

Informe Gandoca Temporada 2010

Lic. Luis Gabriel Fonseca
M.Sc. Didiher Chacón



WIDECAST

*Red para la Conservación de las Tortugas
Marinas en el Gran Caribe*



**ANIDACIÓN DE TORTUGAS MARINAS EN LA PLAYA DE GANDOCA,
CARIBE SUR, COSTA RICA.**

**TEMPORADA 2010
INFORME**

M.Sc. Didiher Chacón Chaverri
Director del Programa de Conservación e Investigación

Índice

Índice de cuadros.....	3
Índice de figuras	4
Resumen	6
1. Introducción.....	7
2. Metodología básica.....	8
2.1 Área de estudio.....	8
2.2 Preparación de la playa.....	9
2.3 Patrullajes.....	10
2.3.1 Patrullajes nocturnos.....	10
2.3.2 Patrullajes diurnos.....	10
2.4 Marcaje.....	10
2.4.1 Marcaje externo.....	11
2.4.2 Marcaje interno.....	12
2.5 Destino final de los nidos.....	12
2.5.1 Relocalización.....	13
2.5.2 Vivero.....	15
2.5.2.1 Monitoreo del vivero.....	16
2.6 Biometría.....	16
2.6.1 Hembras adultas.....	16
2.6.1.1 Longitud del caparazón.....	17
2.6.1.2 Ancho del caparazón.....	17
2.6.2 Neonatos.....	18
2.7 Exhumación de nidos.....	18
2.8 Temperaturas de incubación.....	19
2.9 Capacitación y actividades.....	20
3. Resultados y discusión.....	22
3.1 Eventos de anidación.....	22
3.1.1 Tortuga baula.....	22
3.1.2 Tortuga verde.....	23
3.1.3 Tortuga carey.....	24
3.2 Marcaje y número de hembras.....	25
3.3 Distribución de los nidos.....	31
3.3.1 Distribución temporal.....	31
3.3.2 Distribución espacial.....	33
3.3.3 Distribución vertical.....	35
3.4 Destino final de los nidadas.....	36
3.5 Nidos robados.....	38
3.6 Biometría.....	39
3.6.1 Hembras anidantes de tortuga baula.....	39
3.6.2 Hembras anidantes de tortuga verde.....	39
3.6.3 Hembras anidantes de tortuga carey.....	40
3.6.4 Neonatos de tortuga baula.....	40
3.7 Rendimiento de los nidos.....	41
3.7.1 Porcentaje de eclosión y porcentaje de emergencia.....	41
3.8 Temperatura de incubación.....	45
3.8.1 Número de nidos con sensores de temperatura.....	45
3.8.2 Información de los nidadas.....	45
4. Conclusiones.....	47
5. Referencias.....	49

Índice de cuadros

Cuadro 1	Resumen de la temporada 2010 de anidación de tortugas marinas en Playa Gandoca, Costa Rica	5
Cuadro 2	PIT's registrados en hembras anidantes de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	26
Cuadro 3	Placas metálicas registradas en hembras anidantes de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	27
Cuadro 4	Número de hembras anidantes de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) en Playa Gandoca, que fueron inicialmente marcadas en otras playas.....	29
Cuadro 5	Tamaño de las hembras de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) anidantes durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	39
Cuadro 6	Tamaño de las hembras de tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>) anidantes durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	40
Cuadro 7	Tamaño de las hembras de tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>) verde anidantes durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	40
Cuadro 8	Tamaño y peso de los neonatos de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) emergidos del vivero durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	41

Índice de figuras

Figura 1	Mapa donde se muestra el Caribe sur de Costa Rica, y la ubicación de Playa Gandoca	9
Figura 2	Ubicación de las placas externas en las hembras anidadoras de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>), tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>) y tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>).....	11
Figura 3	Vista frontal del vivero donde se muestra el área con sombra y sin sombra.....	15
Figura 4	Esquema de la medición de la longitud curva del caparazón.....	17
Figura 5	Esquema de la medición de la longitud curva del caparazón.....	18
Figura 6	Estados de desarrollo de los embriones en huevos no eclosionados.....	19
Figura 7	Entrenamiento introductorio para voluntarios impartido por un asistente de investigación.....	21
Figura 8	Entrenamiento práctico sobre las labores del vivero.....	21
Figura 9	Número de nidos de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) registrados durante el periodo 1990 - 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	23
Figura 10	Número de nidos de tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>) registrados entre las temporadas 1998 - 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	24
Figura 11	Resumen de los nidos de tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>) registrados en el periodo 1998 - 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	25
Figura 12	Número de hembras de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) registradas durante el periodo 1994 - 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	28
Figura 13	Número de hembras neófitas de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) registradas durante las temporadas 2003, 2006, 2007, 2008 y 2010, Playa Gandoca, Costa Rica...	30
Figura 14	Número de nidos por hembra registrados durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	31
Figura 15	Distribución temporal de los nidos de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	32
Figura 16	Distribución horaria de los nidos de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	33
Figura 17	Distribución espacial de los eventos de anidación de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	34
Figura 18	Distribución vertical de los nidos de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	35
Figura 19	Distribución vertical de los nidos de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) desde la temporada de 2002 hasta 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	36
Figura 20	Destino final de los nidos de tortuga baula durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	37
Figura 21	Porcentaje de nidadas robadas de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) durante el periodo 1985 - 1990, Playa Gandoca, Costa Rica.....	38
Figura 22	Porcentaje de eclosión (IC al 95 %) estimados para los nidadas <i>in situ</i> , relocalizadas en playa y relocalizadas en vivero de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>), Playa Gandoca, Costa Rica (n = número de nidadas).....	42
Figura 23	Porcentaje de eclosión (IC al 95 %) estimados para las nidadas relocalizadas en el vivero sin sombra y relocalizadas en el vivero con sombra, de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>), Playa Gandoca, Costa Rica (n = número de nidadas).....	42
Figura 24	Resumen de los porcentajes de eclosión promedios registrados para los nidadas de tortuga baula (<i>Dermochelys coriacea</i>) para el periodo 2004 - 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.....	44
Figura 25	Precipitación registrada en Playa Gandoca entre las temporadas 2004 - 2010 (excepto 2009) para el periodo abril - julio.....	44
Figura 26	Temperaturas de incubación de huevos de tortuga baula relocalizados en playa (n = 2), relocalizados en vivero sin sombra (n = 6) y relocalizados en vivero con sombra (n = 2), Playa Gandoca, Costa Rica.....	46

Cuadro 1. Resumen de la temporada 2010 de anidación de tortugas marinas en Playa Gandoca, Costa Rica.

Variable	Playa Gandoca
Periodo de estudio	15 de febrero – 15 de agosto
Eventos de anidación de <i>Dermochelys coriacea</i>	562
Eventos de anidación de <i>Chelonia mydas</i>	18
Eventos de anidación de <i>Eretmochelys imbricata</i>	17
Nidos de <i>Dermochelys coriacea</i>	232
Nidos de <i>Chelonia mydas</i>	3
Nidos de <i>Eretmochelys imbricata</i>	10
Neófitas	Cantidad
<i>Dermochelys coriacea</i>	23
<i>Chelonia mydas</i>	2
<i>Eretmochelys imbricata</i>	6
Anidación y remigración	Cantidad
Intervalo de reanidación (días)	12.46
Número mínimo de reanidaciones	1
Número máximo de reanidaciones	8
Biometría	
Hembras adultas	<i>Dermochelys coriacea</i>
Longitud curva promedia del caparazón (cm)	150.90
Ancho curvo promedio del caparazón (cm)	110.40
Neonatos	
Longitud curva promedia del caparazón (cm)	5.78
Ancho curvo promedio del caparazón (cm)	3.74
Peso promedio (g)	46.80
Hembras adultas	<i>Chelonia mydas</i>
Longitud curva promedia del caparazón (cm)	101.30
Ancho curvo promedio del caparazón (cm)	92.10
Hembras adultas	<i>Eretmochelys imbricata</i>
Longitud curva promedia del caparazón (cm)	92.9
Ancho curvo promedio del caparazón (cm)	81.6
Nidadas	<i>Dermochelys coriacea</i>
% de nidos <i>in situ</i>	11.64
% de nidos reubicados en playa	56.89
% de nidos reubicados en vivero	31.47
% de nidos robados	1.29
Rendimiento de las nidadas	<i>Dermochelys coriacea</i>
% de eclosión <i>in situ</i>	52.62
% de emergencia <i>in situ</i>	47.91
% de eclosión de nidos reubicados en playa	56.37
% de emergencia de nidos reubicados en playa	52.49
% de eclosión de nidos reubicados en vivero	47.78
% de emergencia de nidos reubicados en vivero	44.95
Rendimiento de los nidos	<i>Chelonia mydas</i>
% de eclosión de nidos	74.92
% de emergencia de nidos reubicados	74.27

ABSTRACT

Since February 15 to August 15 of 2010 we recorded 232 nests of Leatherbacks, 10 nests of hawksbill and 3 nests of green turtle in Gandoca Beach, south Caribbean coast, Costa Rica. The total nesting activity was 562 from *D. coriacea*, 18 from *C. mydas* and 17 from *E. imbricata*, in the WIDECAST operation area but for total beach the final estimated number nests was 768. The number of neophytes females were 23 of leatherbacks, 2 of greens and 6 of hawksbills. The renesting rate was 12.46 days and the minimum number of nest by female was one and the maximum 8/female/season. The Total Curve Length was under the standard by the Caribbean region with 150.90 cm and the width was 110.4 cm. For leatherback the percentage of nest *in situ* was 11.64%, to relocated nest was 56.89 nests, to hatchery 31.47% and poaching rate was 1.29%. This season we constructed just one hatchery because the ocean level increase put in risk this infrastructure and two will be lot of risk, especially during summer storms in the north hemisphere. This season was relatively dry with only 507.4 mm of rain but despite the temperature in the nests was between 28 °C to 34 °C. The success rate for in situ nests was 52.62, for hatchery nests was 47.78 and for relocated nest was 52.37. The trend for neophyte females shows stable trend and also the total nesting female number for 1990-2010 period. The estimation for number of baby leatherback turtles produced in whole Gandoca Beach and renesting locations were 28,049 based in our success rate studies. This project is a binational initiative between AAMVECONA and EWT in Panamá and WIDECAST in Costa Rica.

RESUMEN

Desde el 15 de febrero hasta 15 de agosto de 2010, se contabilizaron las nidadas y hembras de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*), tortuga verde (*Chelonia mydas*) y tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en Playa Gandoca, Costa Rica. Durante la temporada se cuantificaron 232 nidos de tortuga baula, tres de tortuga verde y 10 de tortuga carey. Se identificaron 128 hembras de tortuga baula, dos de tortuga verde y cinco de tortuga carey. El 40.52 % de los nidos ocurrieron en abril, 23.28 % en mayo y 18.53 % en junio. Los sectores de la playa con más nidadas registrados fueron el 53 (n = 20), 55 (n = 15), 52 (n = 13) y 62 (n = 13). Las hembras de tortuga baula principalmente seleccionaron como sitio de anidación la zona denominada marea alta (54.09 %), seguida de la marea baja (41.36 %) y la berma (4.55 %). Ciento treinta y nueve nidadas fueron relocalizados en la playa, 73 en el vivero y 27 fueron dejados *in situ*. Todos los nidos de tortuga verde y tortuga carey fueron relocalizados. El 1.29 % de los nidos fueron robados, lo que significa una disminución de esta actividad ilegal con respecto a los años pasados. Durante la temporada se registraron 507.4 mm de precipitación, lo que representa la cantidad más escasa de los últimos siete años. La temperatura de incubación promedio de las nidadas relocalizadas en el vivero sin sombra y las relocalizadas en playa fueron similares, y levemente superiores a las presentadas en los nidadas relocalizadas en el vivero con sombra. El porcentaje de eclosión general para las nidadas exhumadas de tortuga baula fue de 54.76 % (n = 159), el segundo porcentaje más bajo presentado desde la temporada 2004. No se encontró diferencia significativa en el porcentaje de eclosión de las nidadas entre nidadas relocalizadas en playa, vivero e *in situ*. Sugerimos a la escasa precipitación como la causa del reducido porcentaje de eclosión, debido a que posiblemente los huevos no estuvieron sometidos a la humedad adecuada, lo cual limita el desarrollo de los embriones. Recomendamos la continuación del Programa de Conservación de Tortugas Marinas en Playa Gandoca, así como su propagación hacia otras playas, para asegurar la estabilidad de la colonia de tortuga baula del Caribe Sur de Costa Rica.

1. INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas son animales altamente migratorios, que durante el último medio siglo han sido fuertemente afectados por actividades antropogénicas como la extracción de sus huevos en las playas de anidación, alteración y destrucción de los hábitat de reproducción y alimentación, el uso de su carne como alimento y la muerte de individuos por pesca incidental (Cliffon *et al.* 1982, Spotila *et al.* 1996). Esto ha reducido severamente las poblaciones de las distintas especies de tortugas marinas, para lo cual se han desarrollado programas de monitoreo a largo plazo y manejo de las puestas en playas del Caribe, para tratar de recobrar las poblaciones (Girondot & Fretey 1996, Dutton *et al.* 2005, Thomé *et al.* 2007, Chacón-Chaverri & Eckert 2007).

La tortuga baula es una de las especies más seriamente amenazada a nivel mundial, y está clasificada como una especie en Peligro Crítico, principalmente en el Pacífico Tropical Este (Seminoff & Shanker 2008). Desde 1990, en Playa Gandoca se ha desarrollado un programa de investigación, manejo y conservación de tortugas marinas, enfocándose principalmente en tortuga baula (Chacón-Chaverri & Eckert 2007). Igualmente se efectúan acciones de protección sobre hembras de tortuga verde (*Chelonia mydas*) y tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) que anidan en la playa durante la temporada de tortuga baula (Malaver & Chacón 2009).

Los objetivos del proyecto consisten en registrar información que permita determinar parámetros poblacionales de la colonia de tortuga baula de Playa Gandoca, como intervalos y la frecuencia de anidación, número de hembras, tamaño de las posturas y porcentaje de eclosión (Chacón 1999). Esto con el fin de formular estrategias que ayuden a identificar la condición de la población del Caribe, así como contribuir en la toma de decisiones que aumenten la efectividad de los planes de manejo y conservación de tortugas marinas.

En vista que se trata de una población multinacional pues se considera su distribución desde la Península de la Guajira (Colombia) hasta el Sur de Nicaragua como el mismo stock genético (Turtle Expert Working Group 2007), este proyecto funciona el alianza con otros en el litoral Caribe de Costa Rica y especialmente con dos proyectos en Panamá (Sixaola y San San).

Lamentablemente el Estado Costarricense solo aprobó permisos de trabajo a WIDECAST para el 50% de Playa Gandoca, de manera tal que los datos reportados acá solo son parciales y deberán ser usados como base de cualquier extrapolación de manera precautoria y bajo la revisión del conocimiento experto. Se aclara que las tendencias expresadas se ven afectadas por esta situación para las temporadas 2009 y 2010.

Por tanto, en este documento se reportan los resultados del Programa de Conservación de Tortugas Marinas exclusivamente en el extremo norte de Playa Gandoca, Costa Rica, durante la temporada 2010 y exclusivamente para la anidación de tortuga baula.

2. METODOLOGÍA BÁSICA

2.1 Área de estudio

Playa Gandoca se ubica en la costa sureste de Costa Rica (9°35' N, 82°34' O) dentro del Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo, perteneciente al Área de Conservación La Amistad-Caribe (ACLAC) (Fig. 1). La playa tiene una extensión de 8 km de largo y entre 10 – 20 m de ancho, variando según el grado de erosión, las precipitaciones y las mareas. El extremo norte de la playa limita con Punta Mona, mientras que el extremo sur está delimitado por la desembocadura del Río Sixaola.



Figura 1. Mapa donde se muestra el Caribe sur de Costa Rica, y la ubicación de Playa Gandoca.

2.2 Preparación de la playa

Para facilitar la ubicación de los nidos, la playa se dividió en sectores de 50 m siguiendo una línea paralela al mar. En cada sitio se colocó un mojón de madera el cual se enumeró con pintura negra y el fondo blanco. La enumeración se realizó de norte a sur, partiendo después de la zona rocosa de Punta Mona. Los mojones existentes de las temporadas anteriores fueron cambiados o pintados nuevamente dependiendo del estado en que se encontraban, pero respetando su posición anterior, con fines comparativos.

Asimismo la playa fue dividida en dos sectores para delimitar los patrullajes nocturnos. El sector A comprende desde el mojón 1 al 36, que coincide con la desembocadura del Río Middle Creek, mientras que el sector B va desde el mojón 37 hasta el mojón 63, el cual se ubica frente a la salida principal del pueblo a la playa. Ambas zonas constituyen el área asignada a WIDECAST mediante la resolución R-ACLAC-AL-003-2010.

2.3 Patrullajes

2.3.1 Patrullajes nocturnos

Se realizaron recorridos nocturnos desde el 15 de febrero hasta el 15 de agosto, en el sector A y B de Playa Gandoca. Se organizaron dos turnos de cuatro horas cada uno 20:00 h - 00:00 h y 00:00 h - 04:00 h. Las patrullas generalmente estaban conformadas por seis personas, con un máximo de ocho. Cada patrulla fue liderada por un asistente de investigación entrenado y capacitado para realizar los procedimientos de manejo y registros de los eventos de anidación.

Durante los recorridos la patrulla se mantuvo caminando en una hilera paralela al mar, la cual era liderada por el asistente de investigación. Esto con el fin de mantener el orden en la playa y no confundirse con turistas u otras personas que caminen en la playa. Solamente se utilizaron linternas con luz roja durante los patrullajes y actividades de medición, aplicación de marcas a hembras adultas, manejo de huevos y neonatos en horas nocturnas.

2.3.2 Patrullajes diurnos

Cada día a las 05:00 h se realizó un patrullaje desde el sector 64 hasta el sector 1, con el objetivo de registrar los eventos de anidación de la noche anterior. Verificando el estado de los nidos naturales y relocalizados durante las noches anteriores, así como la cantidad de nidos robados.

2.4 Marcaje

Las hembras anidantes de tortuga baula que no presentaban marcas o que estaban a punto de perderlas se les instaló placas Monel # 49 e internamente Transportadores Pasivos Integrados (PIT's, por sus siglas en inglés) si no los tenían. En todos los casos se buscó indicios de marcajes previos antes de marcar la hembra, anotando la información en la hoja de datos. Este tópico se desarrolló siguiendo el protocolo establecido en la R-055-2007 SINAC, así como Eckert & Beggs (2006).

2.4.1 Marcaje externo

Para realizar el marcaje de las hembras de tortuga baula se tuvo en cuenta los siguientes procedimientos:

- En todos los casos se busco indicios de marcajes previos tanto en aletas delanteras como traseras antes de marcar la hembra, anotando la información en hoja de datos.
- Invariablemente todas las hembras se marcaron externamente cuando están cubriendo el nido después de anidar.
- Las hembras de tortuga baula se marcaron en la membrana, entre la cola y las aletas traseras y las de tortuga verde y Carey en las aletas delanteras como se observa (Fig. 2).
- Siempre se desinfecto el área de marcaje con vanodine.
- Se trato de respetar la distancia entre el borde de la piel y el borde de la marca de modo que pueda haber movimiento sin causar fricción (entre 0.5 - 1 cm). No menor a 0,5 cm porque por la fricción puede causar infección posteriormente, necrosis y finalmente la pérdida de la marca; tampoco a una distancia mayor a 1 cm ya que aumenta la probabilidad de que algo se enganche en ella.
- Todas las marcas se leyeron y dictaron tres veces, para reducir el error.
- Las marcas que estaban colgando en la piel a punto de caerse se reemplazaron, y se anotó la información pertinente.



Figura 2. Ubicación de las placas externas en las hembras anidadoras de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*), tortuga verde (*Chelonia mydas*) y tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*).

2.4.2 Marcaje interno

La instalación de PIT's trato de hacerse en la mayor cantidad de hembras anidantes posible buscando la saturación de marcaje en la colonia de anidación bajo las siguientes normas:

- Todos los días, los instrumentos para aplicación de PIT's estuvieron a cargo de los asistentes técnicos del proyecto.
- Cada hembra seleccionada debió ser revisada con el escáner antes de proceder al marcaje, esta revisión se realizó mientras ella estuvo construyendo el nido, pero con el mayor cuidado posible de no alterarla. La revisión se hizo por las aletas anteriores, hombros y la nuca de la tortuga, siguiendo movimientos giratorios y haciéndolo tres veces en cada sitio.
- En el caso de no haber de un microprocesador en la tortuga, se verificó su ausencia y se procedió a esperar que la hembra iniciara el desove, mientras tanto se tomó el aplicador del PIT, se anotó el número impreso en la etiqueta, se encendió el escáner y se rastreó el portador de PIT con la finalidad de verificar el número impreso con el registrado por el escáner.
- Cuando cayeron aproximadamente 10 huevos se procedió a limpiar el hombro derecho con abundante desinfectante (vanodine aplicado con un algodón).
- Se inyectó el PIT en la hembra y después de que se sacó la aguja se dejó un algodón con vanodine en la perforación, haciendo un poco de presión para detener el sangrado en los casos en que se dio.
- Luego de encender el escáner, se verificó el funcionamiento del PIT.
- Se registraron los números del chip en la hoja de campo.
- Se usaron guantes de látex en todo el proceso.

2.5 Destino final de las nidadas

El trabajo que ha realizado ANAI en el pasado y WIDECAST actualmente, muestra que las principales amenazas para las nidadas de tortugas marinas son la erosión, la extracción ilegal de huevos y la depredación. Por tanto, a través de los años se han probado diferentes medidas de manejo de los huevos con son: relocalizar las nidadas a sitios más seguros de la playa o relocalizarlas en el vivero, borrar las huellas dejadas en

la arena por la tortuga para confundir a los recolectores ilegales de huevos. A continuación se describe cada uno de estos manejos:

2.5.1 Relocalización

Para recolectar los huevos desde un nido *in situ* y ser relocalizado hacia uno *ex situ* se procedió como sigue:

- Al momento de estar desovando la tortuga baula, se midió la profundidad y el ancho del nido. Esto con el fin de reubicar las nidadas a una profundidad y ancho similares a los que realiza la hembra. En los casos en que no fue posible tomar estas medidas, se usó como profundidad promedio 75 cm y 40 cm como ancho promedio. Para la tortuga verde que fue posible medir la profundidad utilizó 65 cm, y en el caso de la tortuga carey 55 cm.
- Cuando la hembra finalizó la construcción de la cámara de incubación y colocará una de sus aletas dentro de la misma, el asistente de investigación colocó una bolsa plástica dentro del nido.
- Al mismo momento del desove el asistente de investigación sacó arena de la boca del nido para dar el espacio pertinente para sacar los huevos sin presionarlos contra las paredes del nido o el pedúnculo supracaudal del caparazón, al momento de retirar la bolsa.
- Cuando la hembra movió su aleta trasera, para iniciar la cobertura de los huevos con arena, se procedió a sacar la bolsa, cerrándose inmediatamente para evitar pérdida de calor.
- En los casos en que se relocalizó nidos en la playa, previamente se inspeccionó el área, para cerciorarse de que fuera un sitio limpio de raíces y alejado de hormigueros.
- Se procedió a iniciar la excavación en forma de bota, dando la profundidad y el ancho que se registró en la boleta que acompaña la bolsa con huevos. Todos los nidos tanto en vivero como en la playa se construyeron en dicha forma.
- Al colocar los huevos se tomaron y contaron por tipo (fértil y vanos), se anotó el número y código de la nidada en la libreta y traspasaron de la bolsa

al hueco; primero los fértiles (más grandes) y luego los vanos (más pequeños).

