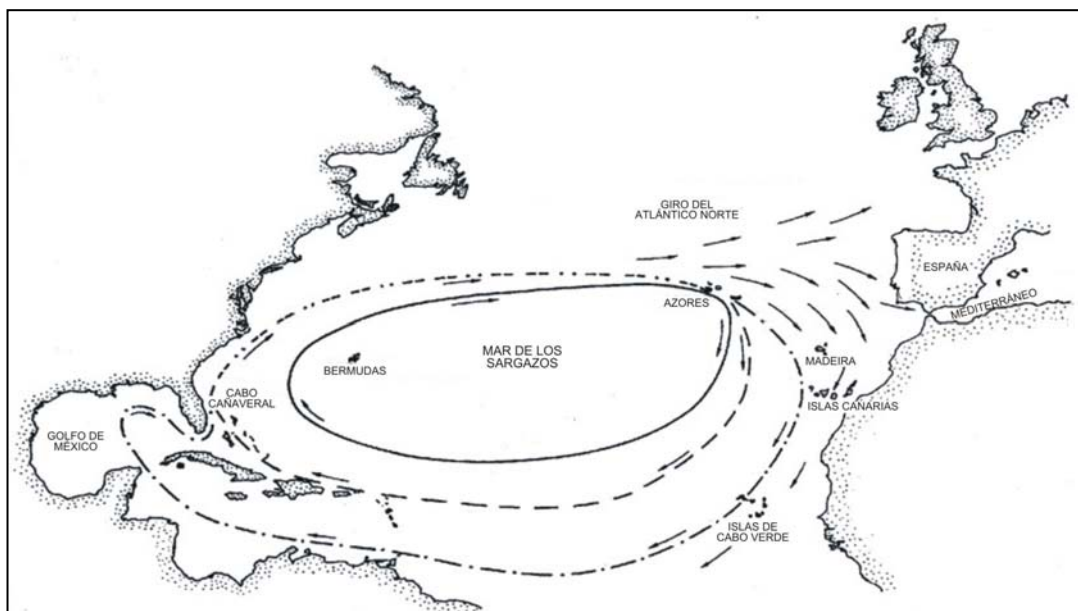


Figura. 29. Rutas de transporte oceánico las tortugas caguama juveniles. Fuente: Musick y Limpus, 1997 (adaptado de Carr, 1987)

Con relación al ejemplar juvenil marcado en Bahamas y localizado fuera de los límites de las aguas cubanas, solo se puede decir, que se trató de un ejemplar juvenil procedente de cautiverio, y que posiblemente se encontraba cerca de las costas cubanas siguiendo alguna ruta para su alimentación.

4.3 Tortuga Carey

4.3.1 Composición por talla de las tortugas careyes marcadas en Cuba

La composición por tallas de los careyes marcados en Cuba, que incluyó longitudes entre 19 y 95 cm, indica la presencia de ejemplares prácticamente en todas las fases de vida en las aguas cubanas, lo cual sugiere la disponibilidad de habitats adecuados para casi todas las clases de tamaño para esta especie. Aunque la talla menor observada es 19 cm, en realidad las tallas comienzan a ser bien representadas a partir de la clase de 20–24 cm, de largo indicando que a esas tallas los careyes se establecen en las áreas costeras del archipiélago cubano, después de terminar su vida pelágica. Estas coinciden con las planteadas por Carr (1980) y reportadas por Garduño (1994) en la Península de Yucatán y por van Dam y Diez, (1998), en Isla Mona, Puerto Rico.

4.3.2 Movimiento, distancia y velocidad

Los datos de marcado y recaptura mostraron que en la región nororiental los careyes pueden nadar en las dos direcciones (E y O), a favor y en contra de la corriente en esa región, pero predomina una dirección de movimiento hacia el Este tanto para los careyes juveniles como para los adultos, al igual que para la tortuga verde. Estos resultados concuerdan con los obtenidos a través del rastreo por satélite en esta misma región, que también indicaron un movimiento a lo largo y cercano de la costa hacia las dos direcciones. Combinando ambos resultados con el hecho de que un carey adulto marcado en esta región fue recapturado en la costa sur de Cuba (Cabo Cruz), todo parece indicar que la costa

nororiental cubana constituye también para la tortuga carey, un corredor o un área de tránsito en rutas o destinos hacia la costa sur de la plataforma cubana y/o hacia desplazamientos mas largos, al igual que lo constituye para la tortuga verde y la tortuga caguama.

En relación a los patrones de movimientos mostrados por los careyes en la costa sur, estos fueron diferentes a los de la región nororiental como se describe en los siguientes párrafos:

En la región suroccidental, los careyes juveniles (13) recapturados en el sur de la Isla de la Juventud se encontraron prácticamente en el mismo sitio de la liberación: 11 ejemplares se localizaron a distancias entre 0 y 0.5 km, 1 ejemplar a 5 km y el mas distante a 10 km aproximadamente. Considerando las tallas presentadas por el 85 % de estos ejemplares (22-40 cm, media = 29.2 ± 4.8) y las características de la zona donde fueron marcados y recapturados, este comportamiento parece estar relacionado con el tamaño y la fase de vida de estos careyes, los cuales son relativamente sedentarios en esa fase cuando encuentran un área adecuada de alimentación (Pritchard y Trebbau, 1984); siendo esto coincidente con estudios de alimentación realizados por Anderes, (datos no publicados), en careyes juveniles procedentes de esa misma región, que indicaron valores elevados de esponjas en los estómagos, principalmente *Chondrilla nucula* y *Chondrosia colletrix*, alimentos importantes de esta especie (Anderes y Uchida, 1994; Bjorndal, 1997; Leon y Bjorndal, 2002).

En cuanto a los adultos, los cuatro individuos (3 hembras y 1 macho) seguidos a través del satélite desde esa misma región, mostraron un comportamiento diferente. Todos indicaron movimientos largos desde el sur de la Isla de la Juventud: 3 hacia áreas fuera de la plataforma cubana y 1 que después de salir de la plataforma se incorporó nuevamente a hacia las aguas de Cuba. Estos movimientos en distintas direcciones desde la costa sur de la Isla de la Juventud, podría indicar que este sitio constituye un área de tránsito de careyes que se dirigen hacia aguas de otros países de la región del Mar Caribe.

Por otra parte, en la región suroriental (Cayos de las Doce Leguas) los resultados indicaron para los careyes juveniles (N = 33) un comportamiento bastante similar a los región suroccidental, y para los adultos (8 hembras y 11 machos) un comportamiento diferente a los de la región nororiental, al mostrar una alta permanencia en el sitio donde fueron marcados, indicando la posibilidad de que algunos careyes se mantengan dentro de la Cayería durante un tiempo considerable.

