

## ANIDACIÓN Y MANEJO DE LA TORTUGA GOLFINA (*LEPIDOCHELYS OLIVACEA*) EN LA PLAYA LA CUEVITA, BAHÍA SOLANO, CHOCÓ, COLOMBIA

LINA MARÍA HINESTROZA<sup>1</sup> & VIVIAN P. PÁEZ<sup>2</sup>

1. Medellín, Colombia. Carrera 82 No. 45 C 139 Mirador del Parque II, apart. 201. E-mail: linahines@hotmail.com

2. Bloque 7-106, Departamento de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. E-mail: vpaez@quimbaya.udea.com

**RESUMEN.** Durante la estación de anidación de 1999, documentamos algunos aspectos del comportamiento de anidación de la colonia de *Lepidochelys olivacea* que desova en la playa La Cueva en el Pacífico colombiano. Adicionalmente, evaluamos los resultados del programa de manejo por transferencia y protección de nidos para esta estación reproductiva y lo comparamos con años anteriores. Todos los nidos depositados en esta playa que no logran ser transferidos al corral de protección, son depredados por humanos, al igual que una buena proporción de las hembras anidantes. Trasladamos 365 nidos (30197 huevos), de los 377 desoves registrados. El promedio del LCC de las hembras fue de 66 cm (SD= 2,47) y el promedio del número de huevos por nido fue de 102 (SD= 23,04). A diferencia de la estación de 1998, en la presente estación se presentó un pico de anidación evidente y la preferencia de anidación fue en la zona media de la playa, seguida por la zona de lavado. El éxito de eclosión estimado con base en 304 de los 365 nidos transferidos fue de 71,4% y el éxito reproductivo de 71,8%. Las causas principales de mortalidad dentro del tortugario fueron: escaso o nulo desarrollo embrionario, infestación de larvas de moscas en toda o parte de la nidada, asfixia de los neonatos por compactación de la arena, y picaduras por parte de hormigas. El intervalo de temperaturas de incubación estuvo entre los 28,9°C y los 29,4°C, con un promedio de 29,1°C, presentando 51 días de incubación. La evaluación de las proporciones sexuales neonatales de los nidos transferidos fue de 6:1 en favor de los machos. Nuestros resultados indican que playa La Cueva es un importante sitio de anidación de *Lepidochelys olivacea* en Sudamérica. Sin embargo, se deben seguir evaluando las estrategias de manejo empleadas para permitir la eclosión *in situ* de nidadas, mediante el control de las tasas de depredación humana, e intentar adelantar estudios para determinar aspectos de la ecología reproductiva de esta colonia. De acuerdo con los resultados del programa de manejo, aunque el éxito reproductivo de los nidos es alto en comparación con otros reportes de tortugas marinas, las instalaciones del programa han producido aparentemente proporciones sexuales sesgadas, al menos en los dos años en que éstas han sido evaluadas.

Palabras Claves: Cheloniidae, *Lepidochelys olivacea*, anidación, éxito reproductivo, proporciones sexuales.

**ABSTRACT.** During the 1999 nesting season, we documented several aspects of the colony of *Lepidochelys olivacea* from the La Cueva beach on the Colombian Pacific coast. In addition, we evaluated the results of a management program, which transferred and protected nests during this season, and compared them to previous years. All nests laid in the beach, which are not transferred to a protective enclosure, are depredated by humans, as are a substantial number of the nesting females. We translated 365 nests (30197 eggs) obtained from the 377 registered nests. The mean curvilinear carapace length of the females was 66 cm (SD= 2.47) and the mean number of eggs per nest was 102 (SD= 23.04). In contrast to the 1998 season, during this season there was an obvious peak of nesting activity and a preference for females to lay in the middle zone of the beach, followed by a preference for the washed area. The estimated hatching success rate based upon 304 of the 365 transferred nests was 71.4% and the emergence success rate was 71.8%. The principal causes of mortality within the nest enclosure were: little or no embryological development, infestation by fly larva of part or all of the nest, asphyxiation of the neonates due to sand compaction, and stings from ants. The range of incubation temperatures was between 28.9°C and 29.4°C, with a mean of 29.1°C, yielding 51 days of incubation. An evaluation of the sex ratio of the transferred nests was 6:1 in favor of males. Our results indicate that the La Cueva beach is an importante nesting site for *Lepidochelys olivacea* in South America. However, management strategies should continue to be evaluated to permit an *in situ* hatching of the nests, through a control of human predation, and an attempt to conduct studies of the reproductive ecology of this colony should be made. The results from the management program indicated that although the emergence success of the nests is high in comparison to others reported for sea turtles, the program's installations have probably produced skewed sex ratios, at least in the two years in which this has been evaluated.

Key words: Cheloniidae, *Lepidochelys olivacea*, nesting, reproductive success, sex ratios.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de las ocho especies de tortugas marinas, la tortuga golfinia (*Lepidochelys olivacea*), se caracteriza por ser considerada como la más numerosa, debido a la existencia de sitios de enorme anidación sincrónica (arribadas). Dos de ellos están localizados en el Pacífico de Costa Rica, uno en el Pacífico de México (Pritchard y Trebbau, 1984) y dos o tres en el noroeste de la India, los cuales pueden crecer o menguar en sus ciclos al menos por varias décadas (Pritchard, 1997). Algunos individuos de *Lepidochelys olivacea* anidan de forma solitaria, como lo hacen las otras especies de tortugas marinas (Eckrich y Owens, 1995), de playas de Venezuela (Nowark, 1974), Senegal (Miagret, 1977), Angola (Nowark, 1974), Oman (Ross, 1979) y Colombia (Martínez y Páez, 2000).

Actualmente, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) clasifica a esta especie en peligro de extinción y se la incluye en el apéndice I de CITES (Limpus, 1995). Históricamente las poblaciones han sido severamente reducidas en algunas áreas, debido a sobreexplotación de hembras anidantes, pobre éxito de eclosión de nidos y la captura incidental de adultos en las redes de arrastre (Cornelius *et al.*, 1991). Adicionalmente, la mortalidad natural de huevos es bastante numerosa durante las arribadas, ya que frecuentemente son excavados por las hembras anidantes dentro de la misma o la siguiente arribada (Márquez *et al.*, 1995). Este fenómeno no ocurre con la misma intensidad en las nidadas de playas de desove solitario, pero los nidos en

estos sitios no cuentan con la protección ante otros depredadores que ofrecen las arribadas, en donde un nido dado puede ser más difícilmente detectado debido a la combinación de hedores de otros desoves en la arribada (Eckrich y Owens, 1995).