- Después de depositar los huevos se colocó una columna de al menos 40 cm de arena húmeda sobre ellos y se presionó levemente la arena compactándola.
- Para todo este proceso de manipulación de huevos se usó siempre guantes de látex, y no se manipularon excesivamente los huevos.
- Durante los días siguientes se revisó el estado de la zona donde fue ubicada la nidada detallando si hubo saqueo o depredación por animales.
- Se instaló un vivero en sector B (Fig. 3). La mitad del área de la arena se cubrió con sombra de sarán al 50%. Se colocó en una zona diferente a la del año pasado y en un área con bajo riesgo de inundación por ríos o escorrentía, lavado por el oleaje o erosión.



Figura 3. Vista frontal del vivero donde se muestra el área con sombra y sin sombra. Obsérvese al costado izquierdo del vivero las nidadas relocalizadas con canasta.

2.5.2 Vivero

Se instaló un vivero en sector B de la playa (Fig. 3), el cual se colocó en una zona diferente a la del año y en un área con bajo riesgo de inundación por esorrentía o por acción de las mareas. El mismo fue delimitado con malla metálica de 1.25 m de alto, para evitar la entrada de depredadores. La mitad del área destinada a la localización de huevos, se le cubrió con un sarán (85%) con el fin de brindar sombra y así reducir la temperatura de incubación, esto con la finalidad de producir machos y hembras en las nidadas de tortuga baula.

Durante la construcción, se limpió la arena hasta una profundidad de 90 cm, para retirar madera, raíces u otros desechos que pudieran dañar los huevos, así como mezclar la arena con aire fresco. La limpieza consistió en pasar la arena por un cedazo de 0.25 cm de luz de malla.

El área destinada para la colocación de las nidadas se dividió en cuadrados de 80 cm de lado, para un total de 180. Esto con el objetivo de mantener ordenado el funcionamiento del vivero, y en concordancia con la R-055-2007-SINAC.

2.5.2.1 Monitoreo del vivero

Los turnos de monitoreo en el vivero se realizaron cada seis horas organizados así: 00:00h - 06:00h, 06:00h - 12:00h, 12:00h - 18:00h, 18:00h - 00:00h. Cada 15 minutos se revisaron las nidadas sus alrededores para despachar cangrejos, moscas y hormigas, así como para percatarse de la eclosión de neonatos. En la medida de lo posible se caminó entre los espacios libres del vivero y se evitó la presencia de más de dos personas en el área de las nidadas, esto para evitar la compactación de la arena.

La liberación de los neonatos se llevó a cabo en diferentes sectores de la playa, para evitar que los depredadores marinos se agrupen a esperar los neonatos frente a la playa. La liberación se efectuó a una distancia no menor de 15 m de la línea de marea alta, para asegurar que los neonatos cumplan con la impronta.

En las liberaciones nocturnas se evitó el uso de linternas para prevenir la desorientación por la luz, mientras que en las liberaciones diurnas se realizaron en después de las 17:00h cuando la temperatura se ha reducido considerablemente. En

algunos casos se dieron liberaciones diurnas en días lluviosos o muy nublados, donde el sol estuviera ausente.

2.6 Biometría

2.6.1 Hembras adultas

Todas las medidas de longitud y ancho de las hembras se tomaron cuando finalizó el desove. No se midieron hembras cuando estaban emergiendo o excavando, para evitar que se interrumpiera el proceso antes del desove. Siempre antes de proceder con la medición se limpió de arena la zona por donde pasó la cinta métrica y toda medida debió ser tomada tres veces y dictada con claridad al encargado de la hoja de datos.

2.6.1.1 Longitud del caparazón

La medida que se realizó fue la curva mínima (Fig. 4) que se extiende desde el borde delantero del caparazón (exactamente detrás de la nuca), desplazando la cinta métrica por uno de los lados de la quilla central hasta el extremo trasero del caparazón; cuando las tortugas presentaron extremos disparejos, se tomó la longitud en la parte más larga. Siempre antes de proceder con la medición se limpió de arena la zona por donde pasó la cinta métrica.

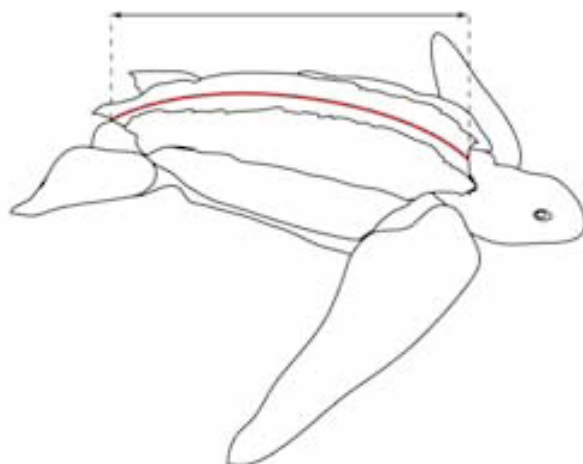


Figura 4. Esquema del la medición de la longitud curva del caparazón.

2.6.1.2 Ancho del caparazón

Se midió la zona axilar de la tortuga desde la quilla lateral derecha hacia la quilla lateral izquierda o viceversa tomando siempre el ancho máximo del caparazón (Fig. 5). Al igual que en la medición anterior se limpió el caparazón de arena, antes de pasar la cinta métrica.

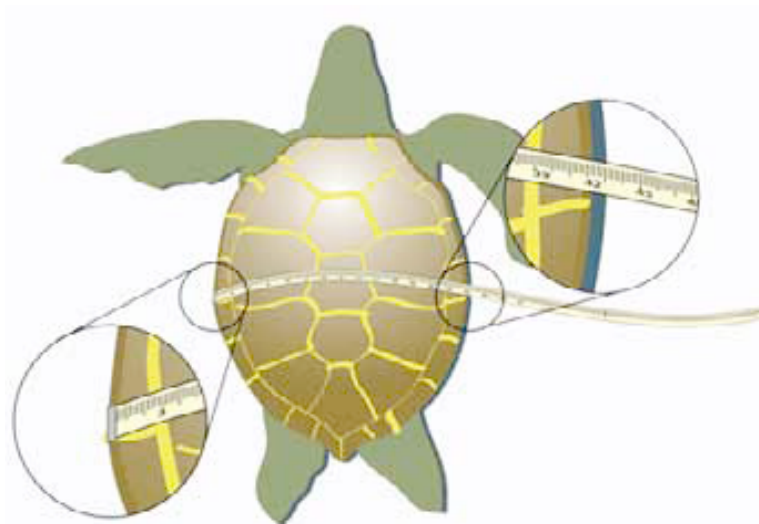


Figura 5. Esquema de la medición de la longitud curva del caparazón.

2.6.2 Neonatos

Se escogieron aleatoriamente 20 individuos por nidada para registrar el peso, longitud recta del caparazón y el ancho recto del caparazón. El peso se tomó con una pesola de 50 g (precisión $\pm 0.3 \%$, PESOLA Swiss Made Company). Las medidas del caparazón se realizaron con un calibrador. El proceso se realizó utilizando guantes de látex y con mucho cuidado con el fin de evitar estrés o desorientación en los neonatos.

2.7 Exhumación de los nidos

Después de la eclosión de las nidadas, se realizaron las exhumaciones para observar sus contenidos y tener información para estimar el porcentaje de eclosión y el porcentaje de emergencia. Los procedimientos de exhumación se hicieron en promedio

dos días posteriores a la fecha de eclosión de los neonatos. En los casos en que las nidadas no eclosionaron, fueron exhumados a los 60 días de incubación.

Se contabilizó el número de cáscaras con tamaños superiores al 50%, los neonatos muertos y los neonatos vivos dentro de las nidadas, los no eclosionados, y los huevos que presentaban larvas o algún tipo de depredación. Los huevos no eclosionados fueron abiertos para cuantificar el desarrollo embrionario. Estos fueron clasificados de acuerdo al volumen del embrión ocupado en el huevo en cuatro estadios: I (1-25%), II (26-50%), III (51-75%) y IV (76-100%) (Fig. 6).

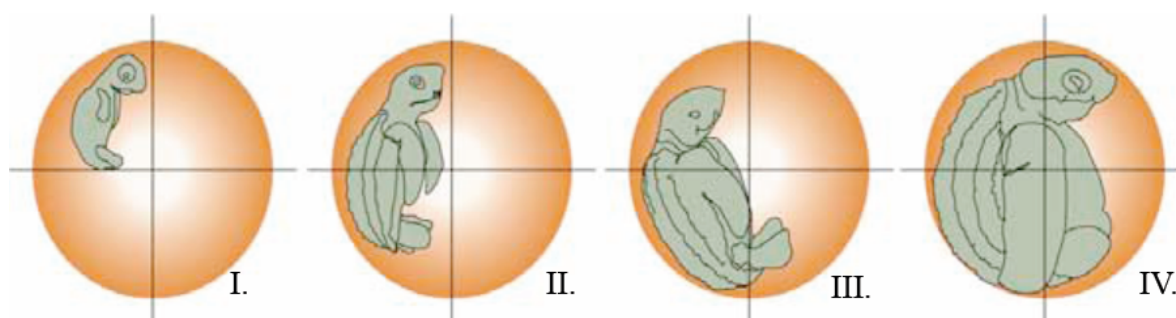


Figura 6. Estados de desarrollo de los embriones en huevos no eclosionados.

El porcentaje de eclosión y el porcentaje de emergencia fueron calculados con las siguientes formulas:

$$\text{Porcentaje de eclosión}^1 = \frac{\# \text{ CASCARONES}}{\text{TOTAL DE HUEVOS INCUBADOS}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de eclosión}^2 = \frac{\# \text{ CASC} + \# \text{ CRÍAS ECLOSIONANDO}}{\text{TOTAL DE HUEVOS INCUBADOS}} \times 100$$

Dónde:

#CASC = número de cáscaras vacías (es igual a la suma de crías vivas y crías muertas).

#CRÍAS ECLOSIONANDO = crías que han roto el huevo pero no han logrado salir completamente de él cuando la nidada es exhumada. Las crías pueden estar vivas o muertas.

TOTAL DE HUEVOS INCUBADOS= es el total de huevos que fueron incubados en ese nido. Si este dato no se conoce, resulta de la suma de cascarones, las crías eclosionando, los huevos no eclosionados (con desarrollo embrionario aparente o sin él) y los huevos depredados).

2.8 Temperatura de incubación

Se escogieron nidadas relocalizados en el vivero ($n = 9$) y nidos relocalizados en la playa ($n = 4$) para darles seguimiento a la temperatura de incubación. Esta fue medida utilizando sensores de temperatura con memoria (UA-001-08, Onset Computer Corporation), los cuales fueron calibrados con una precisión de ± 0.1 °C. Los sensores de temperatura fueron programados para que registraran una medición cada 6 horas, y fueron colocados dentro de la cámara de incubación inmediatamente después de que la hembra puso los primeros 20 huevos.

2.9 Capacitaciones y actividades

La segunda semana de febrero se llevó a cabo la capacitación de los asistentes de investigación. Durante cuatro días los asistentes participaron en presentaciones sobre ecología, biología, amenazas y protocolos utilizados en el monitoreo, investigación y conservación de tortugas marinas. Dichas presentaciones se realizaron en la oficina de WIDECAST en Tibás. Posteriormente recibieron durante tres días capacitación práctica sobre el trabajo en playa con actividades de marcaje, recolección de datos y práctica de estructura de nidos.

