

INDICADORES DEL ÉXITO REPRODUCTIVO DE LA TORTUGA VERDE (*Chelonia mydas*) EN TRES PLAYAS DE LA PENÍNSULA DE GUANAHACABIBES, PINAR DEL RÍO, CUBA.

Julia Azanza Ricardo ¹ *, Yeleine Ruisanchez Carrasco ², María Elena Ibarra ¹, Ariel Ruiz Urquiola ¹ César Y. Luis Castellanos ³, Duniesky Ríos Tamayo y Colectivo de estudiantes de la Facultad de Biología ².

(1) Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Calle 16 No. 114, Playa, CP 11300, Ciudad Habana, Cuba.

(2) Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Calle 25 y J, Plaza, CP 10400, Ciudad Habana, Cuba.

(3) Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Oriente, Patricio Lumumba, altos de Quintero, CP 90500, Stgo de Cuba, Cuba.

(*) Autor correspondiente: Email: julia@cim.uh.cu

RESUMEN

Se analizó el éxito reproductivo de *Chelonia mydas* empleando como indicadores descriptores cuantitativos de la fase final del desarrollo embrionario en tres playas de la Península de Guanahacabibes, Cuba. Fueron comparados ocho indicadores: número de huevos por nido, período de incubación, éxito de emergencia y el porcentaje de: huevos sin embrión, mortalidad embrionaria, depredación en el nido, anomalías y mortalidad al nacer, entre playas y zonas para cada playa. Se encontraron diferencias significativas por zonas para el porcentaje de supervivencia y de huevos sin embrión. Entre playas se encontraron diferencias en cuanto al índice de depredación; por último, el período de incubación, difiere en función de la interacción entre las playas y cada una de las zonas. Se presentan además, los valores medios de dichos indicadores con sus intervalos de confianza. Las diferencias significativas encontradas entre las zonas para indicadores como la supervivencia (valores más bajos en la zona A) o el porcentaje de huevos sin embrión (valores más altos en la zona A), unidas a que el menor número de las anidaciones se producen en esta zona, corrobora que en las tortugas verdes se ha fijado una conducta como especie hacia la anidación en áreas con condiciones más propicias para un mayor éxito reproductivo. Por otra parte, la elevada tasa de emergencia de neonatos en contraste con los bajos valores de mortalidad y deformaciones embrionarias para las tres playas indica la existencia de condiciones que favorecen el éxito reproductivo de la especie en toda el área analizada.

Palabras clave: tortugas; éxito reproductivo; período de incubación; ASW, Cuba.

ABSTRACT

An analysis of the reproductive success of green turtles (*Chelonia mydas*) using as indicators quantitative descriptors of the final phase of incubation was carried out in Antonio, Perjuicio and Caleta de los Piojos nesting beaches, located in the Biosphere Reserve and National Park "Peninsula of Guanahacabibes", Cuba. Eight indicators of the reproductive success (clutch size, duration of incubation period, hatchlings emergence success, percent eggs without embryos, percent of embryo mortality, percent predation, percents of anomalies and percent of hatching mortality) were compared between beaches and between nesting zones A, B and C for each beach. There were significant differences between beach zones for survival and for eggs without embryo. Between beaches there were different predation levels. The incubation period differed as a function of the interaction between beaches and between zones. The fact that significant differences between the study sites were found for indicators such as survival (the lowest value in the A zone) or the percentage of eggs without embryo (the highest value in the A zone), together with the fact that the smallest number of nests occurred in this zone, corroborates the notion that green turtles have fixed a preference for areas with the most appropriate conditions for the reproductive success. On the other hand, high rates of hatchling emergence together with low mortality and anomalies in the three beaches indicates the presence of conditions that favor the reproductive success in the study area as a whole.

Key words: turtles; reproductive success; incubation period's; ASW, Cuba.

Las tortugas marinas son componentes de complejos ecosistemas marinos y costeros, donde contribuyen a su salud y mantenimiento. Por su amplia distribución geográfica, hábitos migratorios, lento crecimiento y maduración sexual tardía, son altamente vulnerables en todas las fases de su desarrollo. La tortuga verde (*Chelonia mydas*, (Linnaeus 1758)), principal especie anidadora en el

archipiélago cubano (Nodarse *et al.*, 1998), está incluida tanto en el Libro Rojo de la Unión Mundial para la Conservación (UICN) (Baillie y Groombridge, 1996), como en el apéndice I de la Convención Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna Silvestre (CITES) (Márquez, 1996; Hykle, 1999). La principal causa de la disminución que han experimentado

sus poblaciones ha sido la acción perturbadora del hombre. La actividad humana con la captura ilegal, el saqueo de los nidos, la introducción de depredadores y el deterioro de sus hábitats ha puesto en peligro su existencia.

La plataforma cubana presenta características óptimas como hábitats para varios estadios del desarrollo de la tortuga verde. Reportes anteriores afirman que en la costa sur del archipiélago de Cuba se concentra la mayor parte de la anidación de *C. mydas* (Nodarse *et al.*, 1998) y a su vez que constituye la más importante de Las Antillas (Cardona y de la Rúa, 1972). Entre las playas de mayores anidaciones en esta región se localizan en el extremo más occidental las pertenecientes a la Península de Guanahacabibes (Moncada y Nodarse, 1997). En esta área se concentran los esfuerzos del Proyecto Universitario para el Estudio de las Tortugas Marinas en Cuba. Dirigido por el Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de La Habana, lleva más de 6 años monitoreando la actividad anidadora de las tortugas marinas (Martín *et al.*, 1999; Ibarra *et al.*, 2000).

