

**MORTALIDAD EMBRIONARIA EN CUATRO NIDOS DE TORTUGA
CARDÓN *Dermochelys coriacea* EN PLAYA SAN LUIS, SECTOR LOS
CHIVOS, CUMANÁ, ESTADO SUCRE****EMBRYONIC MORTALITY IN FOUR NEST OF LEATHERBACK TURTLE *Dermochelys
coriacea* IN SAN LUIS BEACH, SECTOR LOS CHIVOS, CUMANÁ, SUCRE STATE**FRANCISCO VELÁSQUEZ¹, ANTULIO PRIETO², ESAUL PRIETO³¹Instituto de Conservación de Tortugas Marinas (ICTM), Cumaná, Venezuela, ²Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Escuela de Ciencias, Laboratorio de Ecología, Cumaná, Venezuela, ³Instituto Universitario Tecnológico de Cumaná, Cumaná, Venezuela. E-mail: tortugaverdemochima@gmail.com**RESUMEN**

Se analizaron los contenidos de cuatro nidos de tortugas cardón (*Dermochelys coriacea*) que desovaron en playa San Luis, sector Los Chivos, Cumaná, estado Sucre. Las tortugas desovaron un total de 312 huevos (\bar{X} = 78 por nido), de los cuales 102 huevos no presentaron desarrollo aparente (\bar{X} = 25,50), 13 con embriones muertos (\bar{X} = 3,25) y 155 huevos tipos coral (no fecundados) (\bar{X} = 38,75). De los embriones muertos (13), el 84,62% habían alcanzado el estado embrionario tardío (EETT) y el resto al estado medio (EEM). El promedio del éxito de eclosión total fue de 65,94% con un valor mínimo en una tortuga que colocó 77 huevos por nido (nido 1: 46,75%) y el máximo 91,17% con otra que colocó 72 huevos (nido 2). Se observó una alta relación entre el número de huevos sin desarrollo aparente (HSDA) y los corales, así mismo una relación altamente significativa ($r = 0,97$) entre el peso y el largo curvo del caparazón en los embriones.

PALABRAS CLAVE: Huevos sin desarrollo aparente (HSDA), corales, éxito de eclosión, longitud curva del caparazón.

ABSTRACT

We analyzed the reproductive characteristics of four nets of leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) which spawned in San Luis beach, sector Los Chivos, Cumaná, Sucre State. The turtles deposited a total of 312 eggs (\bar{X} = 78 per nest), of which 102 eggs showed no apparent development (\bar{X} = 25.50), 13 were dead embryos (\bar{X} = 3.25) and 155 were coral type eggs (without fecundation) (\bar{X} = 38.75). Among the dead embryos (13), 84.62% had reached the late embryonic state (EETT) and the rest the medium state (EEM). The average hatching success was 65.94%, with a minimum value in a turtle that laid 77 eggs (46.75 %) and the maximum (91.17 %) in another who laid 72 eggs. There was a high correlation between the number of eggs without apparent development (HSDA) and corals, with a highly significant relationship ($r = 0.97$) between weight and curved carapace length in embryos.

KEY WORDS: Eggs without apparent development (HWDA), corals, hatching success, curve carapace length.

INTRODUCCIÓN

La tortuga cardón (*Dermochelys coriacea*) es la más grande de todas las especies de tortugas marinas, y la única perteneciente a la familia Dermochelyidae, siendo clasificada como “En Peligro Crítico de Extinción” por la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN). Tiene una distribución cosmopolita y migra a playas tropicales y subtropicales del planeta para desovar sus huevos cada 3-5 años. Cada hembra es capaz de colocar hasta 10 nidadas en una temporada reproductiva y cada nidada tiene un promedio de 80 a 100 huevos y un número variable de glóbulos de albumina envueltos por una cascara que han sido llamados como huevos infértiles o corales que no son mas que paquetes de exceso de albumina. Para las tortugas marinas que colocan sus huevos en la playa de anidación la selección del sitio del nido puede influenciar fuertemente el desarrollo embrionario y la supervivencia de la progenie con importantes consecuencias en la reproducción. La tortuga cardón a menudo coloca sus

nidos cerca de la línea de marea, muy rara vez los coloca en la vegetación (Caut *et al.* 2006), lo cual incrementa la probabilidad de la pérdida de los huevos por inundación y erosión de la playa. Por esta razón, se ha investigado las posibles estrategias y señales que pueden apoyar esta conducta.