Los voluntarios que apoyaron las diferentes actividades de medición, registro y manejo de las nidadas en vivero, como requisito fundamental recibieron la inducción teórica y realizaron prácticas siempre guiados por un asistente entrenado (Fig. 7 y 8).



Figura 7. Entrenamiento introductorio para voluntarios impartido por un asistente de investigación.



Figura 8. Entrenamiento práctico sobre las labores del vivero. Obsérvense nidadas relocadas al fondo con canastas blancas.

Los protocolos empleados se adoptaron del documento nacional R-055-2007 SINAC, del Manual Sobre Técnicas de Manejo y Conservación de las Tortugas Marinas en Playas de Anidación. Además, del documento de la Convención Interamericana de Tortugas Marinas (CIT 2008) y del libro Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas (Eckert *et al.* 2000), lo cual cumple con el objetivo regional y global de estandarización de técnicas utilizadas en la conservación y el manejo de tortugas marinas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Eventos de anidación

3.1.1 Tortuga baula

Durante la temporada 2010 se presentaron un total de 562 eventos de anidación de tortuga baula de los cuales 232 fueron exitosos. Este número de nidos es bastante inferior al registrado en otras temporadas como la de 1997 y 2001 en donde se contabilizaron más de 1000 nidos (Fig. 9). Sin embargo, hay que destacar que los resultados de esta temporada sólo incluyen nidos colocados entre el sector 1 y el sector 63, debido a que el MINAET delegó a una organización comunitaria la investigación y el desarrollo de un vivero en el resto de la playa. Por tanto, el dato del número de nidos de tortuga baula está incompleto y sin la posibilidad de construir una comparación y proyección poblacional en vista a las diferencias técnicas y protocolarias que poseen ambas organizaciones.

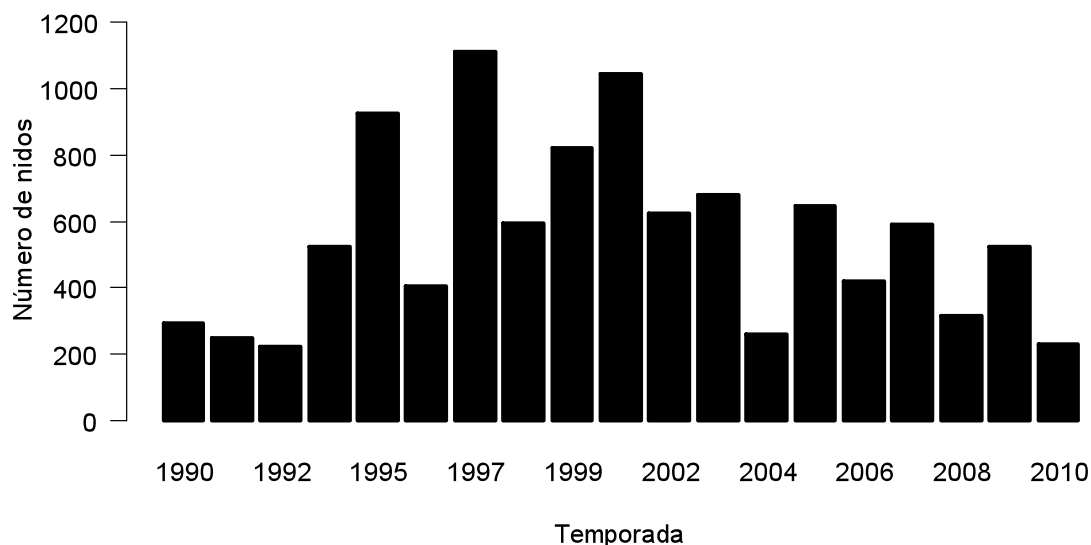


Figura 9. Número de nidos de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) registrados durante el periodo 1990 – 2010, Playa Gandoca, Costa Rica (2009- 2010 son datos parciales).

Asimismo es importante destacar que la fluctuación en el número de nidos por temporada es un comportamiento normal de las poblaciones de tortugas marinas, como se ha registrado en Playa Grande y Tortuguero en el pasado (Saltidrián Tomillo *et al.* 2007, Troëng *et al.* 2007). En el caso de la tortuga baula que anida en Playa Gandoca, es más relevante poner atención en el número de hembras por temporada, ya que este parámetro sí puede ser un indicativo del estado de la colonia y su tendencia, debido a la baja fidelidad a la playa que presentan las poblaciones del Caribe de Costa Rica (Troëng *et al.* 2004, Chacón-Chaverri & Eckert 2007).

3.1.2 Tortuga verde

Durante la presente temporada se contabilizaron 18 eventos de anidación de tortuga verde, de los cuales 3 fueron exitosos (Fig. 10). Este número de nidadas es superior al registrado en la temporada 2009, en donde no ocurrieron nidadas. En comparación a los últimos 13 años, el mayor número de nidadas se registró en 1998 con más de 30 nidos, sin embargo, esta cantidad de nidadas parece ser un año atípico, ya que en el resto de las temporadas no sean sobrepasado los 15 nidadas. Es importante destacar que la

cantidad de nidadas de tortuga verde está incompleta, debido a otras nidadas de tortuga verde se presentaron entre el sector 64 y 126, parte de la playa que cubre la ASOMIPAG, por lo que no contamos con esa información.

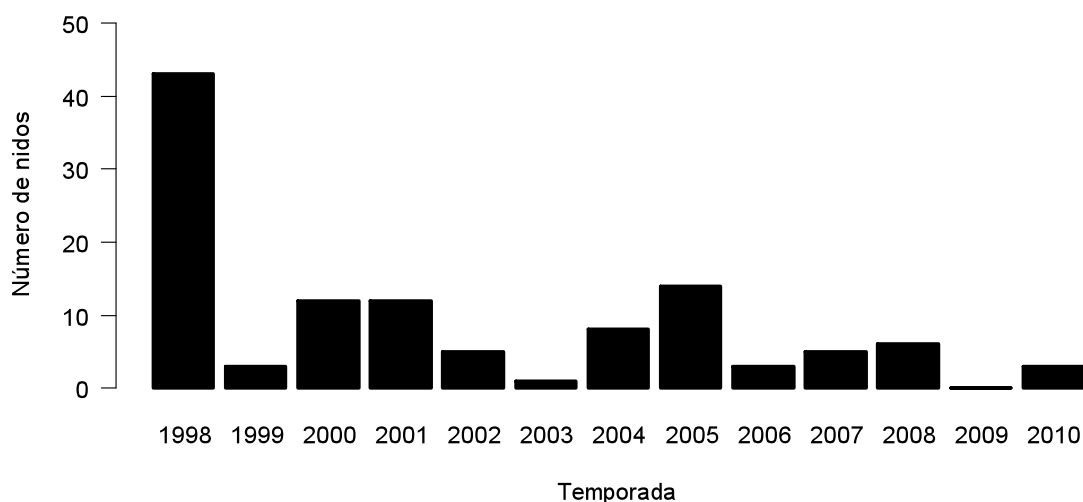


Figura 10. Número de nidos de tortuga verde (*Chelonia mydas*) registrados entre las temporadas 1998 – 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

3.1.3 Tortuga carey

Se presentaron un total de 18 eventos de anidación de tortuga carey en Playa Gandoca, de los cuales 10 finalizaron con la puesta de huevos (Fig. 11). Esta cantidad de nidadas es inferior a los 38 que se contabilizaron en la temporada de 2009.

Esta decisión del MINAET atenta contra la protección de la tortuga carey, ya que posiblemente la mayoría de los nidos que se colocaron después del 15 de agosto fueron saqueados. Incluso esta decisión puso en peligro a las hembras anidadoras, debido a que su carne es preciada para el consumo, y su caparazón es perseguido para la elaboración de artesanías (Meylan & Donnelly 1999).

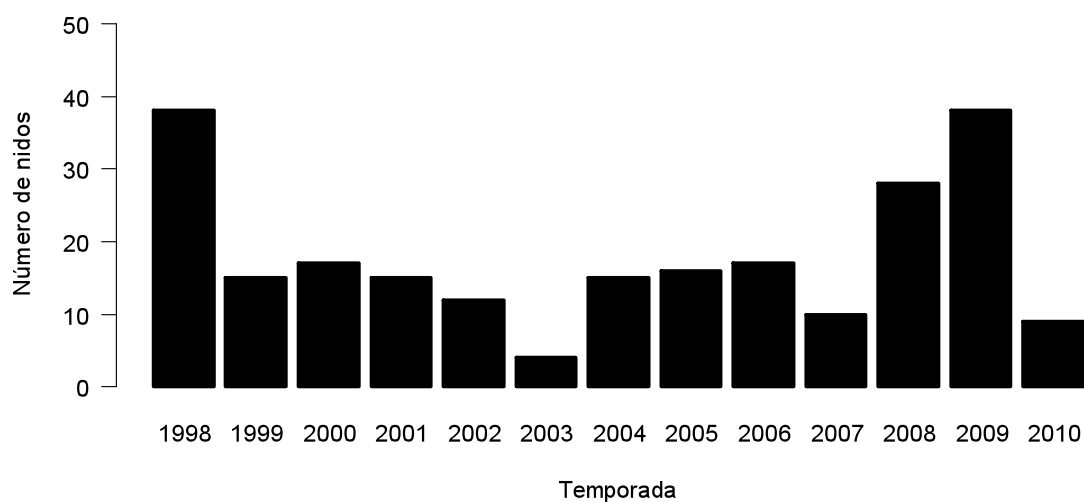


Figura 11. Resumen de los nidos de tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) registrados en el periodo 1998 – 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

3.2 Marcaje y número de hembras

Durante esta temporada se registraron 128 hembras anidantes, cantidad inferior al presentado entre las temporadas 1994 y 2003, similar a las temporadas 2006 y 2009, y superior al registrado en la temporada 2004 y 2008 (Fig. 12). En el Cuadro 2 y 3 se muestran los PIT's y las placas metálicas y identificados en esta temporada.

Cuadro 2. PIT's registrados en hembras anidantes de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

PIT's		PIT's		PIT's		PIT's
123662597A		132271367A		132266745A		132259263A
123737627A		132271753A		133151496A		132259535A
126325366A		132273554A		133168095A		133136280A
126345617A		132275280A		133191440A		133151440A
126348392A		132276660A		133212456A		AVID042895769
126348447A		132276661A		133226477A		AVID069345560
126422462A		132279457A		133231091A		132212677A
126422464A		132316371A		133232377A		132216350A
126422469A		132318360A		133238332A		132218212A
126476777A		132318556A		133244717A		132244145A
126975463A		132319524A		133245365A		132833523A
126976777A		132321292A		133245474A		132847160A
127218715A		132321495A		133245686A		132869651A
131956696A		132322795A		133253274A		132917354A
132117450A		132323143A		133254391A		132926393A
132127683A		132323251A		133267227A		AVID029341624
132129113A		132323644A		133275254A		AVID029350029
132129133A		132326293A		133275634A		AVID029353064
132129186A		132328140A		133276173A		AVID029353291
132133186A		132353460A		133317397A		AVID029353343
132135760A		132358124A		133318246A		AVID029356063
132136652A		132656112A		133361626A		132163516A
132152534A		132674737A		AVID014792822		132166664A
132153364A		132732733A		AVID024338080		132167522A
132156354A		132736652A		AVID026321266		132175490A
132157114A		132745690A		AVID029123601		132775467A
132162372A		132764522A		AVID029309284		132809162A
132812713A		AVID029338080		AVID029324328		

Cuadro 3. Placas metálicas registradas en hembras anidantes de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