En el presente trabajo se realiza el análisis del éxito reproductivo de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) empleando como indicadores los descriptores cuantitativos de la fase final del periodo de incubación debido a que se considera uno de etapas de mayor vulnerabilidad (Boulon, 2000). Se tiene en cuenta la posible influencia de las características de las playas en la perpetuación de las tortugas marinas, el dilema de la selección de los mejores sitios o zonas para anidar y las características que los diferencian, lo que permitirá un manejo más adecuado de la especie. Con ese fin los objetivos que nos planteamos son:

Describir cuantitativamente la fase final de del periodo de incubación de *Chelonia mydas* mediante ocho indicadores del éxito reproductivo en tres playas de la Península de Guanahacabibes. Comparar estos indicadores entre las playas y zonas dentro de cada playa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en tres playas: Antonio, El Perjuicio y Caleta de los Piojos, situadas en la vertiente sur de la Península de Guanahacabibes (Fig. 1), durante los años 2000, 2002 y 2004 entre los meses de mayo a septiembre correspondientes a la temporada de anidación de la tortuga verde para el Caribe según Márquez (1996).

La zona de anidación de Playa Antonio (Punto medio: 21°55'11" latitud norte y 84°36'35" longitud oeste) tiene una longitud de 140 m con un ancho variable que fluctúa entre los 7.40-10.00 m, limitada en ambos extremos por roca cárcica. Esta playa se considera de mediana pendiente y energía (Márquez, 1996) y presenta rocas aisladas en el rompiente. El extremo superior está delimitado por una vegetación de playa arenosa (Borhidi, 1996). En la playa El Perjuicio (Punto medio: 21°53' 54" latitud norte y 84°40'20" longitud oeste), la zona de anidación es de aproximadamente 500 m de longitud con ancho variable de 2 m en los extremos y de 30 m hacia la parte central. Esta playa también se considera de mediana pendiente y energía, con una dinámica más moderada debido a que una cresta arrecifal mitiga el impacto del oleaje. También presenta rocas aisladas en el rompiente y está limitada superiormente por un farallón de aproximadamente 6-7 m de altura. La zona de anidación de Caleta de los Piojos (Punto medio: 21°49'25" latitud norte y 84°51'50" longitud oeste) es pequeña en relación a las anteriores, solamente de 100 m. de longitud y entre 9 -15 m. de ancho. Es de forma de herradura y su pendiente y energía es similar a las anteriores, flanqueada en los extremos por diente de perro y superiormente por un uveral, posterior a la típica franja de vegetación de playa arenosa.

Las playas se dividieron para el estudio en tres zonas A, B, C de acuerdo con su topografía según Márquez (1996) (Fig. 1). La zona A va desde la línea de marea alta hasta donde comienza la primera berma en la franja de arena, la zona B es a partir de la primera berma hasta donde comienza la cobertura de vegetación y la zona C incluye toda el área de vegetación supralitoral.

Para estudiar la fase de incubación de *C. mydas*, se implementó en cada playa un monitoreo intensivo durante toda la temporada de anidación mediante el cual se tomaron los datos desde el momento de la oviposición hasta el análisis del nido luego de la eclosión. En total se analizaron 230 nidos.

El primer indicador fue el número de huevos por nidada el cual se contabilizó durante la fase de oviposición. Posterior a la eclosión de los nidos, se determinó el periodo de incubación y se cuantificó el número de neonatos vivos, número de neonatos deformes, número de neonatos muertos al nacer, número de huevos sin embrión, número de huevos con determinado desarrollo embrionario y número de huevos depredados para calcular el resto de los

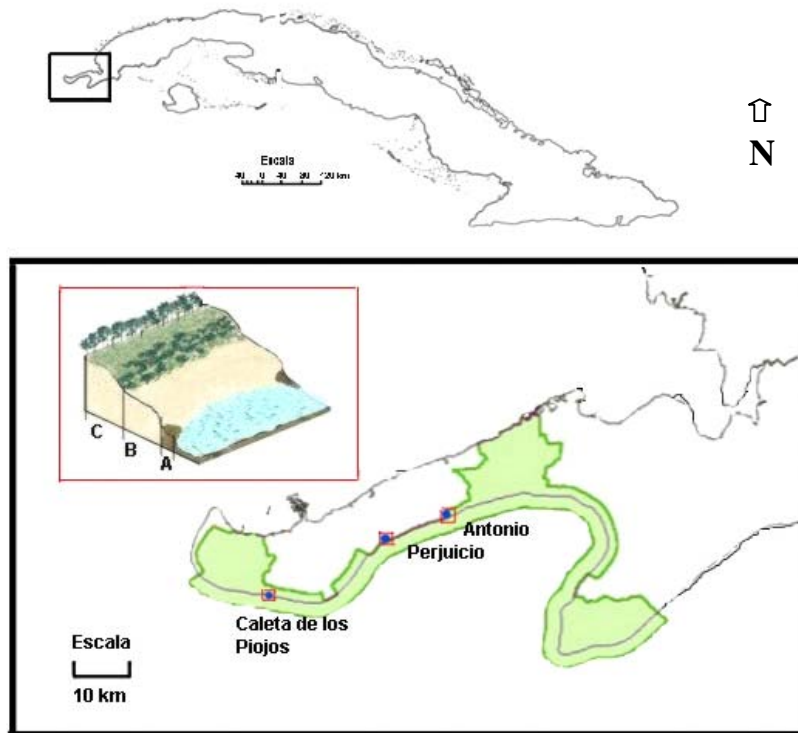


Fig. 1. Ubicación geográfica de las playas Caleta de los Piojos, El Perjuicio y Antonio dentro de la Reserva de la Biosfera y Parque Nacional Península de Guanahacabibes, así como la ubicación de las zonas A, B y C dentro de cada playa.