La mayoría de los estudios sobre esta especie se han realizado en las playas de anidación sincrónica (Hughes y Richard, 1974; Cornelius *et al.*, 1991; Eckrich y Owens, 1995; Drake, 1996; Binkley *et al.*, 1998; Wibbels *et al.*, 1998) y por lo tanto, el conocimiento que se tiene sobre la ecología de anidación de esta especie proviene de playas con este tipo de anidación. Por ejemplo, se estima que los tamaños de las arribadas han sido de 50.000 a 100.000 hembras por estación en Escobilla, México (Márquez, 1976), 200.000 hembras en Playa Nancite y 100.000 hembras en Playa Ostional, ambas en Costa Rica (Hughes y Richard, 1974); que las estimaciones de frecuencias de reanidación varían desde 12 a 15 días (Alvarado y Murphy, 1999), hasta 17 a 30 días (Miller, 1997) y que los intervalos de reinmigración (que ha anidado en temporadas anteriores) por hembra son cada 1,7 a 2 años en promedio (Miller, 1997). Adicionalmente, primero McCoy *et al.* (1983) y luego Wibbels *et al.* (1998) encontraron que la temperatura umbral (temperatura a la cual se da una proporción igual de sexos) de la población de *Lepidochelys olivacea* anidada en Playa Nancite, Costa Rica, es de 30,5°C y 30,4°C respectivamente. Sin embargo, poco se ha documentado sobre éstos y otros aspectos biológicos de poblaciones de *Lepidochelys olivacea* que anidan en playas de desove asincrónico.

En la costa pacífica colombiana, hay una alta

Temperatura crítica °C	Temperatura promedio °C total	Individuos sexados	Machos	Hembras
(1) 29,8	29,4	13	13	0
(2) 29,5	29,3	13	13	0
(3) 29,4	28,9	13	9	4
(4) 29,2	29,3	15	15	0
(5) 29,3	28,9	13	6	7
Totales		67	56	11

**Tabla 1.** Comparación de las temperaturas críticas y promedio diaria de los cinco nidos (y la proporción de sexos que arrojaron).

tasa de captura de tortugas marinas adultas y de consumo de huevos por parte de los habitantes locales. En 1991, la Fundación Natura creó un Programa para la Conservación de las Tortugas Marinas en la Playa La Cueva en el Chocó colombiano (Amorcho, 1993), durante el cual se han trasladado todos los nidos que se logran rescatar antes de ser excavados por los pobladores locales, a un encierro dentro de la misma playa de anidación. Hasta 1998, no se habían adelantado estudios destinados a documentar el éxito de eclosión o proporciones sexuales de los nidos transferidos, y hasta la fecha nunca se ha tratado de estudiar el comportamiento reproductivo natural.

Esta playa se encuentra ubicada en el Chocó, una de las zonas más lluviosas del mundo (Gentry, 1994), la cual recibe más de 7.000 mm de lluvia anual (Amorcho, 1993). Además, presenta un flujo de mareas diario, en donde los nidos permanecen sumergidos más de 6 horas al día. Sólo existen datos limitados sobre la tasa de eclosión de estos nidos (Hinestroza y Páez, en preparación). El programa de manejo ha operado bajo el supuesto que los huevos de nidos naturales no sobrevivirán las horas de sumersión, y por lo tanto no se ha intentado su protección *in situ*. Adicionalmente, aunque se determinó el éxito del programa en términos de la tasa de eclosión de los nidos transferidos, no se han considerado los posibles efectos de las condiciones del tortugario en las proporciones sexuales de los neonatos liberados, u otras influencias de la temperatura de incubación a la que se ven sometidos los huevos en el crecimiento y *fitness* de los individuos producidos (es decir, la temperatura tiene un efecto signi-

ficativo en la adaptación para el embrión y más tarde para el neonato) (Brooks *et al.*, 1991).

En 1998, Martínez y Páez realizaron un estudio en esta playa, en el que documentaron algunos aspectos demográficos de la colonia anidante, incluyendo el número de desoves, los picos de anidación, la frecuencia de reanidación y las preferencias por las zonas de postura. Adicionalmente, se evaluó el éxito reproductivo y las proporciones sexuales neonatales de los nidos incubados artificialmente. Estos últimos datos presentaron algunas inconsistencias en cuanto a las proporciones sexuales esperadas de acuerdo con el promedio de la temperatura en que estuvieron incubados los huevos (Martínez y Páez, 2000).

El propósito de este estudio fue el de estimar el tamaño de la población anidante en la playa durante la temporada de 1999, documentar el número de nidos puestos y el número de arribos durante la estación, determinar la ocurrencia de un posible pico y extensión del período de anidación, el éxito reproductivo y las causas de mortalidad en el corral, medir las temperaturas de incubación para algunos de los nidos trasladados y determinar histológicamente el sexo de algunos de los individuos con el fin de estimar las proporciones sexuales de los nidos incubados en el tortugario. Mediante estas evaluaciones, pretendemos determinar la importancia de esta playa en comparación con otras poblaciones de anidación asincrónica y sincrónica y examinar los métodos actuales de transferencia e incubación, para poder surgir modificaciones a las actuales estrategias de manejo de esta población.

	Temporada 1998	Temporada 1999
Cantidad de arribos	113	412
Números de nidos trasladados	91	365
Número huevos	8918	30197
Porcentaje éxito de eclosión	81,5%	71,4%
Porcentaje éxito reproductivo	79%	71,5%
Tamaño promedio de la nidada (huevos)	98	102
Tortugas reanidantes	3	3
Tortugas reinmigrantes	4	2

**Tabla 2.** Comparación cuantificada de las temporadas de 1998 y 1999 en a playa La Cueva.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** En 1988, un reconocimiento costero realizado a lo largo de los 1.300 km que tiene el Pacífico colombiano permitió identificar la playa La Cueva (06°04' N y 77°20' W) como un sitio importante de anidación de la tortuga golfina, *Lepidochelys olivacea* (Amorochio *et al.*, 1992) (Figura 1). La temperatura anual promedio en la zona es de 25°C (mínima 21°C y máxima 31°C) con una humedad relativa entre el 80 y el 100% y una pluviosidad promedio de 7.000 mm/año (Amorochio, 1993). Las mareas en el área son de tipo semidiurno, con un período aproximado de 6:20 hs. La amplitud promedio de variación entre pleamar y bajamar es de 4 m verticales, por lo que en épocas de mareas máximas quedan expuestas superficies de la playa de 100 m o más. Las mareas máximas o "pujas" se presentan durante la luna llena o nueva, las mareas de rangos más estrechos o "quiebras" se dan durante la luna menguante o creciente (Vélez, 1997). En esta playa se han identificado tres zonas durante la marea baja: la zona de lavado es aquella hasta donde llega la acción del mar (la arena permanece muy húmeda y compacta); la zona media es la región intermedia (muy pocas veces es lavada por las olas); y la zona de vegetación, la cual corresponde a la zona cubierta por plantas (Foto 1). Sin embargo, durante la marea alta, tanto la zona de lavado como zona media quedan inundadas.