Derecha	Izquierda		Derecha	Izquierda		Derecha	Izquierda		Derecha	Izquierda
VA9187	VA9197		VA7921	VA7920		VA4535	VA4534		VA7949	VA6978
VA3766	VC0445		VA7945	VA7944		VA7799	VA7798		V1164	V1165
VA8120	VA8119		CH1708	CH1707		VA5605	VA5604		VA4811	VA4810
VA5659	VA5660		VA0726	VA0729		VA0485	VA5612		VA7969	V1357
VC1618	VC1617		VA4793	VA4792		VA7687	VA7655		VA5673	76623
VC0636	VC0635		VA7949	VA0095		VA6794	VA6793		VA7959	VA7958
VC1728	VA7989		VC0600	VA5670		D10566	D10565		V1821	VA7965
VC1716	VC1713		VA1935	VA0823		VA1771	VA1769		VA7904	VA7903
	VC1740		VA9595	VA1040			VA7000		VA7902	VA7901
VC0270	VC0269		VA5603	VA5607		77486	V1315		77718	77717
PM0718	PM0717		VA7929	VA7928		VA5662			VA2699	VA5675
VA7925	VA7924		VA7955	VA7954		VA7953	VA6846		VA5605	VA5604
VA7943	VA7942		VC0624	VC0623		VA5416	VA5623		VA6976	VC1729
VA7941	VA7940		VA7905	VA7906		D10566	D10565		VA7995	VA7996
VA4714	VA4713		VA7932	VA7933		VA5610	VC0042		VA7626	77182
CH6167	CH6166		VA6618	VA6617		VA7967	VA7966		VA8099	VA8098
CH2131	CH2130		VA5609	VA5608		V1720	VA7129		VA8036	VA6859
VA6126	VA0844		65072	V245671		VA5664	VC0570		VC1647	VA7911
VA7917	VA7916		76911	VA5672		VC0231	VC0230		VA2478	V1240
D7903	VA6995		VA8019	VA0613		VA7556	VA7557		VA7969	V1357
VA7262			VA7908	VA7907		VC0830	VC0831			VA7950
	PM1766		VA7975	VA7974		VA7934	VC1719		VA6871	77781
VA5661	VA8097		VA7918	VA7919		VA6983	VA6982		VC1718	VC1717
VA7959	VA7958		VA1164	VA3257		VA7957	VA7963		VC1700	VC1699
VA1873	VA1033		VA7939	VA7938		V1827			VA6977	VA5743
VA7035	VA7054		VA7934	VC1719		VA7799	VA7798		VA3241	VC1141
VA7392	VA8093		VC1655	VC1654		D7372	D7373		CH2667	D10567
VA8036	VA6859		VA7910	VA7909		VA6655	VA3445		VC1681	VC1680
VA6618	VA6617		VA7989	VC1728		VA7971	VA5615		V1983	VA5721
VC4122	VC4121		VA7947	VA7946		VC0714	VC0713		VA7060	VA7059
VC1628	VC1627		VA7973	VA7972		WC3516	VA7960		PM0301	VA7948
VA0291	VA0290		VA7914	VA7935		VA5607	VA5606			

La cantidad de hembras contabilizadas esta temporada sugiere una reducción en el tamaño de la colonia, si se compara con lo registrado entre mediados de los 90's y principios de esta década (Fig. 13). Sin embargo, si se deja de lado las temporadas de 1995, 1997 y 2000, podríamos sugerir una estabilidad en la colonia, debido a que estas tres temporadas podrían ser atípicas en cuanto al número de hembras por temporada.

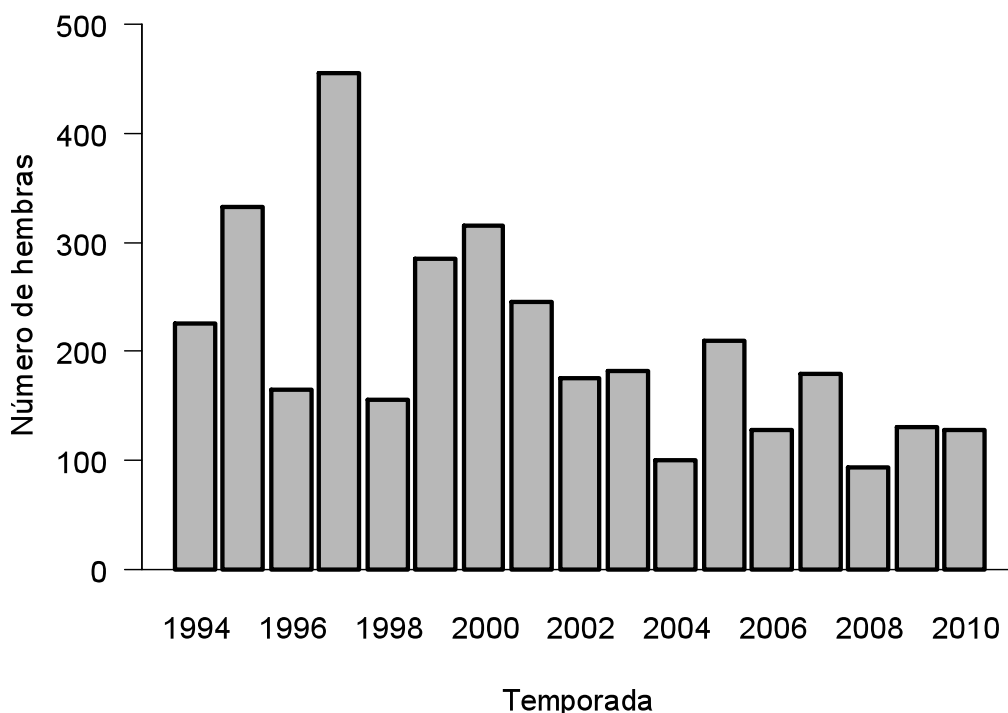


Figura 12. Número de hembras de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) registradas durante el periodo 1994 – 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

La baja fidelidad de la colonia de tortuga baula de Playa Gandoca previamente documentada (Chacón-Chaverri & Eckert 2007), se presentó nuevamente esta temporada, al contabilizarse siete hembras previamente marcadas en otras playas (Cuadro 4). Esto confirma que esta especie está dispersando sus nidadas en diferentes playas, desde el sur de Nicaragua hasta el norte de Panamá.

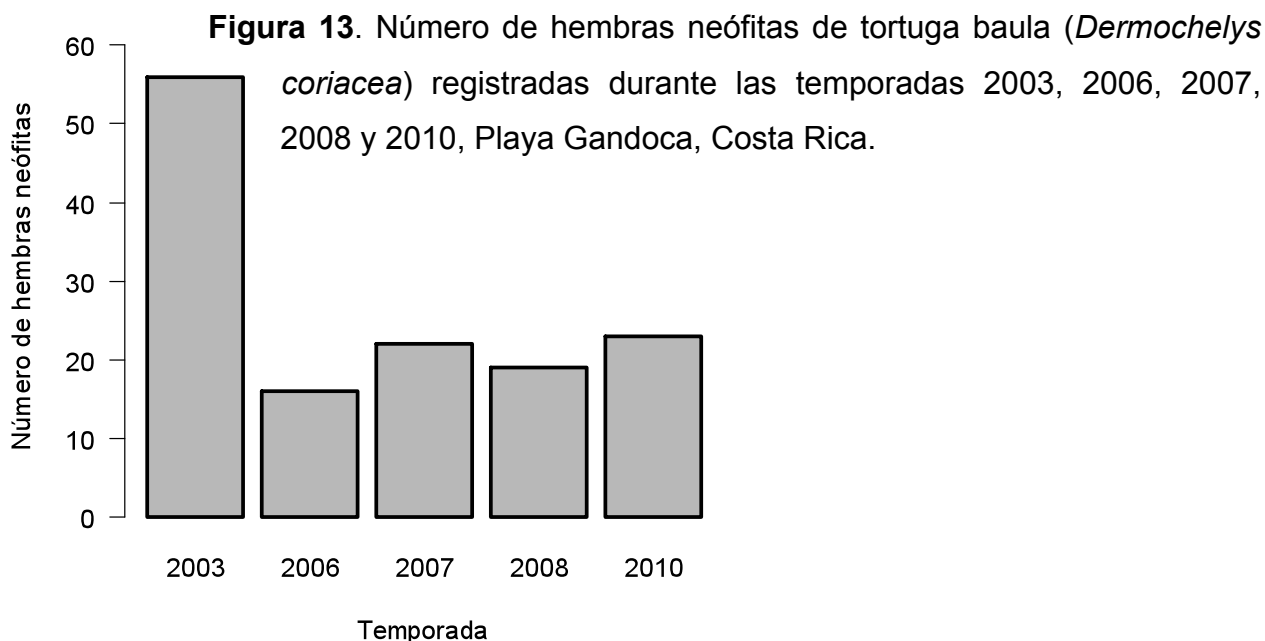
En el caso de que las hembras de Playa Gandoca presentarán un promedio de 6 nidos por temporada, similar a lo descrito para St. Croix, EEUU (Boulon *et al.* 1996), se presentarían alrededor de 765 nidos, lo cual podría ser perjudicial en el porcentaje de eclosión de los nidos. Esto debido a la gran competencia por recursos como oxígeno el cual es limitado en la columna de arena (Cornelius *et al.* 1991). Además, la densidad de

nidos incrementa de manera importante la temperatura de incubación, a niveles cercanos al rango óptimo de incubación (Honarvar *et al.* 2008).

Cuadro 4. Número de hembras anidantes de tortuga baula en Playa Gandoca, que fueron inicialmente marcadas en otras playas.

Playa	No. de tortugas marcadas
Pacuare, Costa Rica	1
Cauhita, Costa Rica	4
San San, Panamá	1
Bocas del Toro, Panamá	1

Las 23 hembras neófitas registradas esta temporada en Playa Gandoca, son un incentivo de que se debe de continuar con el programa de monitoreo en Playa Gandoca, ya que cada año se están incorporando nuevas hembras adultas a la población que podrían estar reemplazando a los individuos que mueren. El número de neófitas contabilizado esta temporada es similar al descrito entre las temporadas 2006 y 2008, pero considerablemente inferior al registrado en la temporada 2003 (Fig. 13).

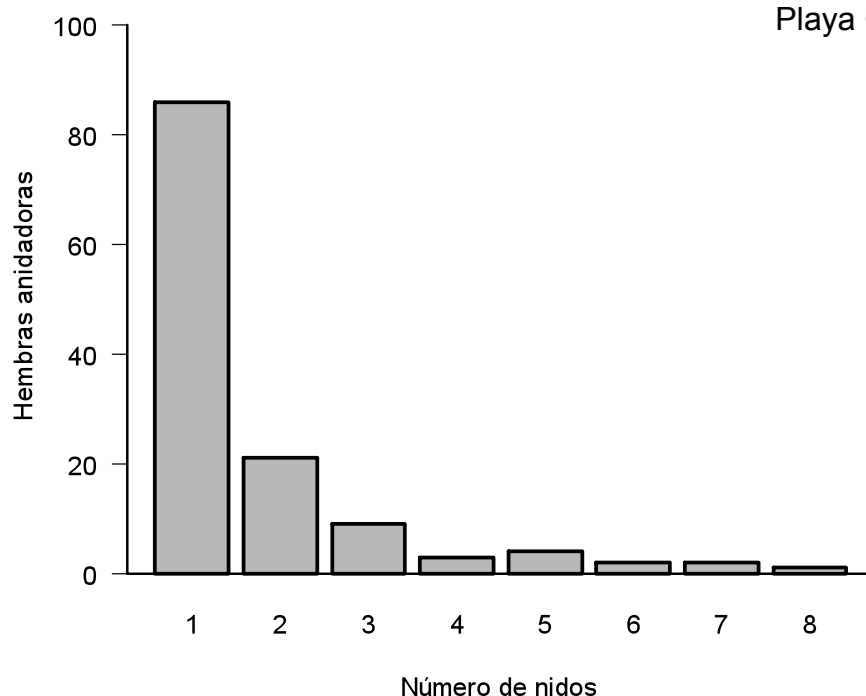


De las 128 hembras que anidaron esta temporada, solamente el 32.81 % remigraron a Playa Gandoca, lo que representa una cantidad considerablemente inferior al

presentado la temporada 2009, cuando el más del 60 % de las hembras anidaron al menos dos veces (Malaver & Chacón 2009).