indicadores en función de las categorías propuestas por Miller (2000):

$$\text{Éxito de emergencia} = \frac{\text{No. Neonatos vivos}}{\text{Total de huevos}}$$

$$\% \text{ huevos sin embrión} = \frac{\text{No. Huevos sin embrión}}{\text{Total de huevos}}$$

$$\% \text{ mortalidad embrionaria} = \frac{\text{No. Huevos con desarrollo embrionario evidente}}{\text{Total de huevos}}$$

$$\% \text{ depredación en el nido} = \frac{\text{No. Huevos y neonatos depredados en el nido}}{\text{Total de huevos}}$$

$$\% \text{ de deformaciones} = \frac{\text{No. deformaciones}}{\text{Total de huevos}}$$

$$\% \text{ de mortalidad al nacer} = \frac{\text{No. Neonatos muertos al nacer}}{\text{No neonatos (muertos al nacer + neonatos vivos)}}$$

Los huevos infértiles y los que no presentaron desarrollo embrionario fueron analizados juntos en la categoría de huevos sin embrión, ya que es difícil diferenciarlos a simple vista (Miller, 1997). Por esta razón los porcentajes de infertilidad y mortalidad embrionaria pueden no expresar con exactitud los fenómenos correspondientes y constituyen indicadores complicados para su correcta estimación.

Las playas y zonas dentro de cada playa constituyeron tratamientos en el análisis estadístico. Los años fueron utilizados como réplicas en los tratamientos analizados. Los

porcentajes fueron transformados utilizando la función arcoseno \sqrt{X} , cumpliendo normalidad y homogeneidad de varianza según las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene respectivamente. La dependencia entre las playas y las zonas atendiendo a los indicadores se determinó por un ANOVA bifactorial. En los casos en los que se encontraron diferencias significativas, se realizó una prueba de comparaciones múltiples de Student - Newman Keuls. Todos los análisis se realizaron con un nivel de significación de $p=0.05$ en el programa STATISTICA 6.0.

RESULTADOS

Entre los indicadores calculados, el número de huevos, y los porcentajes de anomalías, mortalidad embrionaria y mortalidad de los neonatos al nacer no mostraron diferencias significativas entre playas, zonas de las mismas y su interacción. (Tabla 1).

Tabla 1. Valores medios e intervalos de confianza de los indicadores de éxito reproductivo que no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Entre paréntesis se muestra el tamaño de cada muestra utilizada.

Indicadores ($\bar{X} \pm IC (n)$)			
Número de huevos	Anomalías (%)	Muerte embrionaria (%)	Muerte al nacer (%)
114,96 ± 3,36 (230)	1,31 ± 1,04 (230)	3,92 ± 0,92 (230)	2,06 ± 0,94 (228)

El tamaño de la nidada tuvo una variación desde un mínimo de 36 huevos hasta un máximo de 162. El índice de anomalías varió desde cero debido a la ausencia de deformaciones en el nido hasta un 71,42%, aunque valores tan altos como este fueron muy poco frecuentes. Entre las anomalías detectadas se encuentran deformaciones del carapacho, despigmentación, ausencia de ojos y un mayor número de escudetes en el carapacho. De todas, la última fue la más abundante. La mortalidad embrionaria y al nacer, durante el tiempo de muestreo alcanzaron raramente valores de hasta 60 y 21% del total de la nidada respectivamente.

Cuando se considera el efecto de las zonas en las que se dividen las playas, se encuentran diferencias significativas para el éxito de emergencia y el porcentaje de huevos sin embrión. En ambos casos estas diferencias estriban entre la zona A y el resto, en la cual, contrastan los mayores valores de huevos sin embrión con los menores valores de éxito de emergencia (Fig. 2). Los huevos donde no se detectó desarrollo embrionario representan para esta zona el 22,3% respecto al total de la nidada, existiendo a su vez una emergencia tan baja como el 60,3% de los huevos en el nido. Las zonas restantes presentaron entre ellas valores muy similares del 11% y 78% para cada indicador respectivamente.

Entre las playas, las diferencias se encuentran sólo para los niveles de depredación. (Fig. 3). En este caso, Caleta de los Piojos presenta los mayores niveles, alcanzando valores superiores al 6%. Entre las playas Antonio y Perjuicio no existen diferencias significativas. De cualquier manera los valores medios de depredación alcanzados en Caleta no superan el 10%.

El período de incubación sólo presenta diferencias significativas por zonas de la playa para una playa en particular, El Perjuicio. ($F_{(4, N=159)} = 3,48$; $p < 0.01$) en la cual la zona A presentó diferencias significativas con los menores valores respecto al resto de las zonas de la misma playa y las restantes. El promedio de este indicador durante el tiempo analizado es 53.13 días, con variaciones desde 44 días solamente hasta períodos más prolongados como 63 días.