**Patrullaje y traslado de nidos.** Entre el 1 de julio y el 15 de diciembre de 1999, cuatro personas patrullaron diariamente los 8 km de extensión de la playa. Los recorridos se realizaron entre las 19:00 y las 06:00 hs del día siguiente, en dos turnos de dos personas cada uno. Los turnos variaron de acuerdo con el ritmo de mareas, evitando la pleamar y la bajamar, momentos en que es muy poco probable que se encuentre una tortuga anidando. Señalizamos el área de estudio colocando sobre la línea de vegetación estacas marcadas con el número correspondiente al sector (cada 200 m). Durante los patrullajes nocturnos, localizamos las huellas de las hembras anidantes, los nidos y a veces la hembra. En el caso de encontrar una tortuga anidando, la marcamos con placas metáli-

cas tipo monel en los pliegues de las aletas anteriores y procedimos a tomar los datos morfométricos: LCC (largo curvo del caparazón) y ACC (ancho curvo del caparazón). Además, para cada nido registramos la zona dentro de la playa (zona de lavado, zona media, o zona de vegetación) y el sector (kms a lo largo de la costa) (Martínez y Páez, 2000).

Trasladamos todos los nidos detectados en bolsas plásticas hasta el tortugario, para su incubación. Contamos los huevos y los reubicamos en los nidos artificiales (Foto 2) dentro de un plazo máximo de 6 horas después del desove. Se debe anotar que entre el desove y el momento en que cada nido transferido al tortugario los nidos no estuvieron inundados, ya que cada uno de ellos fue relocalizado antes que la marea lo cubriera. Las cámaras artificiales para los nidos trasladados al tortugario fueron construidas en forma de botella, con una profundidad promedio de 60 cm. Registramos la fecha de oviposición para cada nido y la identificación de la hembra en el caso de haber sido interceptada y marcada (Martínez y Páez, 2000).

**Eclósión.** Al comenzar la etapa de eclósión revisamos periódicamente los nidos, observando si se presentaban hundimientos en la superficie de la arena sobre éstos. A partir del día 45, encerramos los nidos con cilindros de malla plástica de 40 cm de diámetro y 50 cm de altura. La emergencia de los neonatos ocurrió de dos formas: natural (cuando los neonatos emergieron sin ayuda), y facilitada (cuando fue necesario excavar los nidos manualmente para propiciar la emergencia de los neonatos). Esta operación fue necesaria debido a la compactación de la arena por las fuertes lluvias, que en algunos casos causaba la muerte de los neonatos por asfixia. Al comenzar la emergencia de los neonatos revisamos el nido, retirando los huevos y neonatos muertos que estuvieron infectados por hormigas y por larvas y sacamos las cáscaras vacías de cada nido excavando y removimos la arena para prevenir posibles infecciones por hormigas y hongos en estaciones futuras. Registramos el número de neonatos vivos, muertos, el número de huevos infértiles y el número de huevos con desarrollo embrionario que no eclosionaron. Todos los neonatos

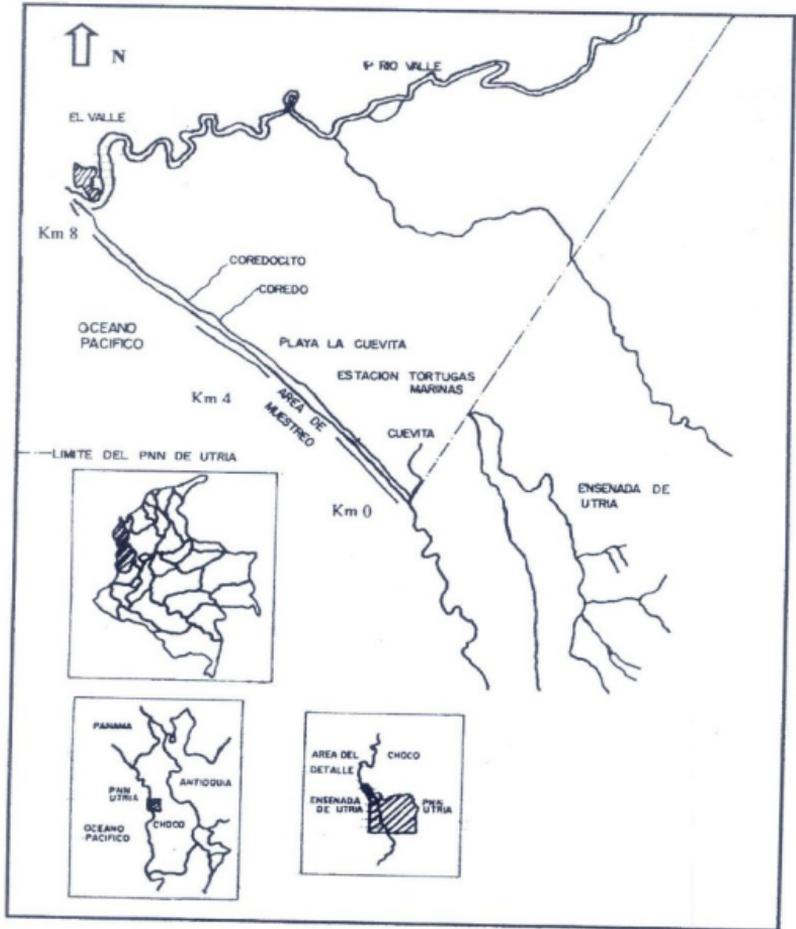


Figura 1. Mapa de la zona de estudio. Basado en la investigación "Ecología de anidación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la playa de La Cueva, Costa Pacifica Choconana, Colombia", en 1998, realizado por Martínez y Páez, 2000.

fueron liberados al mar en la misma playa, procurando hacerlo en las primeras horas de la mañana o al anochecer, cuando la temperatura ambiente había descendido.