No existen estudios del desarrollo embriológico y mortalidad embrionaria de esta especie en las playas de Venezuela. El objetivo de este trabajo fue determinar la mortalidad embrionaria de la tortuga cardón y los factores ambientales que afectaron la mortandad observada, relacionada con una fase específica del desarrollo embriológico en un sector de la playa arenosa de San Luis, Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en la playa San Luis (aproximadamente 800 m de extensión, con aguas

tranquilas y baja pendiente) ubicada en el sector Los Chivos, área occidental de Cumaná, estado Sucre, Venezuela (10°25'04'69" N y 64°13'11'49" O). El 20 de julio y el 2 de agosto del 2010, personal del hotel Los Bordes Village informó a investigadores de la Universidad de Oriente (UDO), de la presencia de tortuguillos en la playa, cerca de sus instalaciones. Fueron excavados cuatro nidos 48 horas después de la primera emergencia de las crías. Los embriones fueron trasladados al laboratorio y luego clasificados en tres grupos: Estadio Embriológico Temprano (EET), Estadio Embriológico Medio (EEM) y Estadio Embriológico Tardío (EETT). La clasificación siguió el criterio de Caut *et al.* (2006) que propone que los huevos sin signos visibles de desarrollo pertenecen al EET, en el EEM los embriones son blancos con un caparazón de aproximadamente 10-30 mm y medianamente formados y en el EETT los embriones tienen el caparazón completamente formados, a término completo > 30 mm. El éxito de eclosión (EE) de los nidos fue calculado a través de la fórmula, EE = número de cascarones (NC)/número total de huevos (NHT) x 100. Los embriones encontrados fueron medidos con un calibrador digital y luego pesados en balanza electrónica (Modelo APX-200, 200 g máximo) en el Laboratorio de Biología de Poblaciones, Departamento de Biología, Núcleo de Sucre, Universidad de Oriente.

Para relacionar las variables de peso (g) y longitud de los embriones de *Dermochelys coriacea* (mm) se utilizó análisis de regresión simple (Sokal y Rohlf 1986) y para determinar el efecto de los parámetros estudiados (mortalidad embrionaria, éxito de eclosión, HSDA y corales) en los cuatro nidos de la tortuga cardón se usó análisis de varianza de doble vía.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuatro nidos de la cardón (*Dermochelys coriacea*) exhumados en la playa San Luis, sector los Chivos, contenían un promedio de huevos por nidada de 78; de los cuales 25,5 fueron huevos sin desarrollo aparente. El promedio de embriones muertos, por nido, fue de 5,04 (en el nido 2 no se encontraron embriones muertos). El número de corales promedio fue de 38,75. En el nido 2 se encontraron cuatro huevos sin identificación de su desarrollo por el alto grado de descomposición (Tabla 1). En el nido 3 se encontró una cría viva que fue liberada inmediatamente en la playa.

El promedio del éxito de eclosión total fue de 65,93 %, con un valor mínimo obtenido (46,75%) en una tortuga que colocó 77 huevos (nido 1) y el máximo (91,17%) de una tortuga que colocó 72 huevos (nido 2) (Fig. 1).

Tabla 1. Categorías de los huevos eclosionados y no eclosionados en los cuatro nidos exhumados de *Dermochelys coriacea* en playa San Luis, sector Los Chivos, Cumaná, estado Sucre.

Nido	Cascarones	HSDA	Embriones Muertos	Corales	Desconocidos	
1	36	37	4	51	0	
2	62	6	0	43	4	128
3	71	37	8	27	0	115
4	42	22	1	34	0	143
Total	211	102	13	155	4	99
Promedio	52,75	25,5	3,25	38,75	1	121,25
%	43,51	21,03	2,68	31,96	0,82	100,00

HSDA, huevos sin desarrollo aparente.