Al comparar entre sí los indicadores expresados como porcentajes se encuentran diferencias significativas entre ellos. (Fig.4).

El éxito de emergencia es el de mayor valor y se diferencia significativamente del resto de los indicadores. Este indicador abarcó alrededor del 75% del total de la nidada, aunque se presentaron valores extremos desde el 0 hasta el 100%. Su valor es inferior al éxito de eclosión ya que algunos neonatos quedan atrapados en el nido y mueren antes de poder emerger, el porcentaje de mortalidad por esta causa es bajo, constituyendo alrededor del 2% de los neonatos que logran salir del huevo.

El indicador que le sigue en cuanto a mayor valor promedio es el porcentaje de huevos sin embrión evidente, que también presenta diferencias significativas con respecto a los otros indicadores y

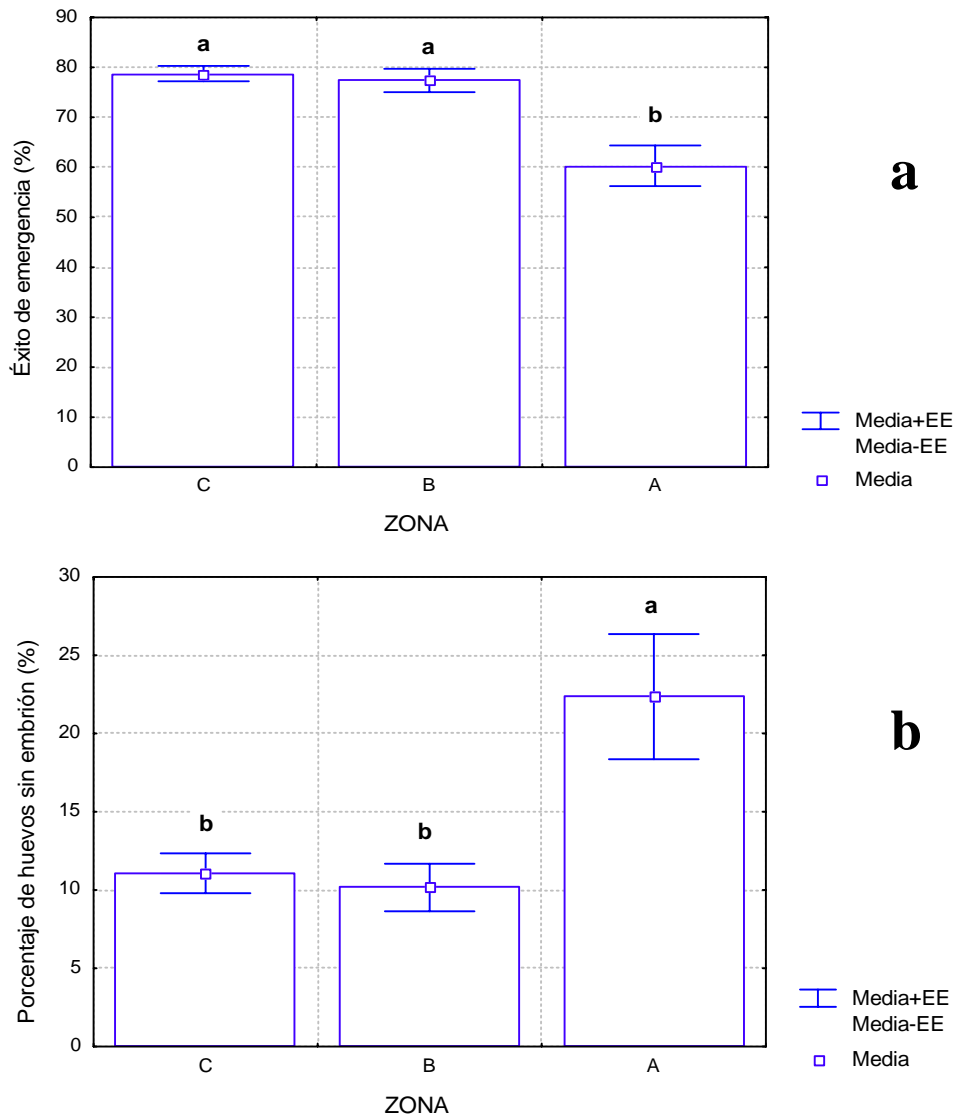


Fig. 2. Éxito de emergencia (a) y porcentaje de huevos sin embrión (b) para las zonas A, B y C de las tres playas analizadas: Antonio, Perjuicio y Caleta de los Piojos, durante los años 2000, 2002 y 2004, en la península de Guanahacabibes. ($F_{(2, N=230)} = 12,72; p < 0.001$) y ($F_{(2, N=230)} = 7,78; p < 0.001$). Las letras indican el orden de las diferencias significativas.

también fluctuó entre el cero y el 100%, con una media general del 12%.

El porcentaje de huevos con embriones muertos y el porcentaje de depredación se agrupan debido a que no existen diferencias estadísticas entre ellos, aunque si se diferencian significativamente del resto.

El porcentaje de anomalías junto a la mortalidad al nacer forman el último grupo, con los menores valores.

DISCUSIÓN

Los descriptores de la fase final de la incubación constituyen indicadores para evaluar el éxito reproductivo de las tortugas marinas; en la medida que el éxito de emergencia y viabilidad de los neonatos aumente y, por tanto, la mortalidad e infertilidad sean bajos, existen mayores probabilidades de mantener o aumentar la tasa de reclutamiento y con ello, la continuidad de la especie.