La mayor cantidad de nidadas colocadas por una hembra fue de ocho, seguido de dos que anidaron en siete ocasiones (Fig. 14). El número de nidadas por hembra por temporada es variable porque el stock genético del Caribe occidental anida por dispersión teniendo en este caso una zona de anidación desde el sur de Nicaragua hasta el norte de Panamá, incluso se registran anidaciones más al sur como en la Islas de Granada y Trinidad. Este patrón de dispersión de la especie en el Caribe de Costa Rica, sugiere que se debe de continuar con esfuerzos compartidos a nivel nacional y regional, para la conservación y manejo de las poblaciones de tortugas marinas.

Figura 14. Número de nidadas por hembra registrados durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.



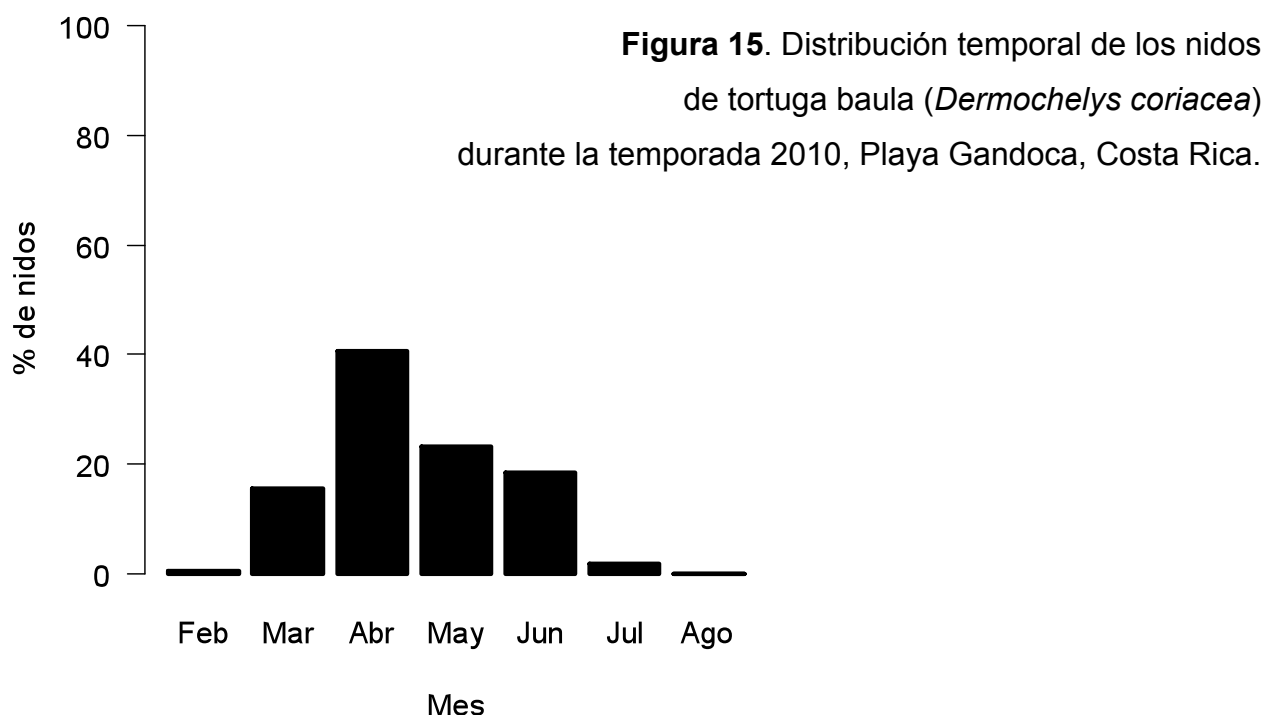
3.3 Distribución de los nidos

3.3.1 Distribución temporal

La mayor cantidad de nidadas de tortuga baula se presentó en abril con 94 representando el 42.30 % del total, seguido de mayo con 54 (Fig. 15). Durante febrero solamente se presentó un nido, mientras que en agosto no se contabilizó ninguno. Este

patrón fue similar al presentado la temporada 2009 cuando el 36 % de los nidos se contabilizaron en el mes de abril (Malaver & Chacón 2009).

No obstante, el patrón histórico de Playa Gandoca indica que mayo es el principal de mes de anidación. Este ligero cambio, no es relevante, ya que la fecha de inicio y final de las temporadas se ha mantenido constante a través del tiempo, contrario a lo que se ha presentado en varias playas de Florida, en donde los inicios de la temporada de anidación de tortuga cabezona (*Caretta caretta*) se han adelantado significativamente, debido posiblemente al calentamiento global (Weishampel *et al.* 2004, Pike *et al.* 2006).



La anidación de tortuga baula se presentó entre las 19:00h y las 04:00h de cada día (Fig. 16). Entre las 23:00 h y las 00:00h se dieron la mayor cantidad de nidadas, seguido del periodo entre las 22:00 h y 23:00h y entre las 00:00 h y las 01:00h. El menor número de nidadas ocurrieron entre las 19:00 h y las 20:00 h. Este patrón en forma de curva normal es similar al que ha mostrado a lo largo de los años en Playa Gandoca (Chacón-Chaverri & Eckert 2007). Estos patrones de distribución temporal han contribuido a organizar los roles de trabajo y la coordinación logística del proyecto de monitoreo, haciendo más eficiente protección y la conservación de las tortugas marinas en Playa Gandoca.

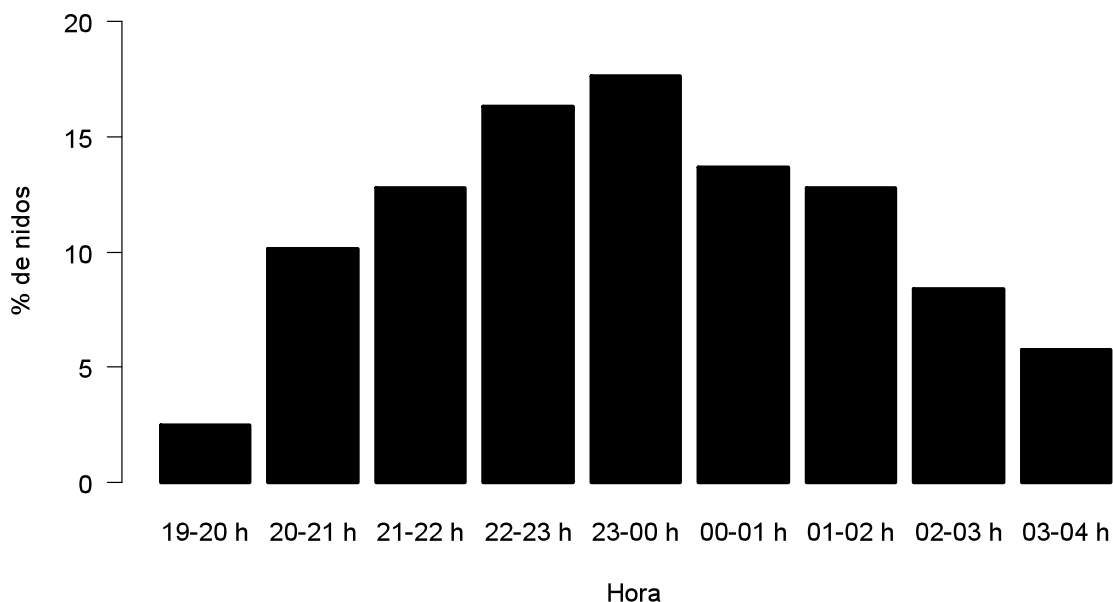


Figura 16. Distribución horaria de los nidos de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

3.3.2 Distribución espacial

Durante la temporada 2010 los eventos de anidación se distribuyeron a lo largo de los 63 sectores de la playa, con excepción de la zona comprendida entre los sectores 1 y 6 donde no se contabilizaron por estar en la zona arrecifal (Fig. 17). Los sectores de la playa con más nidadas registradas fueron los sectores 53 ($n = 20$), 55 ($n = 15$), 52 ($n = 13$) y 62 ($n = 13$). Este patrón en la distribución espacial está relacionado con el documentado en la temporada 2009, en donde la mayor de las nidadas ocurrió entre los sectores 50 – 55.

No obstante, a través de las últimas 6 temporadas se ha visto un cambio en el sitio de anidación. Entre 1990 y el 2004, Chacón-Chaverri & Eckert (2007) registraron que las áreas más importantes eran las comprendidas entre los sectores 15 – 20 y 31 – 36. Este cambio en el patrón de anidación se puede deber a los fuertes procesos erosivos que sufre la playa durante la temporada de anidación. Asimismo, la basura sacada por el mar también podría contribuir a crear un área poco adecuada para la deposición de huevos por las tortugas.

Lamentablemente por las razones explicadas, la presencia de WIDECAS en solo una parte de la playa impide hacer observaciones entre los sectores del camino a Sixaola, lo que genera escenarios y recomendaciones parciales, especialmente porque la organización que trabaja en el otro sector tiene SEVERAS imposibilidades de experticia e idoneidad para alcanzar conclusiones de carácter científico. Apoyado esto en las observaciones realizadas acerca de su deplorable técnica en la toma de datos.

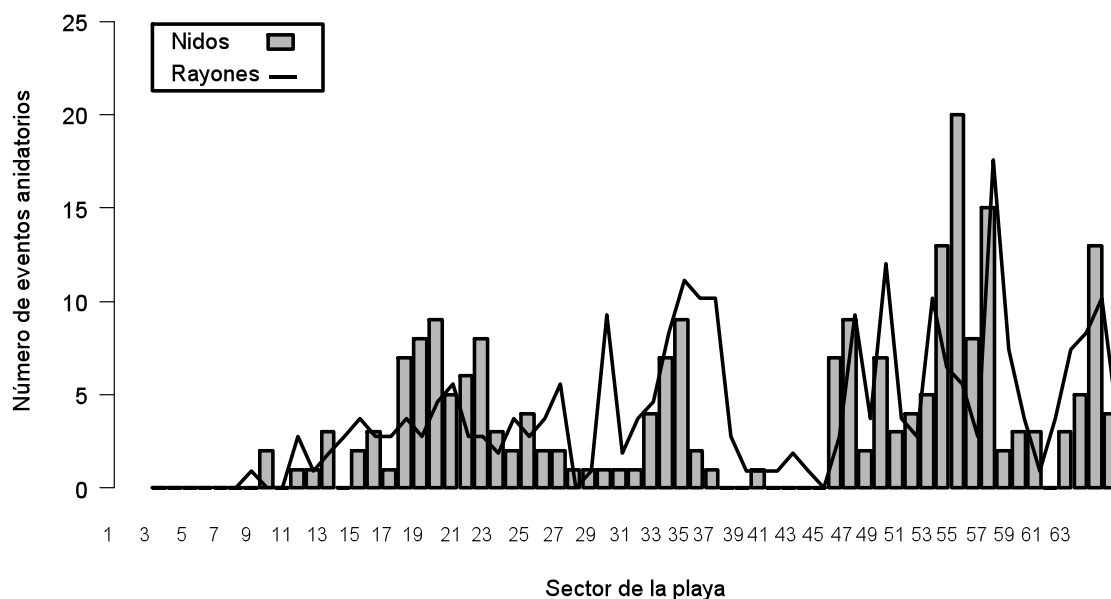


Figura 17. Distribución espacial de los eventos de anidación de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

No se contabilizó ninguna nidada en los sectores 1 - 7, 9, 12, 38 - 39, 41 - 44 y 59. Esto se posiblemente se debe a que entre los sectores 1 - 10 se da una gran erosión y a que el área de anidación disponible es casi inexistente, dependiendo del nivel de las mareas. Asimismo los sectores 38 - 39 coinciden con la desembocadura actual de del Río Middle Creek, lo que impide la anidación. Entre los sectores 38 - 44 se da una fuerte erosión que en ocasiones hace imposible monitorear por esta zona y se requiere caminar por la vegetación. Asimismo, el sector 59 coincide con la salida de una pequeña quebrada, la cual cuando precipita fuerte se conecta con el mar.