Determinamos tanto el *éxito de eclosión* (número de neonatos vivos o muertos que lograron salir del huevo / número total de hue-

vos), como el *éxito reproductivo* (número de neonatos liberados / número total de huevos), porque muchas veces los recién nacidos murieron después de eclosionar debido a la compactación de la arena por las fuertes lluvias y a causa de la infestación de hormigas.

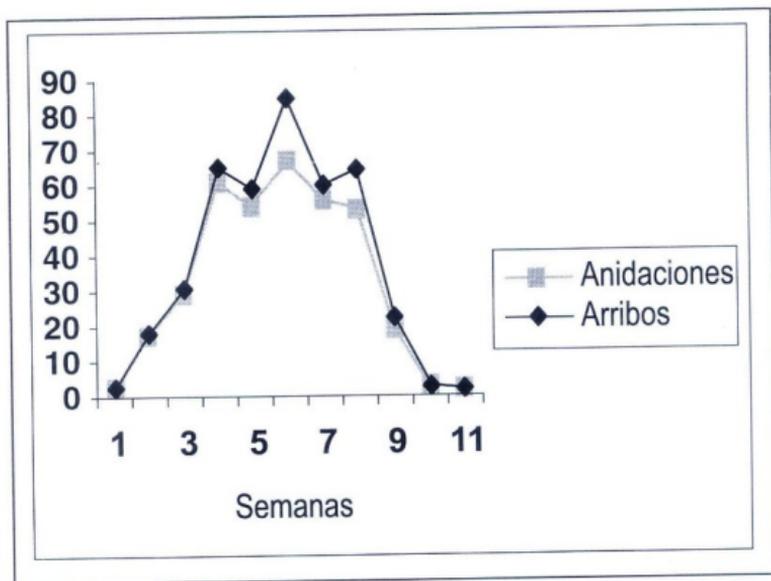


Figura 2. Cantidad de arribos y anidaciones durante la estación reproductiva.

#### Condiciones de temperatura de los nidos.

Seleccionamos cinco nidos dentro del tortugario, a los cuales les cuantificamos la variación en la temperatura de incubación por medio de termosensores de Cu-Ni que fueron colocados dentro de la cámara de incubación (un sensor por nido), aproximadamente a 60 cm de profundidad. Las lecturas se hicieron con un termómetro digital (marca Omega) conectado a los sensores. Registramos la temperatura de cada uno de los nidos cuatro veces al día, a las 08:00, 12:00, 16:00 y 20:00 hs, durante todo el período de incubación.

**Determinación sexual por medio del estudio histológico del tejido gonadal.** De cada nido con registro de temperaturas seleccionamos una muestra al azar de 15 neonatos (75 neonatos en total), los cuales fueron sacrificados en cloroformo, conservados en formalina buferada al 10%. Una gónada de cada neonato

fue extraída y preservada en el mismo fijador. Posteriormente, en el laboratorio de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Antioquía fueron realizados la fijación-imbibición y corte transversal de las gónadas (4  $\mu$ m) y la coloración de los cortes en hematoxilina-eosina. Determinamos el sexo de los neonatos a través de análisis del tejido gonadal con base en los criterios descritos por Yntema y Mrosovsky (1980).

## RESULTADOS

**Arribos y anidaciones.** Trasladamos en total 365 nidos (30197 huevos), de 377 desoves y 412 arribos en total. Encontramos diferencias significativas tanto en el número de hembras que desovaron (Kruskal-Wallis;  $P < 0,001$ ) de acuerdo con la fecha a lo largo del transcurso de la anidación (Figura 2).

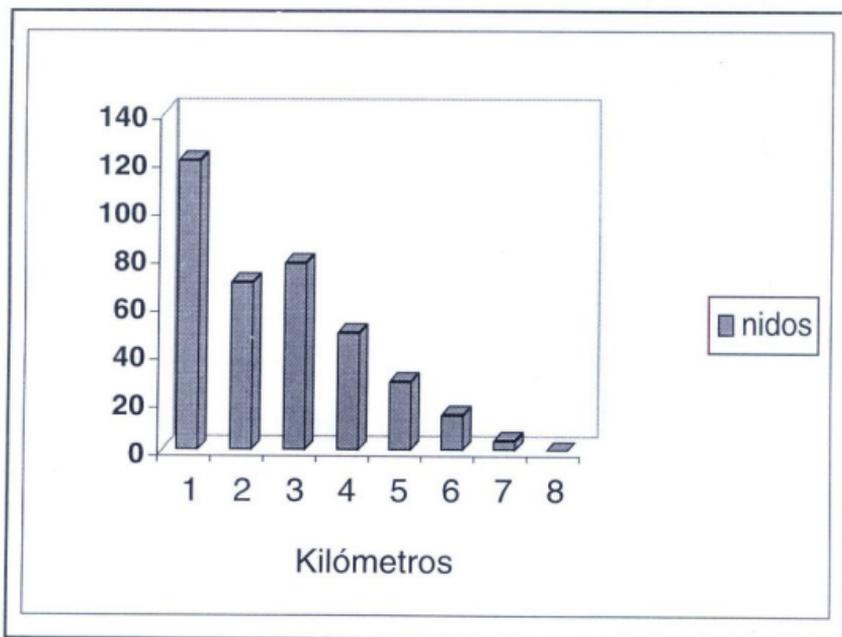


Figura 3. Cantidad de nidos a lo largo de los 8 kilómetros de estudio.