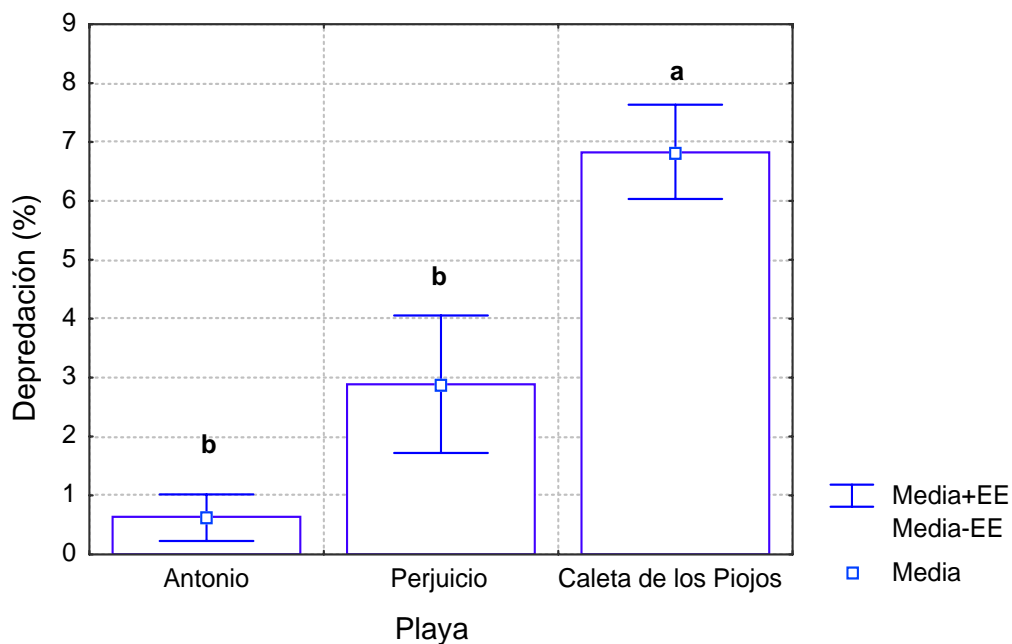


Fig. 3. Depredación para tres playas de la península de Guanahacabibes, muestreadas durante los años 2000, 2002 y 2004. ($F_{(2, N=229)} = 7,41$; $p < 0.001$). Las letras muestran el orden de las diferencias significativas.

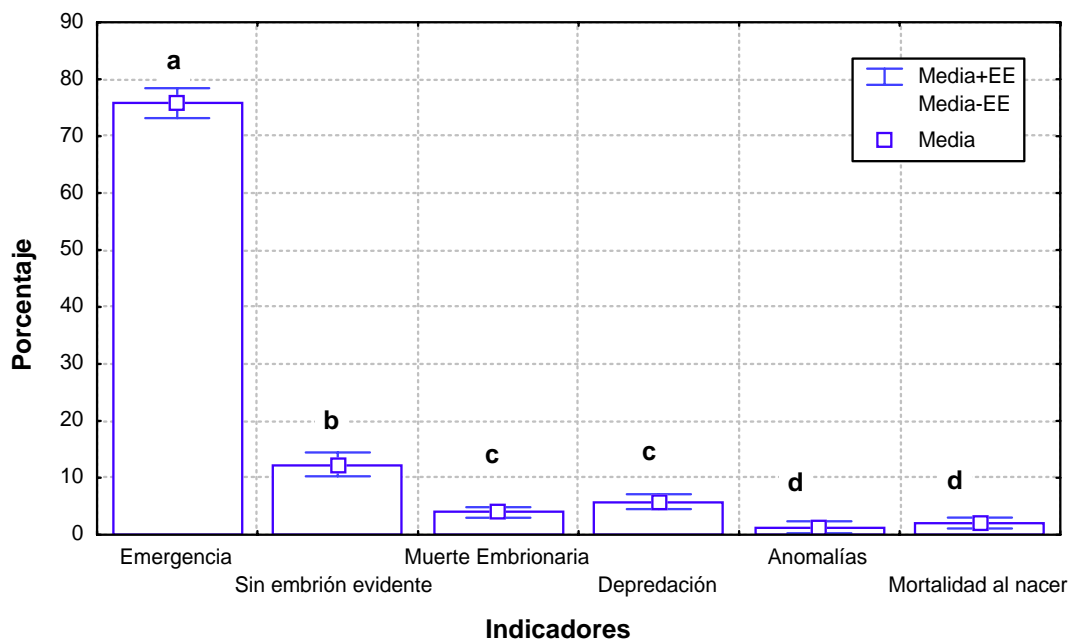


Fig. 4. Comparación entre 6 de los indicadores del éxito reproductivo de la tortuga verde en la península de Guanahacabibes. ($F_{(5, N=1377)} = 995.58$; $p < 0.01$). Las letras muestran el orden de las diferencias significativas.

El tamaño de la nidada ($\bar{X} = 114.52$) se encuentra dentro del intervalo descrito por Mortimer (1999) y Pritchard (1999) para la especie (110-130) y semejante al valor medio de 114 huevos descrito por Márquez (1996) para la región del Atlántico. A su vez, es muy cercano a otros reportes hechos para el área del Caribe como el de playa tortuguero en Costa Rica, con 112.2 huevos (Bjorndal y Carr, 1989). Para nuestro país, los valores son superiores a los encontrados en el sur de la isla de la Juventud, donde la media de huevos fue de 103.9 huevos (Nodarse *et al.*, 1998).