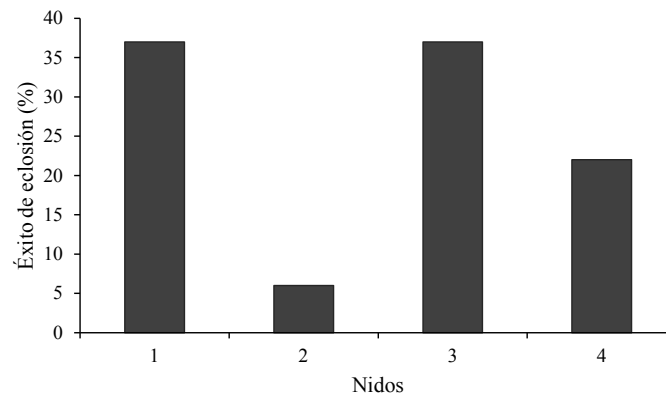


Figura 1. Éxito de eclosión de los cuatro nidos exhumados de *Dermochelys coriacea* en playa San Luis, sector Los Chivos, Cumaná, estado Sucre.

El promedio ponderado de la mortalidad embrionaria fue de 5,04; del cual, el valor mínimo logrado (1,54%) se obtuvo de una tortuga que colocó una nidada de 65 huevos y el máximo (6,89%) de una tortuga con 116 huevos (Fig. 2).

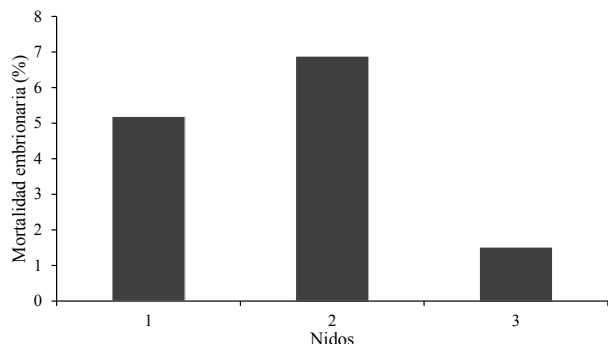


Figura 2. Mortalidad embrionaria de los tres nidos exhumados de *Dermochelys coriacea* en playa San Luis, sector Los Chivos, Cumaná, estado Sucre.

El número de huevos sin desarrollo aparente (HSDA) presentó un promedio de 30,53%, el valor mínimo fue de 8,33% y el máximo de 48,05% (Fig. 3).

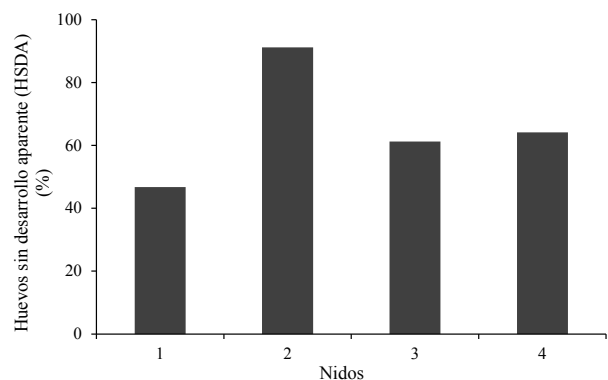


Figura 3. Huevos sin desarrollo aparente (HSDA) de los cuatro nidos exhumados de *Dermochelys coriacea* en playa San Luis, sector Los Chivos, Cumaná, estado Sucre.

El número de corales promedio fue de 38,75%, con un mínimo de 34 huevos por nidada y máximo de 51 huevos por nidada.