En cuanto al porcentaje de nidos por sector (kilómetros), encontramos diferencias significativas en el número de nidos en los diferentes sectores de la playa ( $X^2= 81,66$ ; g.l.= 6;  $P < 0,001$ ), mostrando una clara preferencia por el primer sector de la playa (km 0-3 a lo largo de la línea costera), en donde 269 (74%) de los nidos fueron ovopositados (Figura 3). Se presentaron diferencias significativas en la postura de los nidos dentro de las tres zonas horizontales de la playa ( $X^2= 56,14$ ; g.l.= 2;  $P < 0,001$ ), observándose una preferencia por la zona media (Figura 4). Hallamos diferencias entre el número de arribos por hora ( $X^2= 53,99$ ; g.l.= 11;  $P < 0,001$ ), presentándose la mayoría de los arribos entre las 21:00 y 23:00 hs. El promedio de LCC de las hembras fue de 66 cm ( $SD= 2,47$ ) y el promedio del tamaño de las nidadas fue de 102 huevos ( $SD= 23,04$ ). Determinamos una correlación significativa entre

el número de huevos por nido y el LCC ( $r=0,30$ ;  $n= 114$ ;  $P < 0,001$ ).

**Éxito reproductivo y éxito de eclosión.** De los 365 nidos trasladados utilizamos 304 para esta análisis de éxito de eclosión y reproducción (correspondientes a los primeros de la estación). El éxito de eclosión fue de 71,4% y el éxito reproductivo de 71,8%.

**Temperaturas de incubación y proporciones sexuales.** Los cinco nidos seleccionados para el monitoreo de la temperatura tuvieron tanto la misma fecha de ingreso al tortugario como la de eclosión (51 días de incubación). El promedio en las temperaturas de los nidos a lo largo del período de incubación estuvo entre los 28,9°C y los 29,4°C y el promedio para los cinco nidos en conjunto fue de 29,1°C. Estos promedios están por debajo de la temperatura

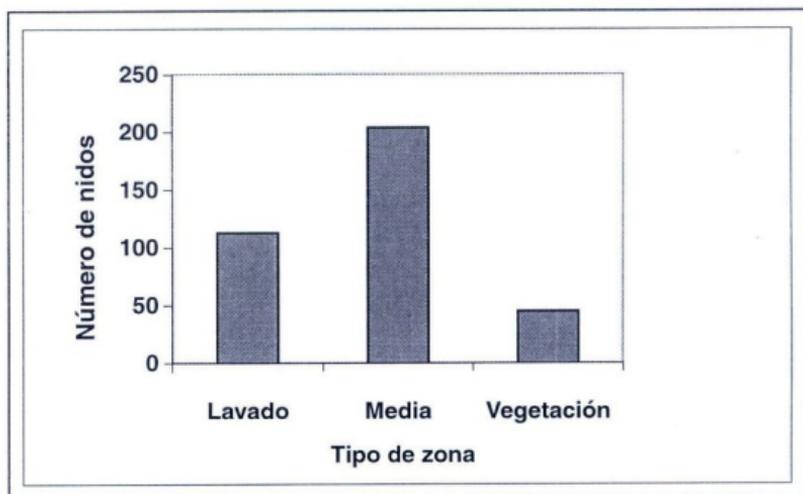


Figura 4. Cantidad de nidos por zona de la playa.

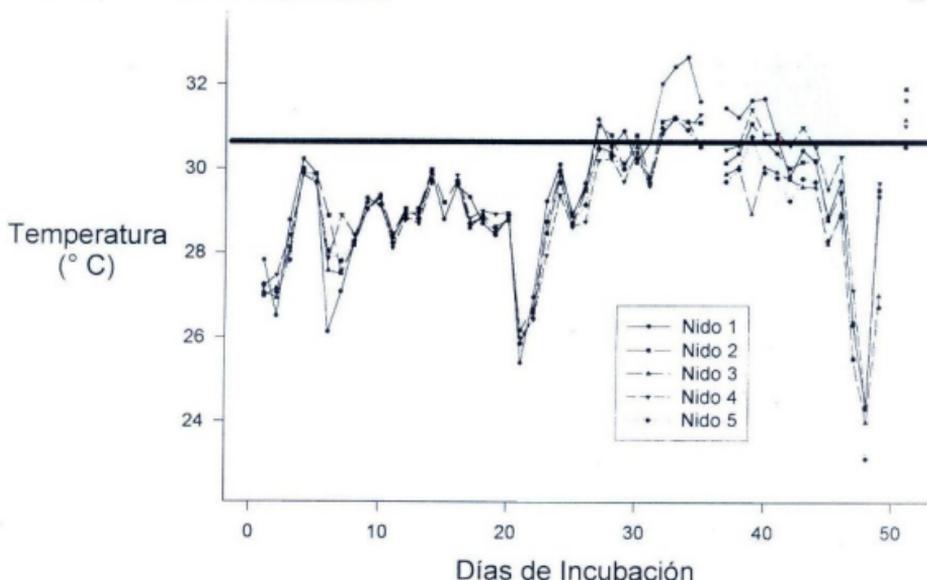
umbral de 30,5°C estimada por McCoy *et al.* (1983), y de 30,4°C estimada por Wibbels *et al.* (1998), para la población de *L. olivacea* anidante en Playa Nancite, Costa Rica (Fig. 5). De forma similar, el promedio de la temperatura de incubación para los cinco nidos durante el período crítico (segundo tercio del período de incubación) fue de 29,4°C, nuevamente por debajo de la temperatura umbral reportada para Playa Nancite, Costa Rica. Encontramos una mayor proporción de machos que de hembras (84% machos y 16% hembras, para una proporción de 6:1). Hubo diferencias significativas en el número de machos y hembras entre los diferentes nidos ( $X^2 = 23,75$ ; g.l. = 4;  $P < 0,001$ ), con tres de los cinco nidos produciendo sólo machos (Tabla 1).

**Mortalidad.** La mortalidad encontrada en los nidos transferidos a lo largo de la temporada fue de 19%, correspondiendo a mortalidad embrionaria un 16,14%, la cual fue causada principalmente por infestación de larvas de moscas de la familia Sarcophagidae. El otro 2,86% murió a causa de picaduras de hormigas, sobrecalen-

tamiento de la arena por acción del sol, asfixia por la compactación de la arena producida por las fuertes lluvias y predación por pájaros.

## DISCUSIÓN

**Arribos y anidaciones.** A diferencia de la temporada 1998, en 1999 se presentó un pico de anidación significativo en la estación de anidación (Martínez y Páez, 2000). Este patrón es similar a lo reportado por Drake (1996) para esta especie en otros lugares de anidación como en Península Osa, Costa Rica, en donde el desove comenzó en junio y tuvo un máximo en los meses de setiembre y octubre en lo alto de la estación lluviosa. En La Cuevita la estación de anidación se extendió hasta diciembre, e inclusive enero. Es posible que durante estas dos temporadas, se haya subestimado el número de arribos y reanidaciones, ya que los registros se ven afectados por la regularidad del patrullaje, las condiciones de inundación en la playa, las fuertes lluvias y la ausencia de luna en épocas de fuertes aguaceros (Troeng, 1997).