No se encuentran diferencias en cuanto al tamaño de la nidada entre playas ni entre zonas de anidación. Esto puede ser el resultado de que el número de huevos esté fijado a nivel poblacional y aunque existan variaciones en el número de huevos según el tamaño del animal (Bjorndal y Carr, 1989; Chen y Chen, 1995), a nivel de población la media permanece constante por la existencia de individuos reproductores de varias clases de tallas y edades. Bjorndal y Carr (1989) plantean que el control primario del tamaño de la nidada puede estar dado por el genotipo de la hembra. Broderick *et al.* (2003) de igual manera, no encuentran diferencias entre el número de huevos por oviposición entre temporadas de alta y baja anidación aunque sí entre número de oviposiciones por hembra. Ellos consideran que puede ser una mejor estrategia realizar un menor número de oviposiciones que tener nidadas más pequeñas ya que de esta manera se exponen menos tiempo en tierra donde son más vulnerables a los depredadores.

Con relación a la presencia de anomalías en embriones y crías, según Chen y Cheng (1995) en el desarrollo embrionario de las tortugas marinas la producción de neonatos con deformaciones durante el periodo de incubación es un fenómeno normal. Las causas de dichas anomalías no han sido estudiadas, pero pueden incluir la influencia de factores genéticos, la posición del huevo dentro de la nidada y la temperatura de la arena. No obstante, los valores encontrados en este trabajo son inferiores a los que presentan otros autores como Galván (1991) con 5,6% de embriones con alguna anomalía morfológica dentro del corral de incubación en el playón de Mismaloya y más aún considerando aquellos trabajos específicos para algún tipo de anomalía como Eckert (1990) que informa que de 93 nidos analizados de 1982 a 1985, 10 (10.75%) presentaron uno o más gemelos o el albinismo, encontrado por Marcovaldi, Lima y Penteado (1995) quienes mencionan haber

encontrado en un solo nido 22 crías albinas (22,44% del total de crías emergidas) de *Caretta caretta* vivas.

Aunque se encontraron valores bajos de mortalidad embrionaria, este indicador varía en función de la estocasticidad y las variables ambientales de cada área de anidación y puede ser incrementado si tenemos en cuenta el número de muertes que no son detectadas, ya que tienen lugar en etapas muy iniciales del desarrollo. La dificultad para distinguir entre la muerte en el oviducto y/o la muerte embrionaria temprana (antes de la formación de manchas de sangre) de la infertilidad, imposibilita hacer un análisis completo acerca de la fertilidad de los huevos de tortugas marinas (Márquez, 1996; Miller, 1997; Miller, 1999).

Las nidadas de tortugas marinas típicamente tienen un alto éxito de eclosión (80% o más), aunque factores externos como la depredación, cambios ambientales o infecciones microbianas influyen sobre este parámetro (Miller, 1997). No todos los neonatos rompen los cascarones al mismo tiempo y ninguno sale del nido hasta que lo haga la mayoría (Witherington *et al.*, 1990). Luego ascienden poco a poco hacia la superficie de la arena, demorando de 3 a 7 días en emerger (Godfrey y Mrosovsky, 1997). Este proceso requiere de una estimulación mutua, por lo que del total de neonatos que eclosionaron, si el 2% pudo haberlo hecho mucho antes o mucho después del resto, no cuentan con el estímulo de la actividad excavadora de los demás para ascender.

El éxito de emergencia del 75% encontrado, es inferior al valor postulado por Miller (1997) del 80%. Aún mayores son las diferencias con relación a otros reportes hechos para Cuba en los últimos años, como Nodarse *et al.* (1998) para el sur de la Isla de la Juventud cuyos valores promedios son superiores al 90%, y también al 88,2% encontrado para Costa Rica, playa Tortuguero por Reyes y Troëng (2001).

Según Bustard (1972) y Bustard y Greenham (1963) la tortuga verde anida aproximadamente sobre la línea de vegetación, lo cual indica la existencia de un mecanismo fijado donde el anidamiento efectivo es estimulado por la presencia de vegetación. Por otra parte Márquez (1996) reporta que las raíces de las plantas invaden los nidos haciendo que los neonatos queden atrapados e impiden su viaje al mar. Este fenómeno no ocurre de manera significativa durante los años de trabajo puesto que no existen

diferencias para la mortalidad al nacer entre las zonas en que se dividen las playas.

Los nidos puestos en la zona cercana a la línea de marea (zona A) son más susceptibles a ser inundados durante las mareas altas y los fuertes oleajes (Mrosofsky, 1983), variando entonces las condiciones ambientales del nido. Tanto el intercambio de gases como la humedad y la temperatura son afectados y se encuentran fuera de los límites de tolerancia del embrión. Si se pierde el microclima apropiado para un buen desarrollo embrionario la mortalidad durante el periodo de incubación aumenta (Miller, 1997). Esto puede explicar el alto porcentaje de huevos sin embrión dado por el detenimiento del desarrollo en las fases iniciales del mismo. Por otro lado no pueden descartarse otros factores que pueden estar incidiendo como un número efectivo de machos bajo, que influiría en la fertilidad de los huevos pero esto se vería a nivel global y no por áreas de la playa. En segundo lugar la llegada de hembras jóvenes e inexpertas que aniden preferentemente en zonas más cercanas a la línea de marea alta, aunque hasta el momento no está probado.