En el caso de los juveniles, las distancias y movimientos limitados observados en los careyes de los Cayos de las Doce Leguas y en los del sur de la Isla de la Juventud, son bastante coincidentes con las encontradas para careyes juveniles estudiados en la Isla de Mona, Puerto Rico, ($X=0.45 \pm 0.66$ km) (Van Dam y Diez, 1998) y en Jaragua (R. Dominicana) ($X=0.36 \pm 0.32$ km) (León y Diez, 1999), indicando que sus áreas de forrajeo ocupan un rango delimitado dentro de esas áreas aledañas (Thurston, 1976; ver además citas en Starbird et al., 1999). De los careyes juveniles procedentes de las Doce Leguas, dos individuos fueron localizados en aguas de Nicaragua y uno en aguas colombianas,

aproximadamente 4 años después de la marcación, lo cual puede indicar que los careyes juveniles en las áreas de los Cayos de las Doce Leguas que pueden residir allí por un periodo de tiempo, al igual que los estudiados en el sur de la Isla de la Juventud, pueden en algún momento pueden emigrar hacia otras áreas.

El hecho que los juveniles permanezcan en ciertas áreas por un tiempo prolongado, indica que las mismas constituyen un hábitat de desarrollo, en cuyas áreas bentónicas principalmente de arrecifes de coral se mantienen residentes (Carr et al., 1966), como parte de una fase inicial en su ciclo de vida (Pritchard y Trebbau, 1984). Considerando esto, y además las tallas presentes en los careyes juveniles estudiados al sur de la Isla de la Juventud y en los Cayos de las Doce Leguas, se puede afirmar que ambas áreas constituyen hábitats de desarrollo para esta especie en la plataforma cubana.

En el caso de los juveniles estudiados en los Cayos de las Doce Leguas, los resultados sugieren que pueden permanecer en las áreas de forrajeo de las Doce Leguas hasta cerca de 3 años y que teniendo en cuenta las recapturas en aguas de Colombia y Nicaragua que fueron recapturadas a los 3.9 años como promedio (1438 d), se hace evidente que pueden abandonar las áreas y migrar grandes distancias, para cumplimentar otras fases después de su fase inicial en Cuba. Estudios similares en Jaragua, (R. Dominicana) indicaron permanencias de hasta 5 años de los juveniles en sus áreas de desarrollo y juveniles que abandonaron las áreas de forrajeo dirigiéndose hacia aguas de Honduras y Colombia (Yolanda León, comunicación personal). Estos resultados sugieren que las áreas de Nicaragua, Colombia y Honduras pueden constituir rutas y/o destinos finales de careyes

que pasan su fase inicial en las áreas de Cuba y República Dominicana. Estudios sobre juveniles en Isla Mona y Monito (Puerto Rico) también indican que esos individuos permanecen sedentarios por periodos largos de tiempo (7 años) en las áreas de forrajeo de esos lugares, sin embargo, aunque no se encontraron individuos migrando hacia otras áreas, la evidencia genética indica que una vez que alcanzan la madurez, esos individuos pudieran iniciar su fase migratoria (Van Dam y Diez, 1998).

Con relación a los adultos marcados y recapturados en las Doce Leguas, (6 hembras y 10 machos), se observó que la mayoría también mostraron desplazamientos limitados, no pudiéndose inferir un movimiento predominante dentro de esa región, pero sí un alto grado de permanencia en el sitio de la marcación. Aunque dos individuos se localizaron fuera de la región, en extremos opuestos de la plataforma cubana, (sur de Guantánamo en la costa suroriental y sur de la Isla de la Juventud, en la región suroccidental) el hecho que hayan sido recapturados en periodos de tiempo muy largos después de la marcación (1509 y 921 días respectivamente), no permite asegurar que esos individuos hayan viajado en esas direcciones después de la marcación o si en el momento de la recaptura estaban llegando o saliendo de las aguas cubanas.

Las hembras postanadoras rastreadas por satélite, mostraron movimientos cortos en los Cayos de las Doce Leguas, así como la permanencia de tres ejemplares en esa región después de la anidación; lo cual confirmó los resultados previos obtenidos con marcas en las aletas. Además, mostraron movimientos largos hacia aguas costeras de otros países después de la anidación.

En general, los resultados obtenidos por diferentes autores revisados y recopilados por Meylan, 1982a; Witzell, 1983; Meylan, 1999 y UICN, 2002; evidenciaron que el carey en algunos casos migra largas distancias y en otros se comporta de manera estable o residente. Además, se tiene conocimiento de movimientos a largas distancias a partir de recuperaciones de marcas por otros autores (Parmenter, 1983; Hillis, 1995; Marcovaldi y Filippini, 1991) y de distancias cortas y largas de careyes rastreados por satélite (Byles y Swimmer, 1994; Miller, et al., 1998; Horrocks et al., 2001; Diez y van Dam, 2003).

Los resultados obtenidos en las aguas cubanas a través de marcas metálicas y por el rastreo por satélite, confirman también que esta especie efectúa movimientos largos (dentro y fuera de la plataforma cubana), y que por otro lado se mantienen prácticamente residentes dentro de una región durante un tiempo considerable (Cayos de las Doce Leguas).

Estos dos comportamientos concuerdan con estudios realizados en Cuba a partir del DNA: los movimientos en distintas direcciones desde la Isla de la Juventud y Nuevitas y principalmente los desplazamientos distantes desde el sur de la Isla de la Juventud, son consistentes con los resultados que mostraron muchos ejemplares dentro de las aguas cubanas que eran originarios de otras áreas de anidación del Mar Caribe, y los desplazamientos cortos en los Cayos de las Doce Leguas coincidieron con las contribuciones mayoritarias de colonias anidadoras de esa región, alimentándose en esa propia cayería (Díaz-Fernández et al., 1999; Espinosa et al., 1999).

Según Carr (1980) cuando la alimentación y la anidación son posibles en un área con las condiciones óptimas (temperaturas superiores a 15° C y disponibilidad de alimentos), no parece haber obligación ecológica para que los individuos emigren. Considerando la existencia de numerosas playas de anidación cercanas a las barreras coralinas en los Cayos de las Doce Leguas, la estabilidad térmica en las aguas de la región suroriental, alrededor de 28° C a lo largo del año (García, 1981; Carrodegua et al., 2001) y la presencia de la esponja *Chondrilla nucula* (Anderes y Uchida, 1994), hace evidente que estas áreas presentan condiciones óptimas para que el carey migre poco, cumpliéndose lo planteado por Carr (1980). Condiciones similares parecen también presentarse en áreas de la Península de Yucatán, en donde resultados obtenidos mediante rastreo por satélite y a través del DNA, han indicado la permanencia de esta especie en esa región (Byles y Swimmer, 1994; Gonzalez, 2004). Esta situación contrasta con las áreas de anidación en otros países donde los hábitats adyacentes son propicios para los individuos juveniles, pero no para los adultos (por ejemplo Puerto Rico, Antigua, Jamaica, Islas Vírgenes americanas), ya que las áreas donde existe el alimento resultan insuficientes para sostener cantidades de adultos, y por consiguiente las hembras normalmente emigran después de la anidación (Grahame Webb, comunicación personal).