**Figura 5.** Temperatura promedio diaria de los cinco nidos comparada con la temperatura umbral en Playa Nancite. La barra negra horizontal representa la temperatura umbral estimada por McCoy *et al.* (1983) y Wibbels *et al.* (1998). Cabe anotar que existe una interrupción en las lecturas de las temperaturas en los días 36 de incubación debido a fallas en el equipo.

En comparación con la estación anterior, durante 1999 hallamos cuatro veces más números de arribos, y trasladamos más de tres veces la cantidad de nidadas (Tabla 2). No es posible hacer una comparación rigurosa con las estaciones de los años anteriores a 1998, debido a que la metodología sólo fue estandarizada durante estos dos años. Aunque no encontremos reportes de anidación para otras playas de desove asincrónico, la playa La Cueva parece ser un importante sitio de anidación de este tipo para *Lepidochelys olivacea*.

De igual forma que el año previo, la actividad de desove de la tortuga *L. olivacea* fue mayor en los tres primeros kilómetros de la playa, especialmente en el primero, el cual corresponde al extremo que limita con la quebrada La Cueva (Martínez y Páez, 2000) (Foto 3). Es posible que por la cercanía a la quebrada La Cueva, la composición de la arena sea diferente en este sector, previniendo así el derrumbamiento durante la construcción de los nidos, lo cual se reflejaría en una mayor tasa de eclosión, y por tanto, una vez alcancen la

madurez sexual, un mayor reclutamiento de hembras maduras en este sector (Ackerman, 1977). Por otra parte, en este sector existe una plataforma bordeada por la quebrada La Cueva donde la franja de arena es más amplia y las condiciones para el desove pueden ser mejores (Amorcho, 1993). A diferencia del año previo, las tortugas anidaron principalmente en la zona media de la playa. Esta observación es similar a lo reportado para otras poblaciones y especies de tortugas marinas (Bjorndal y Bolten, 1992; Campbell *et al.*, 1997; Fowler, 1979), donde dos presiones opuestas pueden favorecer la zona media, ya que los nidos situados en zona de vegetación están más expuestos a depredadores y los nidos en zona de lavado sufren de erosión, lo que conlleva a la pérdida de nidos por arrastre (Fowler, 1979). Infortunadamente, no se poseen datos representativos de tasas de eclosión de nidos *in situ*, por lo tanto no es posible establecer si existe alguna relación entre éstas y el sector o zona de anidación dentro de la playa La Cueva.

Los datos morfométricos de las hembras



Foto 1. Playa en la que se observa las tres zonas durante la marea baja: zona de lavado, zona media y zona de vegetación.

ilustraron una relación positiva entre talla del cuerpo y su capacidad reproductiva (número de huevos que puede poner una hembra dada), tendencia que también se ha observado en la tortuga verde, *Chelonia mydas* (Hirth, 1971) y la tortuga baula, *Dermochelys coriacea* (Ehrhart, 1979). Esta información también es importante para determinar la posible talla mínima de madurez sexual y la varianza entre las tallas de la colonia anidante (Bolten, 1999).

**Éxito reproductivo y éxito de eclosión.** El éxito de eclosión encontrado en el tortugario fue de 71,4%, lo cual es menor que el 81,5% del año previo, pero superior al reportado para otras especies de tortugas marinas, como las reportadas para la tortuga carey, *Eretmochelys imbricata*, por Garduño-Andrade y Cervantes (1996); para la tortuga verde, *Chelonia mydas* (Bustard, 1973) y aún para *Lepidochelys olivacea* en La Cuevita en 1997, el cual fue de 67% (Vélez, 1997). Estos valores pueden indicar que la manipulación de los huevos se está realizando antes de la polarización del disco germinal en el embrión (Bustard, 1973), ya que al fijarse los embriones de tortuga a la cáscara del huevo, el movimiento del traslado sin mantener la posición original de los huevos causa el des-

prendimiento y muerte del embrión (Garduño-Andrade y Cervantes, 1996). Existen factores ambientales que también influyen en el desarrollo de los embriones como son la salinidad del agua, el tamaño del grano de la arena, la humedad y la temperatura, siendo estos dos últimos los que más influyen en la supervivencia (Galicia *et al.*, 1989). De acuerdo con lo anterior, es aconsejable realizar estudios sobre la influencia de estos dos factores en la sobrevivencia de los neonatos, tanto *in situ* como en el tortugario. La mortalidad embrionaria también fue producida por infestación de larvas de moscas Sarcophagidae, lo cual también se ha reportado en huevos de tortugas marinas en general (Iverson y Perry, 1994) y de otras especies de tortugas acuáticas como *Trachemys scripta* (Moll y Legler, 1971), *Rhinoclemys pulcherrima* (Acuña-Mesen y Hanson, 1990) y *Podocnemis unifilis* (Ortega *et al.*, en prensa). Otros factores que contribuyeron a la mortalidad dentro del tortugario fueron: las inundaciones por fuertes lluvias que provocaron compactación de la arena y por ende, tanto la asfixia de los neonatos como también la no presencia de desarrollo embrionario debido a la putrefacción de los huevos. Las infestaciones de hormigas y la depredación a causa de pájaros sobre los neonatos eclosio-

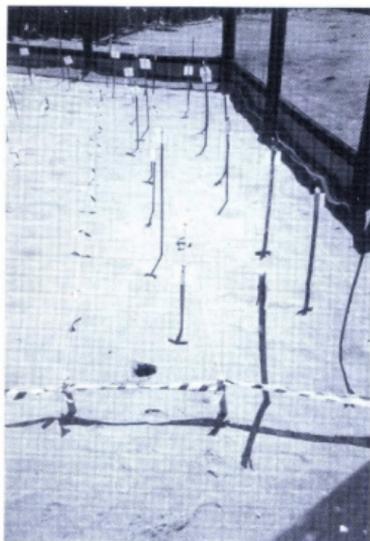


Foto 2. Nidos artificiales donde se reubicaron los huevos.

nados fueron otras causas de mortalidad.