Unidas al hecho de encontrar diferencias significativas entre las zonas para indicadores como la supervivencia o el porcentaje de huevos sin embrión, (con los mayores y menores valores respectivamente en la zona A), están las diferencias en cuanto al número de anidaciones por zonas encontradas por otros autores (Azanza *et al.*, 2003). Ellos refieren el menor número de oviposiciones para esta misma zona. Estos resultados indican que en las tortugas verdes se ha fijado una conducta como especie hacia la anidación en aquellas áreas con las condiciones apropiadas para un mayor éxito reproductivo.

Una posible explicación a las diferencias en los niveles de depredación observada entre las playas, es el hecho de que en Caleta de los Piojos, existe una mayor cantidad de los depredadores descritos para la fase de huevos y neonatos, incluyendo aquellos relacionados con la actividad humana (perros y cerdos) debido a la presencia de algunos pobladores en la zona. Además la alta densidad de nidos existente conlleva a que algunas tortugas pueden dejar más expuestos los nidos de otras, y esto, hacer más accesible los huevos a algunos de los depredadores. Por otro lado la cercanía entre los nidos incrementa la probabilidad de que al ser afectado un nido, lo sean también sus vecinos.

La homogeneidad encontrada en el periodo de incubación de los huevos entre las tres playas analizadas, puede ser resultado de condiciones climáticas estables en la región. La diferencia encontrada entre la zona A de Perjuicio con relación al resto, parece ser producto del pequeño tamaño muestral para esa zona en particular ya que sólo 2 nidos fueron analizados. La media obtenida durante los tres años de estudio de 53 días de incubación se encuentra dentro del rango de los 50 a 80 días descrito para esta especie por Ackerman (1997). A su vez esta por debajo del reportado por Pilcher y Al-Merghani (2000) de 59,7. Esas diferencias pueden estar dadas por la temperatura y las precipitaciones. Según Godfrey *et al.*, (1996), Ackerman (1997), Miller (1997) y Mrosofsky *et al.*, (1999), la duración de la incubación de los huevos de tortugas marinas esta influenciada por estos factores ambientales. La temperatura tiene un efecto inverso sobre la duración del periodo de incubación. Típicamente, el periodo de incubación decrece en la medida en que la temperatura de incubación aumenta. (Ackerman, 1997). Miller (1997) plantea que un cambio de 1°C dentro del rango de 26°C a 33°C hace que el periodo de incubación aumente o disminuya alrededor de 5 días. El hecho de que la media encontrada en el presente trabajo se acerque al límite inferior del intervalo descrito, se debe, entre otros factores, a la ocurrencia de altas temperaturas con una media entre los 25 y 30°C y precipitaciones no abundantes durante los años analizados, inferiores a los 70 mm de acumulado de lluvias. De acuerdo con McGehee (1990) la duración de la incubación es influenciada significativamente por el porcentaje de humedad en el nido, huevos sometidos a humedades altas necesitan más tiempo para su desarrollo que los sometidos a humedades más bajas.

CONCLUSIONES

1. Los descriptores de la fase final de la incubación constituyen indicadores para evaluar el éxito reproductivo de las tortugas marinas; en la medida que el éxito de emergencia y viabilidad de los neonatos aumente y, por tanto, la mortalidad e infertilidad sean bajos, existen mayores probabilidades de mantener o aumentar la tasa de reclutamiento y con ello, la continuidad de la especie.
2. La media de huevos por nidada encontrada para Guanahacabibes, no difiere significativamente entre playas ni zonas.

3. La zona A de las playas analizadas difiere significativamente del resto en cuanto al éxito de emergencia y número de huevos sin embrión, indicativo de condiciones menos favorables para el desarrollo apropiado de los embriones.

4. El éxito de emergencia y los bajos niveles de mortalidad y deformaciones encontrados no son diferentes de manera significativa para las playas, esto sugiere condiciones favorables para la incubación de los huevos y emergencia de los neonatos en los tres casos analizados: Antonio, El Perjuicio y Caleta de los Piojos.

5. Aunque los niveles de depredación encontrados son bajos, las diferencias entre las playas pueden ser producto de la presencia en Caleta de los Piojos de depredadores adicionales relacionados con la actividad humana, además de la alta densidad de nidos existente que conlleva por una parte, a incrementar el riesgo de que unas tortugas expongan los nidos de otras y, por otra, incrementa la probabilidad de contaminación de los nidos entre si por la cercanía existente.

6. El periodo de incubación es similar para las tres playas analizadas y de corta duración, debido a condiciones ambientales homogéneas en la región con predominio de altas temperaturas.

REFERENCIAS

Azanza, J., M.E. Ibarra, G. Espinosa, R. Díaz-Fernández, G. González-Sansón (2003): Conducta de anidación de la Tortuga Verde (*Chelonia mydas*) en la Península de Guanahacabibes, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 24(3):231-240.

Ackerman, R.A. (1997): The nest environment and embryonic development of sea turtles. *En: The biology of sea turtles.* (P.L. Lutz y J.A. Musick; eds). CRC Press, New York: 83-106.

Baillie, J. y B. Groombridge (1996): *IUCN Red List of threatened animals.* World Conservation Union (IUCN). Gland, Switzerland. 368 pp.