Con relación a las velocidades de desplazamientos obtenidas del marcado-recaptura, en general fueron bajas en las tres regiones, y cercanas para los adultos a las presentadas por Meylan (1982a) con similar metodología. En el caso de los juveniles fueron muy similares para las regiones suroccidental y suroriental, que resultaron mucho más bajas que las de los adultos, lo cual parece lógico, si se tiene en cuenta que son juveniles en fase de

desarrollo, relativamente sedentarios en un área de residencia. En cuanto a los adultos, la velocidad estimada fue mayor para los de la región nororiental, lo cual obedece a que estos se encuentran en un área de corredor migratorio o área de tránsito en la costa nororiental cubana, en rutas o destinos hacia la costa sur de la plataforma cubana y/o hacia desplazamientos más largos, mientras que los careyes adultos estudiados en la región suroriental (Cayos de las Doce Leguas) se movieron más lentamente por encontrarse a un área de anidación con posibilidades de alimentación.

Las velocidades obtenidas en este estudio a través del rastreo por satélite también resultaron bajas, observándose que las hembras no anidadoras, tienden a viajar más rápido que las hembras anidadoras (Tabla VIII).

4.2.3 Recapturas de las tortugas careyes marcadas fuera de Cuba

Las recapturas de careyes marcados en diferentes fases de vida en poblaciones de esta región y recapturadas en la plataforma cubana, indican que los hábitats cubanos constituyen áreas de alimentación para organismos procedentes de otros sitios como ocurre con la tortuga verde y la caguama. Sin embargo, en el caso de la tortuga carey, además de la disponibilidad de alimentos en los arrecifes de corales cubanos, esta pudiera estar relacionada con las buenas condiciones de conservación en que se encuentran los mismos (WCMC, 1999). Datos basados en la información sobre los arrecifes coralinos en la región del Mar Caribe indican que de 35 unidades geopolíticas en la región, 19 presentan menos del 0.1% de área de arrecifes del Caribe, 9 poseen del 1 al 3%, uno entre el 3 y 5 % y las 6 restantes entre las cuales está Cuba, contienen más del 5 % de los arrecifes de la región

(Prieto, et al., 2001). A su vez, un análisis de estas 6 últimas unidades donde se concentra el mayor porcentaje de las áreas, indica que Cuba se encuentra entre las de áreas arrecifales mas extensas y en mejores condiciones (WCMC, 1999). Por lo que estas condiciones además de favorecer la permanencia de las hembras anidadoras en los arrecifes cubanos, pueden contribuir a que concurran careyes de otros sitios, lo cual concuerda con los resultados obtenidos a partir del DNA (Bass, 1999; Díaz-Fernández et al., 1999).

Cabe señalar que el número de recapturas de esta especie en aguas cubanas procedentes de otros sitios fue menor al encontrado para la tortuga verde y la tortuga caguama.

5. CONCLUSIONES

- 1) La composición por tallas de las tres especies de tortugas marcadas en aguas cubanas y procedentes de otras regiones recapturadas en Cuba; refleja que los diferentes hábitats de la plataforma cubana son propicios para el desarrollo de distintas fases del ciclo de vida de estas especies, y que sus tallas de reclutamiento comienzan entre 20-24 cm para la tortuga carey, 30-34 cm para la tortuga verde y 60-64 cm para la tortuga caguama.
- 2) Los resultados indican que la tortuga verde, la caguama y el carey nadan hacia las direcciones E y O, a favor y en contra de la corriente en las costas norte y sur de Cuba, prevaleciendo en la costa norte, un movimiento hacia el E para la tortuga verde y la tortuga carey (tanto juveniles como adultos) y un movimiento hacia el O para las tortugas caguamas adultas.
- 3) La costa norte de la plataforma cubana constituye una ruta migratoria para las tortugas verde, caguamas y careyes en ruta hacia hábitats o destinos en la costa sur de Cuba.
- 4) Las velocidades estimadas para juveniles y adultos de las tres especies estudiadas, fueron en general bajas en la plataforma cubana en comparación con las velocidades en otros sitios, indicando un comportamiento típico costero.

- 5) De las tortugas marcadas en Cuba, la tortuga verde presentó mayor tendencia a migrar hacia otras áreas, mientras que la tortuga carey mostró mayor permanencia en el sitio de la marcación.

- 6) La convergencia en aguas cubanas de tortugas juveniles y adultas de las tres especies estudiadas, procedentes de diversos lugares geográficos resaltan la importancia de los hábitats cubanos como áreas del forrajeo para sus distintas fases de desarrollo.

- 7) Los movimientos de los careyes en distintas direcciones desde la costa sur de la Isla de la Juventud, indicaron que ese sitio constituye un área de tránsito para irse a aguas costeras de otros países de la región del Mar Caribe.

- 8) Los resultados obtenidos para el carey con marcas metálicas y mediante el rastreo por satélite, indicaron que esta especie efectúa movimientos largos (dentro y fuera de la plataforma cubana), y también se mantiene residente en la región de los Cayos de las Doce Leguas durante un tiempo considerable.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alcolado, P. 1990. Aspectos ecológicos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó con especial referencia al bentos. En: Alcolado (ed). El Bentos de la Macrolaguna del Golfo de Batabanó. Editorial Academia, La Habana 129-157 pp.
- Acevedo, M., Gómez, O., Berovides V. 1984. Alimentación de tres especies de quelonios marinos en la plataforma suroccidental de Cuba. Rev. Invest. Mar.5: 29-35.
- Anderes, B. L., Uchida, I. 1994. Study of hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) stomach contents in Cuban waters Study of the hawksbill turtle in Cuba. Ministry of the Fishing Industry, Havana, Cuba. 27-40 pp.
- Argano, R., Baldari, F. 1983. Status of western Mediterranean sea turtles. Rapp. Comm. int. Mer Médit. 28: 233-235.
- Balazs, G. 1983. Recovery records of adult green turtles observed or originally tagged at French Frigate Shoals, Northwestern Hawaii Islands. U.S. Dept. of Commerce, NOAA Technical Memorandum. NOAA- TM- SWFC-36; 49 pp.
- Balazs, G., Craig H., Winton B., Miya R. 1994. Satellite telemetry of green turtles nesting at French Frigate Shoals, Hawaii, and Rose Atoll, American Samoa. In: K. A. Bjorndal, A. B. Bolten, D. A. Johnson, and P. J. Eliazar (eds.), Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, pp. 184-186. NOAA Technical Memorandum. NMFS-SEFSC-351.
- Bass, A. L. 1999. Genetic analysis to elucidate the natural history and behavior of hawksbill turtles, (*Eretmochelys imbricata*), in the Wider Caribbean: A review and re-analysis. Chelonian Conserv Biol. 3(2): 195-199.
- Bass, A., Witzell W. 2000. Demographic composition of immature green turtles (*Chelonia mydas*) from the east central Florida coast: evidence from mt-DNA markers. Herpetologica 56: 357-367.
- Bass, A., Good, D., Bjorndal, K., Richardson, J. Hillis, A., Harrocks, J., Bowen B. 1996. Testing models of females migratory behavior and population structure in the Caribbean hawksbills, *Eretmochelys imbricata*, with mt-DNA sequences. Mol. Ecol. 5(321-328).