Con la idea de minimizar las alteraciones biológicas que puede acarrear las manipulaciones de los nidos, idealmente éstos deben incubarse *in situ* (Mortimer, 1999). Sin embargo, desde la creación del programa de manejo a cargo de la Fundación Natura, se ha optado por el traslado de nidos, debido al alto grado de depredación humana sobre las nidadas. La cosecha ilegal por parte de los pobladores para consumo local es un aspecto que puede estar afectando notoriamente esta población de *L. olivacea* en la Playa La Cuevita. Aunque no se cuenta con datos precisos, se estima que hasta cinco hembras son capturadas por noche para consumo de su carne. No fue posible dejar un número representativo de nidos *in situ* debido a que en su mayoría son saqueados por la gente local. Por lo tanto, el traslado de los huevos de un nido natural y su reubicación en otro sector de la playa puede ser efectivo para mitigar las amenazas que reducen el éxito de eclosión

o que resultan en altos niveles de pérdida de nidadas (Boulon, 1999). Sin embargo, esta técnica puede tener serios impactos negativos sobre la población, como son la alteración del éxito de eclosión y las proporciones sexuales naturales de ésta (Mortimer, 1999).

**Temperaturas de incubación y proporciones sexuales.** La estimación de las proporciones sexuales dio como resultado un sesgo a favor de los machos de 6:1. Extrapolando a partir de los sesgos hallados en los cinco nidos evaluado el presente año y los diez evaluados el año previo (Martínez y Páez, 2000), es posible que se esté fomentando una masculinización de los neonatos incubados en el tortugario ya que, por un lado, las temperaturas promedio de todos los nidos registrados son inferiores a la temperatura umbral reportada para esta misma especie en la Playa Nancite, Costa Rica, y, por otra parte, las condiciones de incubación dentro del tortugario son relativamente homogéneas para todos los nidos (por lo menos, se han mantenido similares en los últimos dos años (Martínez y Páez, 2000). Es necesario insistir en la necesidad de determinar las proporciones sexuales naturales, la temperatura umbral para esta población y las temperaturas a que están siendo incubados la mayoría de los nidos del tortugario, para poder evaluar la magnitud del efecto de las actuales prácticas de manejo de este programa en la conservación de esta población (Godfrey y Mrosovsky, 1999).

Observamos además que los nidos monitoreados presentaron en el segundo tercio del desarrollo de los embriones, temperaturas (promedio 29,1°C) que se ubicaron principalmente por debajo de la temperatura umbral (30,4°C) reportada por Wibbels *et al.* (1998) y McCoy *et al.* (1983), siguiendo un patrón similar de temperaturas que en Playa Nancite. Impredeciblemente, el nido en el cual se observó una proporción de hembras y machos de casi 1:1, presentó una temperatura promedio de 28,9°C, contrario a lo reportado por Martínez y Páez (2000), en donde la temperatura promedio para el nido con estas proporciones fue de 30,5°C. Es posible que la muestra de neonatos seleccionada dentro de los nidos no represente la verdadera proporción sexual del mismo, o que la temperatura umbral para esta población sea



Foto 3. Región de la playa en donde se registró la mayor actividad de desove.

diferente a la de otras poblaciones, o que haya encontrado un caso de variación intrapoblacional en la temperatura umbral (Binckley *et al.*, 1998). Debido a la carencia de registros de nidos naturales, tampoco nos es posible estimar la proporción sexual de los neonatos que se producirían en esta playa.

#### LITERATURA CITADA

- ACKERMAN, R. 1977. The respiratory gas exchange of sea turtle nests. *Resp. Phys.* 31: 19-38.
- ACUÑA-MESEN, R. A. & P. E. HANSON. 1990. Phorid fly larvae as predators of turtle eggs. *Herpetol. Rev.* 21: 13-14.
- ALVARADO, J. & T. MURPHY. 1999. Nesting periodicity and interesting behavior. *En: Research and Management for the Conservation of Sea Turtles.* K. I. Eckert, K. A. Bjorndal, F. Abreu-Grobois, M. Donnelly (editores). IUCN / SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.
- AMOROCHO, D. F. 1993. Biología reproductiva de la tortuga golfina en Playa Larga, El Valle, Chocó. Informe Técnico 91-92. Fundación Natura, Bogotá. 80 pp.
- AMOROCHO, D. F.; H. RUBIO & W. DÍAZ. 1992. Observaciones sobre el estado actual de las tortugas marinas en el Pacífico colombiano. *En: Contribución al conocimiento de las tortugas marinas en Colombia. Serie de publicaciones especiales del Inderena* (José V. Rodríguez-M. y H. Sánchez-P., eds.). 155-179 pp.
- BINKLEY, C. A.; J. R. SPOTILA; K. S. WILSON & F. V. PALADINO. 1998. Sex determination and sex ratios of Pacific leatherback turtles, *Demochelys coriacea*. *Copeia* 1998, 2: 291-300.
- BJORN DAL, K. A. & A. B. BOLTEN. 1992. Spatial distribution of green turtle (*Chelonia mydas*) nests at Tortugero, Costa Rica. *Copeia* 1992: 45-52.
- BOLTEN, A. B. 1999. Techniques for measuring sea turtles. *En: Research and Management for the Conservation of Sea Turtles.* K. I. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (editores). IUCN / SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.
- BOULON, R. H. 1999. Reducing threats to eggs and hatchlings: *In situ* protection. *En: Research and Management for the Con-*