Bjorndal, K.A. y A. Carr (1989): Variation in clutch size and egg size in the green turtle nesting population at tortuguero, Costa Rica. *Herpetologica* 45(2): 181-189.

Boulon, R.H. (2000): Reducción de las Amenazas a los Huevos y las Crías. Protección *in situ.* *En: Research and management techniques for the conservation of sea turtles* (K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly, eds.),

IUCN/SSC Marine turtles specialist group publication No. 4, 235 pp.

Broderick, A.C., F. Glen, B.J. Godley y G.C. Hays (2003): Variation in reproductive output of marine turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 288:95-109.

Bustard, H.R. (1972): *Australian Sea Turtles: Their Natural History and Conservation.* William Collin & Son Ltd.

Bustard, H.R. y P. Greenham. (1963): Physical and chemical factores affecting hatching in green sea turtle, *Chelonia mydas* (L.). *Ecology* 49:269-276

Cardona, R. y R. de la Rúa (1972): Protejamos nuestras tortugas. *Bol. Div. Tec. Inst. Nac. Pesca CIP,* 12 pp.

Chen, T.H. y I.J. Cheng (1995): Breeding biology of the green turtle, *Chelonia mydas* (Reptilia: Cheloniidae), on Wan-An Island, PengHu archipelago, Taiwan. I. Nesting ecology. *Marine Biology* 124: 9-15.

Godfrey, M.H. y N. Mrosovsky (1997): Estimating the time between hatching of sea turtles and their emergence from the nest. *Chelonian Conservation and Biology* 2(4): 581-585.

Godfrey, M.H., R. Barreto y N. Mrosovsky (1996): Estimating past and present sex ratios of sea turtles in Suriname. *Canadian Journal Zoology* 74 (2): 267-277.

Hykle, D. (1999): International conservation treaties. *En: Research and management techniques for the conservation of sea turtles* (K.L. Eckert, K.A. Bjorndal; F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly, eds.), *IUCN/SSC Marine turtles specialist group publication* No. 4: 228-232.

Ibarra, M.E., G. Espinosa, J. Angulo, J. Pacheco y estudiantes de la Facultad de Biología (Universidad de la Habana) (2000): University project on the study and conservation of sea turtles. Preliminary results and future plans. *Proceedings of the nineteenth Annual Symposium on sea turtle biology and conservation.* U. S. Dept. Comerse (H.J. Kalb y T. Wibbels, comp.). *NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-443:* 272.

Márquez, R. (1996): *Las tortugas marinas y nuestro tiempo.* Fondo de Cultura Económica, México, 197 pp.

- Martín, M.E., J. Angulo, G. Espinosa, J. Pacheco, F. Moncada, G. Nodarse y E. Escobar (1999): University project on the study and conservation of sea turtles. *Marine Turtles Newsletter* 84: 11-12.
- MCGehee, M.A. (1990): Effects of moisture on eggs and hatching of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Herpetologica*, 46(3) 251-258.
- Miller, J.D. (1997): Reproduction in sea turtles. In: *The Biology of Sea Turtles* (P.L. Lutz y J.A. Musick, eds). CRC, Boca Raton, pp: 51-83.
- Miller, J.D. (1999): Determining clutch size and hatching success. En: *Research and Management Techniques for the Conservation of sea turtles* (K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly, eds.), IUCN/SSC *Marine Turtle Specialist Group Publication*. No. 4:124-129.
- Miller, J.D. (2000): Determination of clutch size and hatching success. En: *Research and management techniques for the conservation of sea turtles* (K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois y M. Donnelly, eds.), IUCN/SSC *Marine turtle specialist group publication* No. 4: 146-152.
- Moncada, F.G. y G. Nodarse (1997): The green turtle (*Chelonia mydas*) in Cuba. Proceedings of the seventeenth annual sea turtle symposium (S.P. Epperly and J. Braun, comp.) U. S. Dep. Commer. *NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC* 415, 294 pp.
- Mortimer, J.A. (1999): Teaching critical concepts for the conservation of sea turtles. *Marine Turtle Newsletter*. 71: 4-16.
- Mrosovsky, N. (1983): Ecology and nest site selection of leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*. *Biol. Conser.* 26: 47-56
- Mrosovsky, N., C. Baptistotte y M. Godfrey (1999): Validation of incubation period duration as an index of sex ratio of hatchling sea turtles. *Canadian Journal Zoology* 77: 831-835.
- Nodarse, G., F. Moncada, A. Meneses y C. Rodriguez (1998): Long term monitoring of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in the Southern Platform of Cuba. *Proceeding of the 18th International Symposium on Sea Turtles Biology and Conservation*, Pp:67-68.
- Pilcher, N.J. y M. Al-Merghani. (2000): Reproductive biology of green turtles at Ras Baridi, Saudi Arabia. *Herpetological Review* 31(3): 142-147.
- Pritchard, P. (1999): Status of the black turtle. *Conservation Biology* 13:1000-1003.
- Reyes, C. y S. Troeng (2001): Report on the 201 Green Turtle Program at Tortuguero, Costa Rica. Caribbean Conservation Corporation.
- Witherington, B.E., K.A. Bjorndal y C.M. McCabe (1990): Temporal pattern of nocturnal emergence of loggerhead turtle hatchling from natural nests. *Copeia* 4: 1165-1168.

Aceptado: 3 de octubre del 2005