- Bass, A. L., Lagueux, C., Bowen B. 1998. Origin of green turtles (*Chelonia mydas*) at “sleeping rocks” off the northeast coast of Nicaragua. *Copeia* 1998: 1064-1069.
- Bell, R., Richardson J. 1979. An analysis of tag recoveries from loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) nesting on Little Cumberland Island, Georgia. *Fla. Mar. Res. Publ.* 33: 20-24.
- Bell, C., Parsons, J. T. Austin, Broderick, A. C. Ebanks-Petrie, G., Godley, B. 2005. Some of them came home: Cayman Turtle Farm headstarting project. *Oryx* 39: 137-148.
- Benabib, M. 1992. Posibles líneas de investigación sobre tortugas marinas en México. *Bol. Soc. Herpetológica Mexicana*, 1: 51-58.
- Bentivegna, F. 2002. Intra-Mediterranean migrations of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) monitored by satellite telemetry. *Mar. Biol.* 141: 795-800.
- Bjorndal, K. A. 1985. Nutritional ecology of sea turtles. *Copeia* 1985: 736-751.
- Bjorndal, K.A. 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. *In: The biology of sea turtles* (ed. P.L. Lutz and J.A. Musick), pp. 199 -231. NewYork: CRC Press.
- Bjorndal, K. A., Bolten, A. B. 1996. Developmental migrations of juvenile green turtles in the Bahamas. *In: J.A. Keinath, D. Barnard, J. A Musick and B. A Bell. (comps.), Proceedings of the Fifteenth Annual Symposium on Sea Turtles Biology and Conservation*, p. 38. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-387.
- Bjorndal, K. A., Wetherall, J. A Bolten, A. B., Mortimer, J. A. 1999. Twenty-six years of nesting data from Tortuguero, Costa Rica: an encouraging trend. *Conserv. Biol.* 13:126-134.
- Bolten, A 1999. Techniques for measuring sea turtles. *In: K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois & 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.
- Bolten, A.B., Santana, J.C., Bjorndal, K.A. 1992. Transatlantic crossing by a loggerhead turtle. *Mar. Turtle Newsl.* 59: 7-8.
- Bolten, A.B, Bjorndal, K.A., Martins, H.R., Dellinger, T., Biscoito, M.J., Encalada, S.E., Bowen, B.W. 1998. Transatlantic developmental migrations of loggerhead sea turtles demonstrated by mtDNA sequence analysis. *Ecology Application* 8: 1-7.

- Bowen B.W. 1995. Tracking marine turtles with genetic markers: Voyages of the ancient mariners. *Bioscience*, 45, 528-534.
- Bowen B.W., Abreu-Grobois F.A., Balazs G.H., Kamezaki, N., Limpus, C.J., Ferl, R.J. 1995. Trans-Pacific migrations of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) demonstrated with mitochondrial DNA markers. *Proc Natl Acad Sci USA* 92: 3731-3734.
- Bowen B.W., Bass, A.L., Chow, S.M., Bostrom, M., Bjorndal, K. A., Bolten, A.B., Okuyama, B. M, Epperly, S., LaCasella E., Shaver, D., Dodd, M., Hopkins-Murphy, S.R., Musick, J.A., Swingle, M., Rankin-Baransky K., Teas, W., Witzell, W.N., Dutton P.H. 2004. Natal homing in juvenile loggerhead turtles (*Caretta caretta*). *Mol. Ecol.* 13: 3797-3808.
- Broderick, D., Moritz, C., Millar, J., Guinea, M., Prince, R., Limpus, C. 1994. Genetics studies of the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* : evidence for multiples stocks en Australia waters. *Pacif. Conserv. Biol.* Pp. 123-131.
- Buesa, J. 1974. Population and biological data on turtle grass (*Thalassia testudinum*, Konig, 1805) on northwestern Cuban shelf. *Aquaculture* 4:207-226.
- Burnell-Herker, J. 1974. Returns of green turtles (*Chelonia mydas*, Linnaeus) tagged at Bermudas. *Biol. Conservation* 6: 3307-3308.
- Byles, R. 1989. Satellite telemeter of kemp's ridley sea turtles, *Lepidochelys kempi*, in the Gulf of México. *In: Proceeding of the Ninth Annual Workshop on Sea Turtle Conservation and Biology.* Pp. 25-26.
- Byles, R. A., Swimmer, Y. B. 1994. Post-nesting migration of *Eretmochelys imbricata* in the Yucatan Peninsula. *In: Proceedings of the 14th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation* (ed. K. A. Bjorndal, A. B. Bolten, D. A. Johnson and P. J. Eliazar), p. 202. U.S. Department of Commerce, NOAA Tech Memo NMFS-SEFSC-351.
- Calwell, D., Carr, A. 1959. The Atlantic loggerhead sea turtle, *Caretta caretta* (L), in America *Bull. Fla. State Mus.* 4(10): 229-241.

- Camiña, J.A., Moncada, F. 2005. The Spanish Marine Turtle Tagging Program: international implications for the loggerhead stocks conservation. Mediterranean Conference on Sea Turtles. Kemer, Turkey. May 2005.
- Carr, A. 1980. Some problems of sea turtle ecology. *Am Zool* 20: 489-498.
- Carr, A. 1986. Rips, FADS and little loggerheads. *BioScience* 36: 92-100.
- Carr, A. 1987. New perspectives on the pelagic stage of sea turtle development. *Conserv. Biol.* 1(2): 102-121.
- Carr, A., Giovannoli, L. 1957. The ecology and migrations of sea turtles, 2. Results of field work in Costa Rica, 1955. *Amer. Mus. Novitates*, (1835), 1-32.
- Carr, A., Hirth, H., Ogren, L. 1966. The ecology and migrations of sea turtles, 6. The hawksbill turtle in the Caribbean Sea. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 8:161-172.
- Carr, A., Carr, M. H., Meylan, A. 1978. The ecology and migrations of sea turtles, 7. The west Caribbean green turtle colony. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 162:1-40.
- Carrillo E., Moncada, F. 1998. Annex 1. Cuban sea turtles. *Rev. Cub. Investig. Pesq.* 22: 59-60.
- Carrillo, E., Moncada, F., Elizalde S., Nodarse, G., Perez, C., Rodríguez, A. 1998. Annex 4. Historical harvest, trade and sampling data. *Rev. Cub. Investig. Pesq.* 22: 75-88.
- Carrodegua, C, Arencibia G y Capetillo, N. 2001. Consideraciones sobre el estado ambiental de los arrecifes coralinos cubanos. Presentado en II Taller Internacional Contaminación y Protección del Medio Ambiente. C. Habana, 24 al 27 de abril del 2001.
- CITES. 1985. Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora. Appendices I and II. August 1 of 1995. Appendix III. August 18, 1981. Washington. D.C.
- de Silva, G.S. 1986. Turtle tagging and international tag returns for Sabah, East Malaysia. *Sarawak Museum Journal* 36: 263-272.
- Díaz-Fernández, R., Okayama T., Uchiyama, T., Carrillo E., Espinosa, G., Márquez, R., Diez, C., Koike, H. 1999. Genetic sourcing for the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* in the Northern Caribbean region. *Chelonian Conserv Biol* 3: 296-300.