En las tortugas marinas, las condiciones físicas experimentadas por los huevos durante la incubación en el nido afectan fuertemente el desarrollo embrionario y el éxito de eclosión (Mortimer 1990, Ackerman 1997, Marco *et al.* 2005). Como las hembras de tortugas marinas no proveen cuidado parental a los huevos o a su progenie, la conducta de anidación de la hembra y la selección del sitio del nido son factores importantes que pueden afectar en gran medida el desarrollo de los embriones y su supervivencia (Kamel y Mrosovsky 2004, Özdemir *et al.* 2008).

El éxito de eclosión estimado en este estudio (65,93%), fue similar al obtenido en la playa de Cipara, Península de Paria. En las temporadas reproductivas 2002, 2003 y 2004, en viveros, se obtuvieron porcentajes de 61,23%, 64,44% y 66,8 % respectivamente (Rondón *et al.* 2010) y al reportado en Espíritu Santo, Brasil con un índice de eclosión promedio en nidadas *in situ* de 65,1% (temporadas 1995-1995 y 2003/2004) (Thome *et al.* 2007). Sin embargo, son superiores a las reportadas por tortugas cardón en playa Yalima Po, Guayana Francesa (33,27% y 38,95%), playa Galiby, estuario de Marony (9,15% y 10,6%) y playa Matapica (38,9% y 52,7), Surinam. En playa Gandoca, Costa Rica, el éxito de eclosión *in situ* durante la temporada 2004 para *D. coriacea* fue de 45,13% y en Sandy Point, Islas Vírgenes Estadounidenses, de 57,5% (Alexander *et al.* 2002).

El éxito de eclosión de las tortugas marinas, está influenciado por numerosos factores tales como el tipo de sustrato, porosidad, temperatura, contenido de humedad, salinidad, pendiente de la playa, elevación del nido, lluvias e inundación por mareas y factores relacionados con el manejo de vivero (Mortimer 1990, Ackerman 1997, Wood y Bjorndal 2000, Foley *et al.* 2006, Rondón *et al.* 2010). En muchos reptiles ovíparos, sin embargo, los factores ambientales no solo influyen la supervivencia embrionaria, sino también la talla de las crías, rendimiento, crecimiento, conducta y la determinación de su sexo (Packard y Packard 1988, Burger 1991, Horrocks y Scott 1991, Spotila *et al.* 1994). Los nidos de *D. coriacea* en playa San Luis, no estaban cerca de la línea de marea, pero esta playa aunque es de alta energía, no tiene una pendiente elevada, por lo que la inundación por las mareas y la humedad resultado de una laguna de agua salobre ubicada detrás de la playa, son factores que influyeron de algún modo en el extendido éxito de eclosión.

Mrosovsky (1983) a nivel poblacional y Eckert (1987) a nivel individual, sugirieron que las tortugas cardón desarrollan una estrategia de dispersar las anidaciones mientras sus nidos son distribuidos al azar a lo largo de la playa para maximizar la supervivencia en un área de anidación impredecible. El bajo éxito de eclosión se debe principalmente a la selección del sitio del nido y a la mortalidad embrionaria (Whitmore y Dutton 1985, Bell *et al.* 2004). El lavado de los nidos por agua marina puede causar la mortalidad de los nidos por sofocación (falta del intercambio gaseoso) y la disrupción del metabolismo como resultado de la exposición a altas salinidades y a la toxicidad del cloruro; así como al crítico enfriamiento por debajo de la temperatura mínima para el desarrollo

embrionario (Whitmore y Dutton 1985, Hewavisenthi y Parmenter 2002).

La relación entre el peso (P) y el largo curvo del caparazón (LCC), estimado en 13 embriones se expresó por la ecuación: $P = -4,6458 + 1,1302 \text{ LCC}$, con un valor de $r^2 = 0,97$ que indica una relación altamente significativa entre estas variables (Fig. 4) y difiere al obtenido en crías de *Chelonia mydas* en el norte de Chipre que presentó un valor bajo de correlación ($r^2 = 0,34$) (Mortimer 1990). El análisis de varianza de doble vía determinó que existe una relación muy estrecha únicamente entre los huevos sin desarrollo aparente (HSDA) y los corales (Tabla 1, Fig. 5) y podría explicar la emergencia de las crías del nido. El espacio liberado en la parte superior de la nidada por la deshidratación de los corales o globos de albumina pudo haber sido aprovechado por las crías eclosionadas de tortuga cardón en San Luis, para el movimiento inicial y el agrupamiento en un espacio muy limitado ya que la mayoría de los HSDA en este estudio estaban deshidratados. Martínez *et al.* (2007) han señalado que la producción de corales constituye una ventaja reproductiva al favorecer la emergencia sincrónica en *D. coriacea* que posee los nidos más profundos y menos exitosos de todas las especies de tortugas marinas.