3.3.3 Distribución vertical

Durante la temporada 2010 las hembras de tortuga baula principalmente seleccionaron como sitio de anidación la zona denominada marea alta, seguida de la marea baja y la berma (Fig. 18). Este mismo patrón ha sido documentado previamente para la tortuga baula en Playa Gandoca desde la temporada 2002 (Fig. 19), con excepción de la temporada 2009 donde el mayor porcentaje de los nidos fueron colocados en marea baja. Contrario a este patrón que presenta la tortuga baula, otras especies como la tortuga Carey y tortuga verde que prefieren anidar mayoritariamente en la berma o en la vegetación (Fowler 1979, Garduno-Andrade 1999, Zagonel Serafini *et al.* 2009).

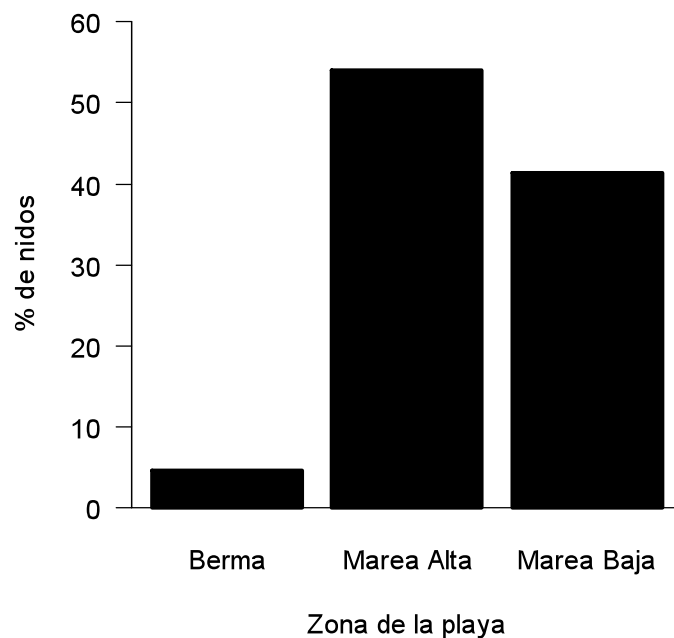


Figura 18. Distribución vertical de los nidos de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

Posiblemente estas especies realizan este comportamiento para evitar que sus nidadas sean expuestas a temperaturas de incubación superiores a la letal (rango óptimo de incubación 28 - 34°C) principalmente cuando no se ocurren precipitaciones, ya que la cobertura boscosa brinda sombra a los nidos, y por tanto la temperatura no se eleva tanto como en las nidadas ubicadas en la marea alta o baja. En el caso de la tortuga baula, aunque ésta ponga mayoritariamente sus nidos en la marea alta, no se ve tan

afectada por la temperatura, debido a la relación negativa que hay entre la profundidad de la arena y la temperatura de incubación (van de Merwe *et al.* 2005).

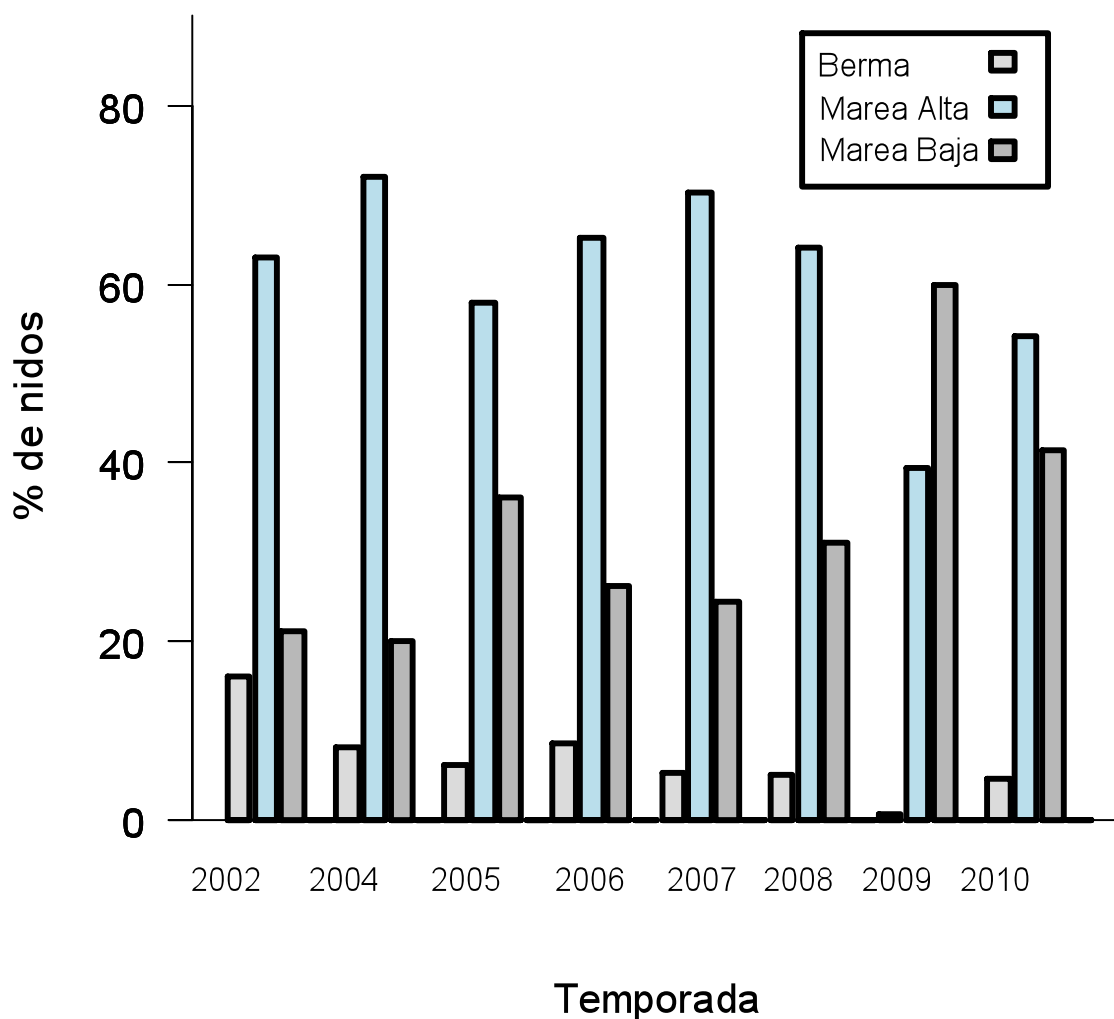


Figura 19. Distribución vertical de los nidadas de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) desde la temporada de 2002 hasta 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

3.4 Destino final de las nidadas

Durante la temporada 2010, 139 de los nidos se relocizaron en zonas seguras de la playa, para evitar la acción negativa de la erosión o el robo de los huevos (Fig. 20). En el vivero se relocizaron 73 nidos de baula, mientras que 27 se dejaron *in situ*. Estos nidos que se dejaron *in situ* no fueron manejados, ya que se encontraban ubicados en la

zona alta de la playa, cerca de la vegetación o áreas que no sufren erosión y sirvieron de muestra control.

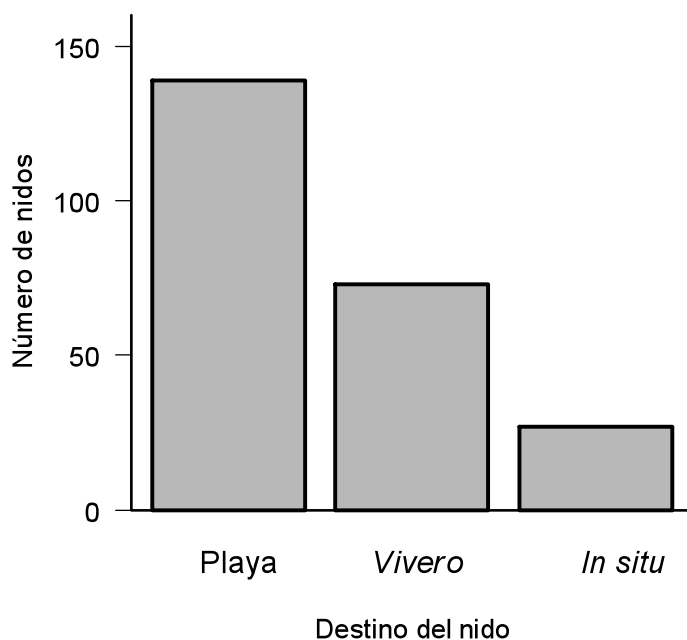


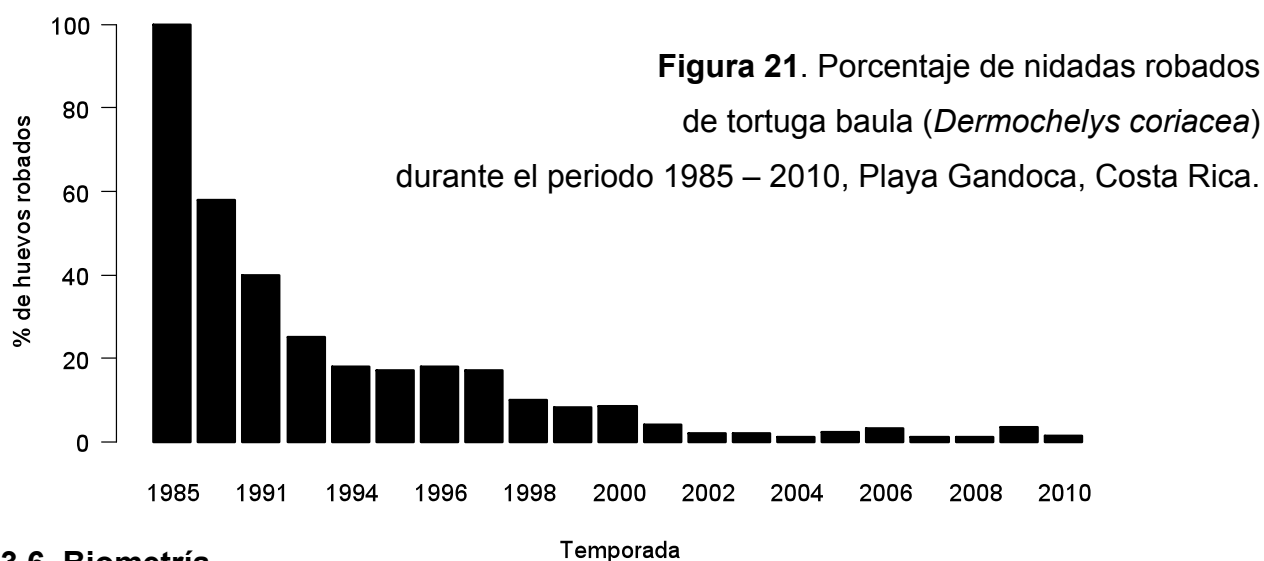
Figura 20. Destino final de las nidadas de tortuga baula durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

En relación a temporadas pasadas, se redujo la cantidad de nidadas relocalizados en vivero, debido a que esta temporada únicamente se construyó el vivero del sector B. Esto a consecuencia de que el sitio donde se decidió establecer el vivero del sector A estaba sufriendo gran erosión, por lo que se decidió no colocar huevos en este lugar.