- Diez, C. E., van Dam, R. P. 2003. Mona and Monito Island Hawksbill Turtle Research Project- Research Report for 2003. Technical report submitted to U.S. National Marine Fishery Service and Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico. 26 pp
- Dizon, A. E., Balazs, G. H. 1982. Radio telemetry of Hawaiian Green Turtles at their breeding colony. *Mar. Fish. Rev.* 44:13-20.
- Dodd CK, Jr. 1988. Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758). U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 88(14), 110 p.
- Ehrhart, L.M., Bagley D.A., Redfoot, W.E., 2003. Loggerhead turtles in the Atlantic Ocean: geographic distribution, abundance, and population status. *In: A.B. Bolten and B.E. Witherington (eds.). Loggerhead Sea Turtles. Smithsonian Books, Washington, DC, pp 157-174.*
- Engstrom, T. N., Bradley, W. G., Gray, J. A., Meylan, A. B., Meylan, P. A. and Roess W. B. 1998. Genetic identity of green turtles in Bermuda waters. *In: S.P. Epperly, and J. Braun (comps.), Proceedings of the Seventeenth Annual Sea Turtle Symposium, p. 50. NOAA Technical Memorandum. NMFS-SEFSC-415.*
- Engstrom, T. N., Meylan, P. A., Meylan, A. B. 2002. Origin of juvenile loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in a tropical developmental habitat in Caribbean Panamá. *Anim Conserv* 5: 125-133.
- Espinosa, G., Hernández, G., Díaz, R., Sasaki, H., Moncada, F. 1999. Estudio del polimorfismo proteico y del DNA mitocondrial en la tortuga carey *Eretmochelys imbricata*. *Rev. Invest. Mar.* 20: 59-67.
- Fernández, W. 1968. Sobre exploraciones y marcaciones de especímenes de quelonios. Archivo. Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera, La Habana, Cuba.
- Frazier, J. 1999. Community Based Conservation. *In: K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois & 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.*

- García, C. 1981. Temperatura de las aguas oceánicas de Cuba: I. Aguas superficiales. Rev. Cub. Investig. Pesq. 6: 1-15.
- García C 1990a. Dos años de trabajo. B.I.C. Ulises. Folleto Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera, La Habana, Cuba. 17 pp.
- García, C. 1990 b. Oceanografía de la Región Norcentral de Cuba y su relación con las larvas de langosta (*Panulirus argus*). Folleto Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera, La Habana, Cuba.
- Garduño, M. A., Márquez, R. 1994. Tagging and returns of hawksbill sea turtle in Las Coloradas, Yucatan, Mexico *In*: Proceeding of the International Workshop on the Management of Marine Turtles'94. 28-30 March, 1994, Tokyo.
- Garduño, M., Maldonado, A., Márquez, R., Schroeder, B., Balazs, G. 2000. Satellite tracking of an adult male and female green turtle from Yucatan in the Gulf of Mexico. *In*: Kalb, H. and T. Wibbels (comps.), Proceedings of the Nineteenth Annual Sea Turtle Symposium. Pp. 158-159.
- Garmin 1999. Software Map Source V.3.02 (GPS). USA.
- Godley, B. J., Broderick, A. C., Moraghan, S. 1999. Short-term effectiveness of passive integrated transponder (PIT) tags used in the study of Mediterranean marine turtles. *Chelonian Conserv. Biol.* 3: 477-479.
- Godley B. J., Richardson, S., Broderick, A. C., Coyne, M. S., Glen, F. and Hays, G. C. 2002. Long-term satellite telemetry of the movements and habitat utilization by green turtles in the Mediterranean. *Ecography* 25:352-362.
- Godley, B.J., Lima, E.H.S.M., Åkesson, S., Broderick, A.C., Glen, F., Godfrey, M.H., Luschi, P., Hays, G.C. 2003. Movement patterns of green turtles in Brazilian coastal waters described by satellite tracking and flipper tagging. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 253:279-288.
- Gómez, O., Ibarzabal D., Silva, A. 1980. Evaluación cuantitativa del bentos en la región suroccidental de Cuba. *Inf. Científ. Tecn. Oceanol.* 149: 1-25.
- González, I. 2003. Análisis genético poblacional de las tortugas carey (*Eretmochelys imbricata*) en sitios de alimentación en aguas del Estado de Campeche, México.

- TESIS para obtener el grado académico de: MAESTRA EN CIENCIAS (Biología Marina). UNAM noviembre 2003. 97 pp.
- Gorham, J. C., Bresete, M. J., Peery, B. D. 1998). Comparative tag retention rates for two styles of flippers tags. *In*: Epperly, S. P. and Braun, J. (compilers), of the Proceedings of the Seventeenth Annual Sea Turtle Symposium. U.S. Dep. Commer. NOAA-Tech Memo. NMFS-SEFSC-415, pp 179-182.
- Green, D. 1984. Long-distance movements of Galapagos green turtles. *J. Herpetol.* 18: 121-130.
- Groombridge, B., Luxmoore, Y.R. 1989. The Green Turtle and Hawksbill (Reptilia: Cheloniidae): World Status, Exploitation, and Trade. CITES Secretariat, Lausanne, Switzerland.
- Harrison, T. 1956. Tagging green turtles, 1951-1956. *Nature*, vol. 178.
- Hays G.C, Broderick, A.C., Godley, B.J., Lovell, P., Martin, C., McConnell, B. J., Richardson, S. 2002. Biphasal long-distance migration in green turtles. *Anim. Behav.* 64:895-898.
- Hendrikson, J.R and Hendrikson, L.P. 1980. Living tags for sea turtles NOAA, National Marine Fisheries Service, Southwest Fisheries Center, Honolulu, Hawaii, 30 pp.
- Hillis, Z. 1995. Characteristic breeding biology of the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) at Buck Island Reef National Monument, St. Croix, U. S. Virgin Islands. *En*: Proceeding of the International Workshop on the Management of Marine Turtles'95. 8-10 March, 1995, Tokyo.
- Hillis-Starr, Z., Coyne, M., Monaco, M. 2000. Buck Island and back - hawksbill turtles make their move. *In*: Kalb HJ, Wibbels T (eds.) Proceedings of the Nineteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. US Department of Commerce, National Oceans and Atmospheric Administration, NOAA Technical Memo NMFS-SEFFSC-443, Washington, D.C. Pp. 159.
- Hirth, H. 1997. Synopsis of biological data on the green turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus) 1758. Biological Report. August 1997. Fish and Wildlife Service, U.S Department of the Interior.