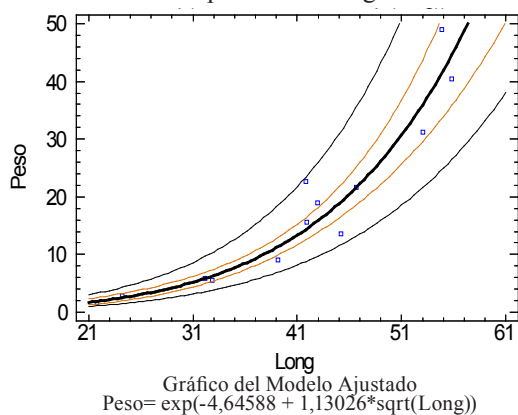


Figura 4. Relación entre el peso (g) y la longitud curva del caparazón (LCC, cm) de los embriones de *Dermochelys coriacea* en playa San Luis, sector Los Chivos, Cumaná, estado Sucre.

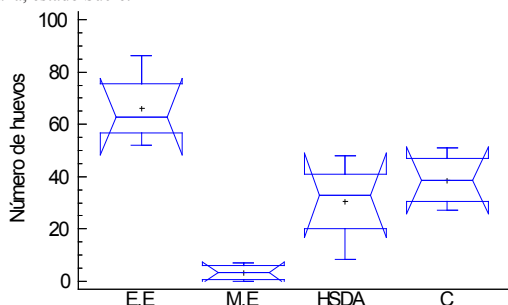


Figura 5. Promedios y la variación de los parámetros estudiados y sus relaciones. Éxito de eclosión (EE), mortalidad embrionaria (ME), huevos sin desarrollo aparente (HSDA) y corales (C) en las nidadas de *Dermochelys coriacea* en playa San Luis, sector Los Chivos, Cumaná, estado Sucre.

De los 312 huevos depositados en los cuatro nidos de *D. coriacea*, en este estudio, un total de 115 huevos no eclosionaron y fueron abiertos para determinar el estadio de desarrollo embrionario en el que se encontraban. De los 13 embriones muertos encontrados en los nidos, solo dos correspondieron al estadio embriológico medio (EEM) (15,34%) y el resto (11) (84,62%) pertenecieron al estadio embriológico tardío (EETT). El resto de los huevos sin eclosionar (102) que fueron abiertos, resultaron huevos sin desarrollo aparente, donde no se constató la evidencia de algún desarrollo embrionario.

Las lluvias torrenciales en los meses de mayo y junio del año 2010, en playa San Luis, posiblemente contribuyeron como uno de los factores relacionados con el bajo éxito de eclosión, la mortalidad embrionaria y el intervalo de incubación extendido. Las lluvias por periodos extendidos afectan el desarrollo de las nidadas de las tortugas marinas de distintas formas ya que pueden disminuir la difusión del oxígeno a través de la columna de arena (Kraemer y Bell, 1980, Miller *et al.* 2003, Matsuzaga *et al.* 2004).

En esta investigación el examen de los embriones provenientes de las exhumaciones de los cuatro nidos de *D. coriacea* y relacionados según el tamaño del largo curvo del caparazón (LCC) revela que de los 115 sin eclosionar, 102 (88,69%) pertenecieron al estadio embriológico temprano (EET). Dos (1,7%) embriones, totalmente pigmentados hasta los 3 mm de largo, correspondieron al estadio embriológico medio (EEM) y doce (12) (9,56%) embriones al estadio embriológico tardío (EETT). De acuerdo al largo del embrión junto con sus características se puede determinar el número de días del crecimiento embrionario (Miller *et al.* 2003).