- servation of Sea Turtles. K. I. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (editores). IUCN / SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.
- BROOKS, R. J.; BOBYN, M. L.; GALBRAITH, D. A.; LAYFIELD, J. A. & E. G. NANCEKIVELL. 1991. Maternal and environmental influences on growth and the survival of embryonic and hatchling snapping turtles (*Chelydra serpentina*). *Can. J. Zool.* 69: 2667-2676.
- BUSTARD, R. 1973. Sea Turtles: Natural History and Conservation. *Taplinger Publishing Company*. New York.
- CAMBPELL, C.; C. LAGUEUX & J. MORTIMER. 1996. Leatherback turtle, *Dermochelys coriacea* nesting at Tortuguero, Costa Rica in 1995. *Chelon. Conserv. Biol.* 2: 169-172.
- CORNELIUS, S. E.; M. ALVARADO-ULLOA; J. CASTRO; M. MATA DEL VALLE & D. C. ROBINSON. 1991. Management of the olive Ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) nesting at Playas Nancite and Ostional, Costa Rica. *En: J. R. Robinson and K. H. Redford (editores). Neotropical Wildlife Use and Conservation. The University of Chicago Press, Chicago.* 111-135 pp.
- DRAKE, D. L. 1996. Marine turtle nesting, nest predation, hatch frequency, and nesting seasonality on the Osa Peninsula, Costa Rica. *Chelon. Conserv. Biol.* 2 (1): 89-92.
- ECKRICH, C. E. & D. W. OWENS. 1995. Solitary versus arribada nesting in the olive Ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*): a test of the predator-satiation hypothesis. *Herpetologica* 51: 349-354.
- EHRHART, L. M. 1979. Threatened and endangered species at the Kennedy Space Center, Part I: Marine turtle studies. *En: Final report to NASA/KSC: A continuation of base-line studies for environmentally monitoring STS at John F. Kennedy Space Center. NASA contract NAS 10-8986.*
- FOWLER, L. E. 1979. Hatching success and nest predation in the green sea turtle, *Chelonia mydas*, at Tortuguero, Costa Rica. *Ecology* 60 (5): 946-955.
- GALICIA, P. L.; E. HERNÁNDEZ; V. C. LÓPEZ & R. E. NIEVES. 1989. Influencia de la humedad de incubación sobre el porcentaje de avivamiento en tortuga Golfina y Laúd. *En: Memorias del V Encuentro Interuniversitario sobre Tortugas Marinas en México. Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. CONACYT.* 162-174 pp.
- GARDUÑO-ANDRADE, M. & E. CERVANTES. 1996. Influencia de la temperatura y la humedad en la sobrevivencia en nidos *in situ* y en corral de tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) en Las Coloradas, Yuc. México. INP. SEMARNAP: Ciencia Pesquera No. 12.
- GENTRY, A. 1994. La región del Chocó. *En: Selva Húmeda Tropical. Fondo FEN. Bogotá.* Colombia.
- GODFREY, M. & N. MROSOVSKY. 1999. Estimating hatchling sex ratios. *En: Research and Management for the Conservation of Sea Turtles. K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (editores). IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.*
- HIRTH, H. F. 1971. Synopsis of biological data on the green turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus) 1758. *FAO Fisheries Synopsis* 85: 1:1-8:19.
- HUGHES, D. A. & J. D. RICHARD. 1974. Nesting of the Pacific Ridley *Lepidochelys olivacea* on Playa Nancite, Costa Rica. *Marine Biology* 24: 97-107.
- IVERSON, J. B. & R. E. PERRY. 1994. Sarcophagid Fly Parasitoidism on Developing Turtle Eggs. *Herpetological Review* 25 (2).
- LIMPUS, C. J. 1995. Global overview of the status of marine turtles: a 1995 viewpoint. *En: K. A. Bjorndal (editor), Biology and Conservation of Sea Turtles, Second Edition, Smithsonian Institution Press, Washington D.C.* 605-607.
- MÁRQUEZ, R. 1976. Reservas naturales para la conservación de las tortugas marinas en México. *INS/SI* 183, 23 pp.
- MÁRQUEZ, R.; C. PEÑAFLORES; A. VILLANUEVA & J. DÍAZ. 1995. A model for

- diagnosis of populations of Olive Ridley and green turtles of West Pacific tropical coasts. *En: K. A. Bjorndal* (editor), *Biology and Conservation of Sea Turtles* (Second edition). Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 153-158 pp.
- MARTÍNEZ, L. M. & V. P. PÁEZ. 2000. Ecología de anidación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en la playa de La Cuevita, Costa Pacífica Chocomaná, Colombia, en 1998. *Actualidades Biológicas* 22 (73): 131-143 pp.
- McCOY, C. J.; R. C. VOGT & E. J. CENSKY. 1983. Temperature-controlled sex determination in the sea turtle *Lepidochelys olivacea*. *J. Herpetol.* 17: 404-406.
- MIAGRET, J. 1977. Les tortues de mer au Sénégal. *Bulletin AASNS* 59: 70-14.
- MILLER, J. D. 1997. Reproduction in sea turtles. *En: The Biology of Sea Turtles*. (J. A. Musick y P. L. Lutz, eds.) CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 52-81 pp.
- MOLL, E. O. & J. M. LEGLER. 1971. The life history of a neotropical slide turtle, *Pseudemys scripta* (Schoepff), in Panama. *Bull. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. Sci.* 11: 1-102.
- MORTIMER, J. A. 1999. Reducing threats to eggs and hatchlings: Hatcheries. *En: Research and Management for the Conservation of Sea Turtles*. K. L. Eckert, K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois, M. Donnelly (editores). IUCN / SCC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.
- NOWARK, R. M. 1974. Status of the green sea turtle, loggerhead and olive Ridley Turtle. Report to the U.S. Office of Endangered Species. 56 pp.
- ORTEGA, A. M.; B. C. BOCK & V. P. PÁEZ. En prensa. Efecto del estado de desarrollo en el momento de la transferencia de nidios, sobre la tasa de eclosión de la tortuga terecay (*Podocnemis unifilis*). *Vida Silvestre Neotropical*.
- PRITCHARD, P. C. H. 1997. Evolution, phylogeny, and current status. *En: The Biology of Sea Turtles* (J. A. Musick y P. L. Lutz, eds.) CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 1-29 pp.
- PRITCHARD, P. C. H. & P. TREBBAU. 1984. The turtles of Venezuela. Society for the study of amphibians and reptiles, 335-351 pp.
- ROSS, J. P. 1979. Sea turtles in the Sultanate of Oman. World Wildlife Fund. Project 1320 report: 53 pp.
- TROENG, S. 1997. Caribbean Conservation Corporation (CCC). Asistant Research Manual, Leatherback Program at Tortugero.
- VÉLEZ, A. M. 1997. Informe técnico sobre la temporada de anidación de 1997. Presentado a Fundación Natura, Bogotá.
- WIBBELS, T.; D. ROSTAL & R. BYLES. 1998. High pivotal temperature in the sex determination of the Olive Ridley sea turtle, *Lepidochelys olivacea*, from Playa Nancite, Costa Rica. *Copeia* 1998, 4: 1086-1088.
- YNTEMA, C. L. & N. MROSOVSKY. 1980. Sexual differentiation in hatchling loggerheads (*Caretta caretta*) incubated at different controlled temperatures. *Herpetologica* 36: 33-36.