- Horrocks, J.A, Vermeer, L.A., Krueger, B., Coyne M., Schroeder B.A., Balazs G. H. 2001. Migration routes and destination characteristics of post-nesting hawksbill turtles satellite-tracked from Barbados, West Indies. *Chelonian Conserv Biol* 4: 107-114.
- Huff, J. 1989. Florida (USA) Terminates Headstart Program. *Mar. Turtle Newsl.* 46:1.
- Hughes, GR., Luschi, P., Mencacci, R., Papi, F. 1998. The 7000 km oceanic journey of leatherback turtle tracked by satellite. *Journal of Experimental Marine.*
- IUCN. 2002. Hawksbill Turtles in the Caribbean Region: Basic Biological Characteristics and Population Status. CITES Wider Caribbean Range State Hawksbill Turtle Dialogue Meetings. www.cites.org, Status and Biology of Hawksbill turtles in the Caribbean, CITES.
- Jiménez, C. E. and Ibarzabal, D. 1982. Evaluación cuantitativa del mesobentos en la plataforma nororiental de Cuba. *Ciencias Biológicas.* 7: 53-69.
- Jiménez, C., and Alcolado, P.1990. Características del macrofitobentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó. *In: P. Alcolado (ed.). El Bentos de la Macrolaguna del Golfo de Batabanó.* Pp: 129-157.
- Kamezaki, N., Miyawaki, I. Suganuma, H., Omuta, K., Nakajima, Y., Goto, K., Sato, K., Matsuzawa, Y., Samejima, M., Ishii, M., Iwamoto, T. 1997. Postnesting migration of Japanese loggerhead turtle, *Caretta caretta*. *Wildlife Conservation Japan* 3: 29-39
- Karl, S. A., Bowen, B. W. 1999. Evolutionary significant units versus geopolitical taxonomy: molecular systematics of an endangered sea turtle (genus *Chelonia*). *Conserv. Biol.* 13: 990.
- Kinzel, M. 2001. Satellite tracking of green sea turtles in the Gulf of Mexico. *Argos Newsletter.* No 58 September 2001:4-7.
- Lanyon, J. M., Limpus, C.J., Marsh, H. 1989. Dugongs and turtles grazers in the seagrass system. *In: Biology of seagrass.* Larkem, A. W. D., Mc Comb, A. J., Sheperd, S. A. Elsevier, New York, pp 610-634.
- Lagueux, C. J. 1998. Marine turtle fishery of Caribbean Nicaragua: human use patterns and harvest trends Ph.D. thesis. Univ. of Florida, Gainesville, 215 pp.

- Lahanas, P., Bjorndal, K., Bolten, A., Encalada, S., Miyamoto, M., Valverde, R., Bowen, B. 1998. Genetic composition of a green turtle (*Chelonia mydas*) feeding ground population: evidence for multiple origins. *Mar. Biol.* 30: 345–352.
- Lalana, R., Capetillo, N., Brito, R., Díaz, E., Cruz, R. 1989. Estudio del zoobentos asociado a *Laurencia intricada* en un área de juveniles de la langosta *Panulirus argus*, al SE de la Isla de La Juventud, Cuba. *Rev Invest Mar* 10 (3): 207-217.
- Laurent, L., Casale, P., Bradai, M.N., Godley, B.J., Gerosa, G., Broderick, A.C., Schrierwater, B., Levy, A.M., Freggi, D., Abdel-Mawla, E.M., Hadoud, D. A., Gomati, H.E., Domingo, M., Hadjichristophosou, M., Kornaraky, L., Demirayak, F., Gautier, C.H. 1998. Molecular resolution of marine turtle stock composition fishery bycatch: a case study in the Mediterranean. *Mol. Ecol.* 7: 1529-1542.
- León, Y., Diez, C. 1999. Population structure of hawksbill turtles on a foraging ground in the Dominican Republic. *Chelonian Conserv Biol* Vol. 3 (2): 230-236.
- León, Y., Bjorndal K. 2002. Selective feeding in the hawksbill turtle, an important predator in coral reef ecosystems. *Mar Ecol Prog Ser.* Vol. 245: 249–258.
- Limpus C.J, Limpus D.J. 2001. The loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in Queensland: breeding migrations and fidelity to a warm temperate feeding area. *Chelonian Conserv Biol* 4(1): 142-153.
- Limpus, C. J., Miller, J.D., Parmenter C. J., Reimer, D., MaLachlan, N., Webb, R. 1992. Migration of green (*Chelonia mydas*) and loggerhead (*Caretta caretta*) turtles to and from eastern Australian rookeries. *Wildl Res* 19: 347-358.
- Mac Donald, D. L., Dutton, P. 1994. Tag retention in leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) at Sandy Point, St. Croix, USVI. In: Schroeder, B. A. Witherington, B.E. (comps.), *Proceedings of the Thirteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA. Tech. Memo. NMFS-SEFSC-341, pp 253.
- Mac Donald, D. L Dutton, P. H. 1996. Use PIT tag and photoidentification to revise remigration estimates of leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) nesting in Croix, U.S. Virgin Islands, 1979-1985. *Chelonian Conserv. Biol* 2: 148-152.
- Manolis, C., Carrillo, E., Webb, G., Koike, H., Díaz- Fernández, R., Moncada, F. Meneses, A. Nodarse, G. Espinosa, G., Baker, B. 2000. Research update on the Cuban

- hawksbill turtle program. Proceedings of the Eighteenth International Sea Turtles Symposium. U.S. Dep. Commer. NOAA. Tech. Memo NMFS-SEFSC.
- Manton, M., Carr A., Ehrenfeld. D., 1972. Chimoreception in the migratory sea turtle, *Chelonia mydas*. Biol. Bull., 143 (1): 184- 195.
- Marcovaldi, M. A., Filippini, A. 1991. Trans-Atlantic movement by a juvenile hawksbill turtle. Mar. Turtle Newsl. 52: 3.
- Márquez, 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. La Ciencia desde México-144. Fondo de Cultura Económica, México.
- Martínez-Darana, B., Jiménez, C., Alcolado, P. 1996. Prospección del Macrofitobentos de los fondos blandos del Archipiélago Sabana – Camaguey, Cuba. Avicennia 415: 77-88.
- Mendoca, M. T. 1983. Movements and feeding ecology of immature green turtles (*Chelonia mydas*) in a Florida lagoon. Copeia 1983:1013-1023.
- Meylan, A. 1982a. Sea turtle migration-evidence from tag returns. *In*: K. Bjorndal (ed.), Biology and Conservation of Sea Turtles. Smithsonian Institution, Washington, D.C. Pp. 91-100.
- Meylan, A. 1982b. Behavioral ecology of the West Caribbean green turtle (*Chelonia mydas*) in the interesting habitat. *In*: K. Bjorndal (ed.), Biology and Conservation of Sea Turtles, Smithsonian Institution Press, Washington D.C. Pp. 67-80.
- Meylan, A. 1999. International movements of immature and adult hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in the Caribbean region. Chelonian Conserv Biol 3: 189-194.
- Meylan, P. A., Meylan, A. B. 1997. Corroboration of the developmental habitat hypothesis for marine turtles. *In*: S.P. Epperly and J. Braun (eds.), Proceedings of the Seventeenth Annual Sea Turtle Symposium, p. 68. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-415.
- Meylan, A, Bjorndal, K. Turner, B. J. 1983. Sea turtles nesting at Melbourne Beach, Florida. II, Postnesting movements of *Caretta caretta*. Biol. Conservation 26:79-80.
- Meylan, A. B., Meylan, P. A., Frick, H. C., Burnett-Herkes J. N. 1992. Population structure of green turtles (*Chelonia mydas*) on foraging grounds in Bermuda. *In*: M. Salmon,