Los HSDA tienen un periodo máximo de crecimiento embriológico después de la ovoposición de cuatro días. Dos embriones en este estudio (25,81 mm y 28,23 mm) correspondieron al segundo periodo entre 24 y 43 días (Caut *et al.* 2006). Nueve embriones correspondieron al estadio tres (embriones con tallas de LCC entre 30-60 mm) entre 44 y 56 días y solo dos embriones (60,82 mm y 63,80 mm) mayores de 60 mm totalmente formados, tenían entre 54 y 67 días de crecimiento embriológico.

Los estadios embriológicos temprano y tardío (EET, EETT) identificados como los periodos críticos en el desarrollo embrionario de las tortugas cardón en playa San Luis, sector Los Chivos, coinciden con los reportados por Citak (1988), en Turquía, y Whitmore y Dutton (1985), en Surinam, en los cuales la mortalidad embrionaria fue mayor en esos estadios que durante

el estadio embriológico medio (EEM). Los huevos sin desarrollo aparente (HSDA) en este trabajo promediaron 30,53% que sumados al 5,03% de la mortalidad embrionaria daría una mortalidad embrionaria elevada de 35,56%. La infertilidad ha sido determinada previamente por la ausencia de un embrión visible (Hughes *et al.* 1967, Fowler 1979). La presencia de la mancha blanca en el exterior de la cascara del huevo, indica la adherencia de las membranas extraembrionarias a la cascara que ocurre durante el principio de la incubación de los huevos fértiles. Esta mancha blanca no puede ser vista luego de 60 días de incubación, de la misma forma, la presencia del embrión (disco embrionario) luego de 60 días puede ser difícil de observar, debido a los contenidos de la yema o a la presencia de hongos en el interior del huevo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN R. 1997. The nest environment and the embryonic development of sea turtles. *In*: LUTZ PL, MUSICK JA (Eds.). The biology of sea turtles. CRC Marine Science Series, CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA, pp. 83-106.
- ALEXANDER J, DEISHLEY S, GARRETT K, COLES W, DUTTON D. 2002. Tagging and nesting research on leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) on Sandy Point, St. Croix, U.S. Virgin Islands, 2002. Annual Report to US Fish and Wildlife Service, pp. 173.
- BELL B, SPOTILA J, PALADINO F, REINA R. 2004. Low reproductive success of leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, is due to high embryonic mortality. *Bio. Conserv.* 115(1):131-138.
- BURGER J. 1991. Effects of incubation temperature on behavior of hatchling pine snakes-implications for reptilian distribution. *Behav. Ecol. Sociob.* 28(4):297-303.
- CAUT S, GUIRLET E, JOUQUET P, GIRONDOT M. 2006. Influence of nest location and yolkless eggs on the hatching success of leatherback turtle clutches in French Guiana. *Can. J. Zool.* 84(6):908-915.
- CITAK T. 1988. An investigation on ecological conditions effects to embryological development in marine turtle populations. Izmir, Turquía: Dokuz Eylul University [M. Sc. Thesis], pp. 180.
- ECKERT K. 1987. Environmental unpredictability and leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) nest loss. *Herpetologica.* 43(3):315-323.
- FOLEY A, PECK S, HARMAN G. 2006. Effects of sand characteristics and inundation on the hatching success of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) clutches on low-relief mangrove islands in southwest Florida. *Chelonian Conserv. Biol.* 5(1):32-41.
- FOWLER L. 1979. Hatching success and nest predation in the green sea turtle, *Chelonia mydas*, at Tortuguero, Costa Rica. *Ecology.* 60(23):946-955.
- HEWAVISENTHI S, PARMENTER C. 2002. Incubation environment and nest success of the flatback turtle (*Natator depressus*) from a natural nesting beach. *Copeia.* 54(3):302-312.
- HORROCKS J, SCOTT N. 1991. Nest site location and nest success in the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* in Barbados, West-Indies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 69(1):1-8.
- HUGHES G, BASS A, MENTIS M. 1967. Further studies on marine turtles in Tongaland. I. *Lammergeyer.* 7(7):5-4.
- KAMEL S, MROSOVSKY N. 2004. Nest site selection in leatherbacks, *Dermochelys coriacea*: individual patterns and their consequences. *Anim. Behav.* 68(4):357-366.
- KRAEMER J, BELL R. 1980. Rain-induced mortality of eggs and hatchlings of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) on the Georgia coast. *Herpetologica.* 36(1):72-77.
- MARCO A, LOPEZ-VICENTE M, PEREZ-MELLADO V. 2005. Soil acidification negatively affects embryonic development of flexible-shelled lizard eggs. *Herpetolog. J.* 15(7):107-111.
- MARTÍNEZ L, BARRAGAN A, MUÑOZ D, GARCÍA N, HUERTA P, VARGAS F. 2007. Conservation and biology of the leatherback turtle in the Mexican Pacific. *Chelonian Conserv. Biol.* 6(1):70-78.
- MATSUZAGA Y, SATO K, SAKAMOTO W, BJORN DAL K. 2002. Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality

- of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan. *Mar. Biol.* 140(5):639-646.
- MILLER J, LIMPUS C, GODFREY M. 2003. Nest site selection, oviposition, eggs, development, hatching, and emergence of loggerhead turtles. *In: BOLTEN A, WHITERINGTON B (Eds).* Biology and Conservation of loggerhead Sea Turtles. University of Washington Press, USA, pp. 125-143.
- MORTIMER J. 1990. The influence of beach sand characteristics on the nesting behavior. clutch survival of green turtles. *Copeia.* 3(3):802-817.
- MROSOVSKY N. 1983. Ecology and nest-site selection of leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*. *Biol. Conserv.* 26(1):47-56.
- ÖZDEMİR A, TÜRKOZA O, GÜÇLÜ Ö. 2008. Embryonic mortality in loggerhead turtle (*Caretta caretta*) nests: a comparative study on Fethiye and Göksu beaches. *Turkish J. Zool.* 32(3):1-6.
- PACKARD G, PACKARD M. 1988. The physiological ecology of reptilian eggs and embryos. *In: GANS C, HUEY RB (Eds.).* Biology of Reptilia, Ecology, Defense and Life History, Vol. 16. Alan R. Liss, New York, USA, pp. 523-605.
- RONDÓN M, BUITRAGO J, GUADA H. 2010. Biología reproductiva de la tortuga cardón *Dermochelys coriacea* en playas de la Península de Paria durante las temporadas de anidación 2000-2006. *Interciencia.* 35(4): 263-270.
- SOKAL R, ROHLF J. 1986. Introducción a la Bioestadística. Editorial Reverte, Barcelona, España, pp. 380.
- SPOTILA J, ZIMMERMAN L, BINCKLEY C, GRUMBLES J, ROSTAL D, LIST A, BEYER E, PHILIPS K, KEMP S. 1994. Effects of incubation condition of sex determination, hatchling success, and growth of hatchling desert tortoises, *Gopherus agassizii*. *Herpetol. Monog.* 8(1):103-116.
- THOME J, BAPTISTOTTE J, MOREIRA L, SCALFONI J, ALMEIDA A, RIETH D, BARATA R. 2007. Nesting Biology and Conservation of the Leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) in the state of Espirito Santo, Brazil, 1988-1989 to 2003-2004. *Chelonian Conserv. Biol.* 6(1):15-27.
- WHITMORE C, DUTTON P. 1985. Infertility, embryonic mortality and nest-site selection in leatherback and green sea turtles in Suriname. *J. Herpetology.* 14(1):430-431.
- WOOD D, BJORN DAL K. 2000. Relation of temperature, moisture, salinity, and slope to nest site selection in loggerhead sea turtles. *Copeia.* 2(1):119-128.