- and J. Wyneken (comps.), Proceedings of the Eleventh Annual Sea Turtle Symposium, p. 73. NOAA Technical Memorandum. NMFS-SEFSC-302. Meylan, A.B., Bjorndal K. A, and Turner B. J. 1983. Sea turtles nesting at Melbourne Beach, FloridaII. Post-nesting movements of *Caretta caretta*. Biol Conserv 26: 79-90.
- Miller J. D, Dobbs K. A, Limpus C. J, Mattocks N, Landry A. M. 1998. Long-distance migrations by the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, from north-eastern Australia. Wildl Res 25: 89-95.
- Moncada, F. 1993. Migraciones de las tortugas marinas en la plataforma cubana. Resultados preliminares. Revista de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera, La Habana, Cuba. Rev. Cub. Investig. Pesq. 18:12-15.
- Moncada, F. 2000. Impact of regulatory measures on Cuban marine turtles fisheries. *In*: Abreu-Grobois A., R. Briseño-Dueñas, R. Márquez, and L. Sarti. (comps.), Proceedings of the Eighteenth International Sea Turtle Symposium. NOAA-TM-MFS-SEFSC-436. pp 108-109.
- Moncada F., Nodarse G. 1990. Composición por largo y talla de madurez sexual en las tortugas marinas en Cuba. En: Resúmenes II Congreso de Ciencias del Mar, Marcuba'90. Diciembre, 1990. C.Habana, Cuba.
- Moncada F, Carrillo E, Elizalde S, Nodarse G, Anderes B, Scantlebury C, Alvarez A, Rodríguez, A.1996. Migración de las Tortugas Marinas en la Plataforma Cubana. *In*: Keinath J. A, D. Barnard, J. A Musick and B. A. Bell. (comps.), Proceedings of the Fifteenth Annual Symposium on Sea Turtles Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-387, pp 210-212.
- Moncada F., Koike H., Espinosa G., Manolis C., Pérez C., Nodarse G., Tanabe S, Sakai H.,Webb, G., Carrillo E., Díaz R., y Tsubouchi T. 1998. Movimiento e Integridad de la Población. Rev. Cub. Investig. Pesq. Vol. 22. (1).
- Moncada, F., Rodríguez, A. M., Márquez, R., and Carrillo E. 2000. Report of the olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Cuban waters. Mar. Turtle Newsl. 90:13-15.
- Mortimer, A., Carr, A. 1987. Reproduction and Migrations of the Ascension Island green turtle (*Chelonia mydas*). Copeia 1987: 103-113.

- Mrososwsky, N. 1978. Animal migration, navigation and homing. Symposium Held at the University of Tubingen, August 17-20, 1977.
- Murina, V., Chujchin V.D., Gómez A.O., Suárez, G. 1969. Distribución cuantitativa de la macrofauna bentónica del sublitoral superior de la plataforma cubana (región noroccidental). Acad. Cien. Cuba, Ser. Oceanol. 6: 1-14.
- Musick, J., A., Limpus C. J. 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: P.L. Lutz and J.A. Musick (eds). The biology of sea turtles. CRC Press, New York, pp 137-163.
- Nichols, W. J., Resendiz, J., Seminoff, J.A., Resendiz, B. 2000. Transpacific migration of a loggerhead turtle monitored by satellite telemetry. Bull Mar Sci 67: 937-947.
- Nishimura, S. 1964. Considerations on the migration of the leatherback turtle, *Dermochelys coriacea* (L) in Japanese and adjacent waters. Publ. Seto Mar. Biol. Lab. 12(2):61-73.
- Nodarse, G., Moncada, F., Meneses, A., Rodríguez, C. 2002. Monitoring of Loggerhead Turtle (*Caretta caretta*) Nesting on the South Coast of the Isla de la Juventud Cuba. In: Mosier, A., A. Foley, and B. Brost (comps.), Proceedings of the Twentieth Annual Sea Turtle Symposium. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-477, pp. 98-100.
- Papi, F., Luschi, P., Crosio, E., Hughes, G.R. 1992. Satellite tracking experiments on the navigational ability and migratory behaviour of the loggerhead turtle *Caretta caretta*. Mar. Biol. 129: 215-220.
- Parmenter, C. J. 1983. Reproductive migration in the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*). Copeia 1983:271-273.
- Pritchard, P.C.H. 1976. Post-nesting movements of marine turtles (Cheloniidae and Dermochelyidae) tagged in the Guianas. Copeia 1976: 749-754.
- Pritchard, P., Trebbau, P. 1984. Turtles of Venezuela. Society for the study of Amphibians and Reptiles. 403 pp.
- Prieto, A., Moncada, F., Nodarse, G., Puga, R., de León M.E., Díaz-Fernández R., Espinosa, G., Castillo, D., Hernández, M., Peregrin, E., de Arazoza M., Salabarría, D., Morales, E., Webb, G., Manolis, C., Gomez, R. 2001. Biological and ecological aspects of the hawksbill turtle population in Cuban waters. Report from the

- Republic of Cuba. First CITES Wider Caribbean Hawksbill Turtle Dialogue Meeting, Mexico City.
- Ramirez-Cruz, J.C., Peña-Ramirez, I., Villanueva-Flores, D. 1991. Distribución y abundancia de la tortuga perica, *Caretta caretta* Linnaeus (1758), en la costa occidental de Baja California Sur, México. *Archelon* 1(2):1-4.
- Rankin-Baransky, K, Williams C., J, Bass A. L., Bowen B. W., Spotila J. R. 2001. Origin of loggerhead turtles stranded in the northeastern United States as determined by mitochondrial DNA analysis. *J. Herpetol.* 35: 638-646.
- Schmidt, C. 1916. Marking experiments with turtles in the Danish West Indies. *Medel. Komm. Havund. Serv. Fish.* Vol (5): 1-26
- Schroeder, B. A., Folley A.M., Bagley D.A. 2003. Nesting patterns, reproductive migrations, and adult foraging areas of loggerhead turtles. *In: A.B. Bolten and B.E. Witherington (eds.). Loggerhead Sea Turtles.* Smithsonian Books, Washington, DC, pp. 114-124.
- Schultz, J. P. 1975. Sea turtles nesting in Surinam. *Nederlandse Commissie voor Internationale Natuurbescherming, Mededelingen.* 23:143 pp.
- Seminoff, J. 2002. Global status of the green turtle (*Chelonia mydas*): a summary of the 2001 status assessment for the IUCN Red List Programme. *In: I. Kinan (ed.), Proceedings of the Western Pacific Sea Turtle Cooperative Research and Management Workshop, Western Pacific Regional Fishery Management Council, Honolulu,* pp. 197–211.
- Smith W.F., Sandwell D.T. 1997. Global sea floor topography from satellite altimetry and ship depth soundings. *Science* 277: 1956-1962.
- Solé, G. 1994. Migration of the (*Chelonia mydas*) population from Isla Aves, *In: Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation.* K. A. Bjorndal, A. B. Bolten, D.A. Johnson, and P. J. Eliazar (eds.) NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC-351. Miami, Florida, pp. 283-286.
- Solano A., Ruiz, A., Espinosa, G. Ibarra, M. E. 2003. Estructura poblacional de colonias de anidación de *Caretta caretta* sobre la base del estudio de un marcador molecular de

- mtDNA. Tesis de grado en Licenciatura de Biología. Universidad de La Habana, Cuba.
- Starbird, C. H., Hillis-Starr, Z., Harvey, J.T., Eckert, S. A. 1999. Internesting movements and behaviour of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) around Buck Island Reef National Monument, St. Croix, U.S. Virgin Islands. *Chelonian Conserv Biol* 3: 237-243.
- Suárez, A. M., and Cortés J. 1983. Riqueza del fitobentos en una zona de la costa norte de la Habana, *Rev. Invest. Mar.* 4: 3-21.
- Thurston, J. 1976. Observations on the ecology of the hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* on Mona Island, Puerto Rico. Proceeding of the Association of Island Marine Laboratories Caribbean Eleventh Meeting, May 2-5 1975, St. Croix, U.S. Virgin Islands; 11: 30.
- van Dam, R., Diez, C. 1998. Home range of immature hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata* (Linnaeus)) at two Caribbean islands. *J Exp Mar Biol Ecol* 220: 15-24.
- Vargas, E. 1973. Resultados preliminares del marcado de tortugas marinas en aguas mexicanas (1966-1970). *Ser. Inf. Téc. México.* 112:1-25.
- WCMC. 1999. World Conservation Monitoring Centre Web Site. [On line] URL: <http://www.wcmc.org.uk>
- Witzell, W.N. 1983. Synopsis of biological data on the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766). FAO, Rome, Italy.
- Zaykin, D. V. Pudovkin, A. J. 1993. Two programs to estimate significance of X^2 values using pseudo-probability tests. *J. Hered.* 84:152.
- Zurita, J. C., Prezas, B. Herrera, R. Miranda J. L. 1994. Sea turtle tagging program in Quintana Roo, Mexico. *In*: Bjorndal, K. A., A. B. Bolten, D. A. Johnson and P. J. Eliazar (comps.), Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, pp 300-303. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-351.
- Zurita, J. C., Herrera, R. Prezas, B. 1997. Catálogo de marcas aplicadas a las Tortugas

marinas en Quintana Roo (1965-1995). El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)
Chetumal, Quintana Roo, Mexico. 121 pp.

Apéndice 1 Comparación de la proporción de tortugas verde marcadas a través de los diferentes programas de marcación en la región, que fueron recapturadas en los hábitats cubanos. Se incluyen solamente los datos poblacionales de fuentes con información disponible del número total de marcas aplicadas. JS = juveniles de crianza en medio silvestre; JC = juveniles de crianza en cautiverio; A = adultos.

Sitio de origen de marcado y programa de marcación	Estimación del tamaño de la población marcada (periodo) [ref.]	Total de número de marcas aplicadas por programa de marcación y fuente [ref.]	Fase de Vida	Numero total de marcas recapturadas en Cuba (N)	Proporción de marcas recapturadas en Cuba por sitio origen (%)	Proporción de estas marcas recapturadas en (%)
Inagua + Bahamas Central (Archie Carr Center for Sea Turtle Research Bahamas project)	Mezcla de población regional [1]	1,744	JS	55	14.1	3.15
Gran Caimán (Cayman Turtle Farm Ltd.)	cautiverio de origen mezclado [2]	9,300 anuales 1981-2001 [2]	JC	176	45.0	1.89
Bermuda ((Bermuda Turtle Project)	Mezcla de población regional [3]	2,200 1968-2003 [8]	JS	21	5.4	0.95
Quintana Roo, México (INP-SEMARNAT, X'Caret)	430 hembras anidadoras/año en 1998 (sin Cozumel) [4]	1,029 anuales 1966-2000 [9]	JC	9	2.3	0.87
		2,541	A	4	1.0	0.16

Tortuguero, Costa Rica (Caribbean Conservation Corp.)	19,300 hembras anidadoras /año [5]	30,700 1980-2002 [5]	A	102	26.1	0.33
Florida (varios programas) USA (incluyendo Florida Dept. Nat. Resources)	759 hembras anidadoras /año [6]	18,000 anuales 1959-1989 [11]	JC	7	1.8	0.04
Florida		3,511	JS	6	1.5	0.17
Florida		2,536	A	5	1.3	0.20
Isla Aves, Venezuela (Fundación para la Defensa de la Naturaleza)	267 hembras anidadoras /año [6, 7]	4,500 1973-2002 [7]	A	5	1.3	0.11
Islas Vírgenes (E.U)	?	?	A	1	0.26	?
Yucatán, México (INP-SEMARNAT)	370 hembras anidadoras /año en 1998 (sin arrecifes Alacranes) [4]	1,200 1990-2000 [4]	A	0	0.0	0.00
Campeche, México (INP- SEMARNAT)	221 hembras anidadoras /año en 1998 (sin arrecifes Arcas) [4]	930 1992-2001 [12]	A	0	0.0	0.00
Totales	-	78,191 + ?		391	100.0	

- [1] Lahanas et al., (1998)
- [2] Bell et al., 2005
- [3] Engstrom et al., (1998)
- [4] M. Garduño, datos no publicados
- [5] Bjorndal et al., (1999)
- [6] Seminoff (2002)

- [7] Sole, G. (1994); V. Vera, datos no publicados
- [8] Meylan et al., datos no publicados
- [9] Zurita et al. (1997)
- [10] S. Tröeng, datos no publicados/ CCC at www.cccturtle.org
- [11] Huff (1989)
- [12] V. Guzmán, datos no publicados