Por otro parte, el 100 % de los nidos de tortuga verde y tortuga Carey fueron relocalizados en la playa, esto debido a que son los huevos ameritan manejo diferente al de la baula. Además, se reduce la depredación de los nidadas por perros o mapaches, por una protección física de canasta, ya que estos huevos son más vulnerables que los de tortuga baula, al estar depositados a una menor profundidad.

3.5 Nidos robados

Durante la presente temporada únicamente se dio el robo de cuatro nidadas de tortuga baula, lo que representa un 1.29 % del total de los nidos depositados, aunque es una contradicción grande especialmente porque Gandoca es una playa protegida dentro de un Área bajo tutela del MINAET. Pero el bajo número sugiere que el aporte de WIDECASST a la conservación de la especie continua siendo muy efectivo, reflejándose en los registros históricos donde se da una reducción cercana al 95 % de la cantidad de huevos robados, desde 1985 hasta la actualidad (Fig. 21). Ninguno de los nidos de tortuga verde fue robado, mientras que dos nidos de tortuga Carey fueron robados, debido a que la tortuga emergió antes de las 20:00 h y los hueveros llegaron primero que el personal de WIDECASST. Cabe recalcar en este tópico que el rol de control, vigilancia y protección que debió ser cubierto por el MINAET es ausente y perjudicial, pues los hueveros y otros sectores de la sociedad que hacen daño al hábitat crítico de las tortugas marinas, día con día ganan terreno en la zona.



3.6 Biometría

3.6.1 Hembras anidantes de tortuga baula

El largo curvo de caparazón (LCC) promedio de las hembras de tortuga baula medidas en Playa Gandoca fue de 150.9 cm (DE = 8.0) (Cuadro 5). El ancho curvo de caparazón (ACC) promedio fue de 110.4 cm (DE = 5.03). Estas medidas son menores a

los valores medios registrados en Playa Gandoca entre 1990 y 2004 (Chacón-Chaverri & Eckert 2007). El tamaño mínimo registrado es 5 cm menor que el registrado previamente. Incluso el largo de caparazón contabilizado es parecido al registrado en poblaciones del Pacífico Tropical Este como Playa Grande, Costa Rica y Playa Michoacán, México, (Marquez 1990, Reina *et al.* 2002,) donde se ha observado que las hembras son de menor tamaño, posiblemente debido a que las hembras del Pacífico presenta una menor cantidad de recursos disponibles (Wallace *et al.* 2006).

Cuadro 5. Tamaño de las hembras de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) anidantes durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

Rubros	Promedio	Mínimo	Máximo
LCC (cm)	150.9	130.0	160.0
ACC (cm)	110.4	96.0	124.0

3.6.2 Hembras anidantes de tortuga verde

El largo curvo de caparazón (LCC) promedio de las hembras de tortuga verde observadas en Playa Gandoca fue de 101.3 cm (DE = 0.3) (Cuadro 5). El ancho curvo de caparazón (ACC) promedio fue de 92.1 cm (DE = 1.27). En comparación a la tortuga verde que anida en Tortuguero, Costa Rica el largo curvo de caparazón promedio de la tortuga verde de Playa Gandoca es casi 4 cm más pequeño (Atkinson *et al.* 2010). Sin embargo, solamente se están considerando dos hembras en Playa Gandoca, por lo que no podemos inferir que este es el tamaño promedio de la especie.

Cuadro 6. Tamaño de las hembras de tortuga verde (*Chelonia mydas*) anidantes durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

Rubros	Promedio	Mínimo	Máximo
LCC (cm)	101.3	101.0	101.7
ACC (cm)	92.1	91.0	94.0

3.6.3 Hembras anidantes de tortuga carey

El largo curvo de caparazón (LCC) promedio de las hembras de tortuga carey observadas en Playa Gandoca fue de 92.9 cm (DE = 3.6) (Cuadro 7). El ancho curvo de caparazón (ACC) promedio fue de 81.6 cm (DE = 4.9). El largo curvo de caparazón promedio de esta temporada es casi 7 cm más largo que el registrado en Tortuguero ($\bar{x}$ = 86.8 cm) (Atkinson *et al.* 2010). Sin embargo, es difícil sugerir con certeza la causa de esta diferencia, que podría estar dada por la edad de los individuos.

Cuadro 7. Tamaño de las hembras de tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) anidantes durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

Rubros	Promedio	Mínimo	Máximo
LCC (cm)	92.9	88.0	95.7
ACC (cm)	81.6	77.0	84.6

3.6.4 Neonatos de tortuga baula

El resumen de las medidas biométricas y el peso de los neonatos de tortuga baula emergidos de los nidos del vivero, presentan valores bastante similares a los mostrados la temporada anterior en Playa Gandoca (Malaver & Chacón 2009). En el cuadro 8 se resumen las estadísticas de la presente temporada. No se reporta la biometría de las especies verde y carey, debido a las determinaciones tomadas por MINAET y la prohibición que tuvimos de continuar con la observación de las nidadas bajo nuestra tutela.

Cuadro 8. Tamaño y peso de los neonatos de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) emergidos del vivero durante la temporada 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

Rubros	Promedio	Mínimo	Máximo
LCC (cm)	5.9	5.0	6.5
ACC (cm)	3.8	3.4	4.3
Peso (g)	46.8	40.0	50.0

3.7 Rendimiento de los nidos

3.7.1 Porcentaje de eclosión y porcentaje de emergencia

El porcentaje de eclosión general para las nidadas exhumadas de tortuga baula fue de 54.76 % (SD = 28.41, n = 159), lo representa el 77 % de total de nidadas depositadas esta temporada en la playa. El porcentaje de eclosión de las nidadas relocalizadas en la playa fue ligeramente superior a la presentada en las nidadas relocalizadas en vivero y las nidadas *in situ*, sin llegar a ser significativa esta, como se observa en el traslape de los intervalos de confianza de los estimados (Figura 22). Mientras que el porcentaje de emergencia general para las nidadas de tortuga baula fue de 48.68 % (SD = 29.35, n = 159). El porcentaje de eclosión de los nidos relocalizados en el vivero con sombra fue en promedio 36.64% (IC al 95 %: 24.57, 48.57) mayor que los nidos relocalizados en el vivero sin sombra (Fig. 23).

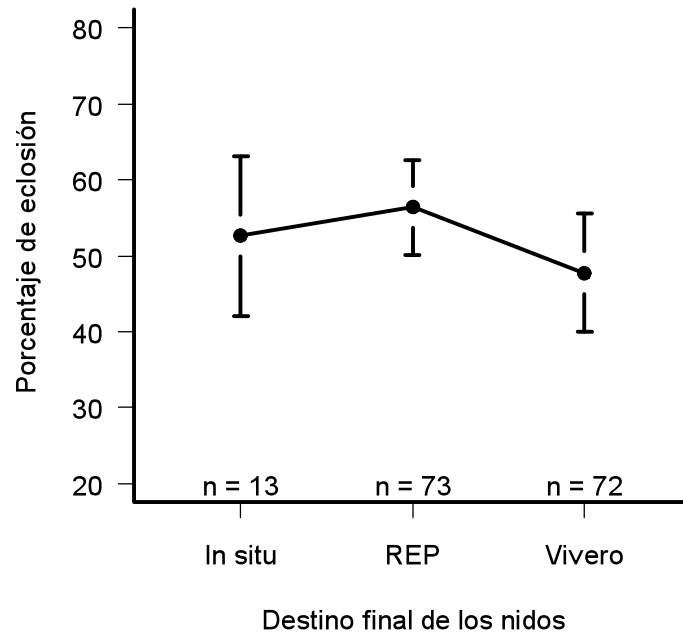


Figura 22. Porcentaje de eclosión (IC al 95 %) estimados para las nidadas *in situ*, relocalizadas en relocalizados en playa (REP) y relocalizadas en vivero de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*), Playa Gandoca, Costa Rica (n = número de nidos).

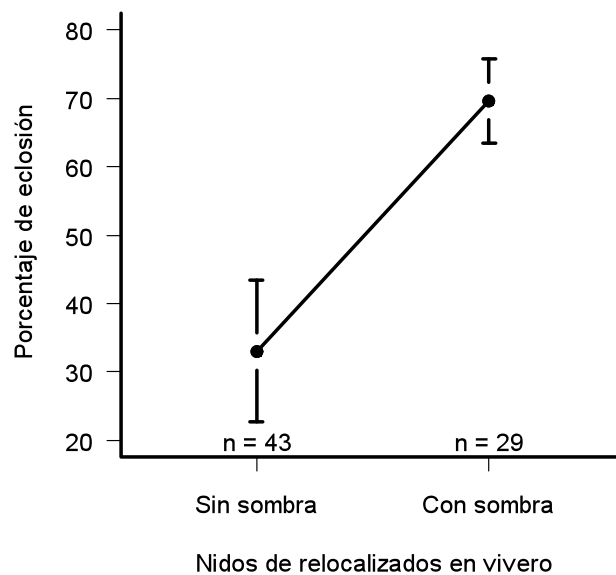


Figura 23. Porcentaje de eclosión (IC al 95 %) estimados para las nidadas relocalizadas en el vivero sin sombra y relocalizadas en el vivero con sombra, de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*), Playa Gandoca, Costa Rica (n = número de nidadas).

Al compararse los porcentajes de eclosión históricos de la playa entre 2004 - 2010 (Fig. 23), se observa que el valor presentado en esta temporada, es el segundo más bajo, solamente superando a la temporada 2005. El reducido porcentaje de esta temporada posiblemente se debió a la poca cantidad de precipitación caída durante la temporada. La cual representa la menor de las últimas siete temporadas (Fig. 24).

Esto debido a que a la falta de humedad de la arena puede ser un factor que reduce el desarrollo embrionario en huevos de tortugas marinas, como fue documentado experimentalmente para nidos de tortuga cabezona (McGehee 1990). Se encontró que nivel óptimo para producir neonatos fue cercano al 25 % de humedad en la arena, debido a que en los huevos en esta condición pueden intercambiar con más facilidad oxígeno, agua y nutrientes con el medio por el proceso de absorción (Ackerman 1997).

Asimismo, el porcentaje de eclosión presentado en Playa Gandoca es superior al reportado para la tortuga baula en el Pacífico de Costa Rica, el cual ronda el 50 % en nidos naturales (Saltidrián Tomillo *et al.* 2007), así como el reportado por Sánchez (2006) para varios sitios del Caribe y del Pacífico costarricense. Además, este porcentaje de eclosión es considerablemente mayor al presentado en otras playas del Caribe, como Tortuguero, en donde oscila entre 13 y 46 % (Troëng *et al.* 2007).

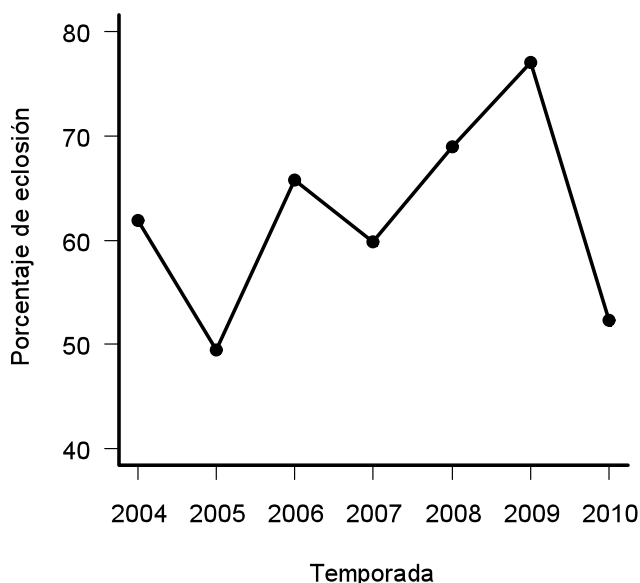


Figura 23. Resumen de los porcentajes de eclosión promedios registrados para los nidos de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) para el periodo 2004 - 2010, Playa Gandoca, Costa Rica.

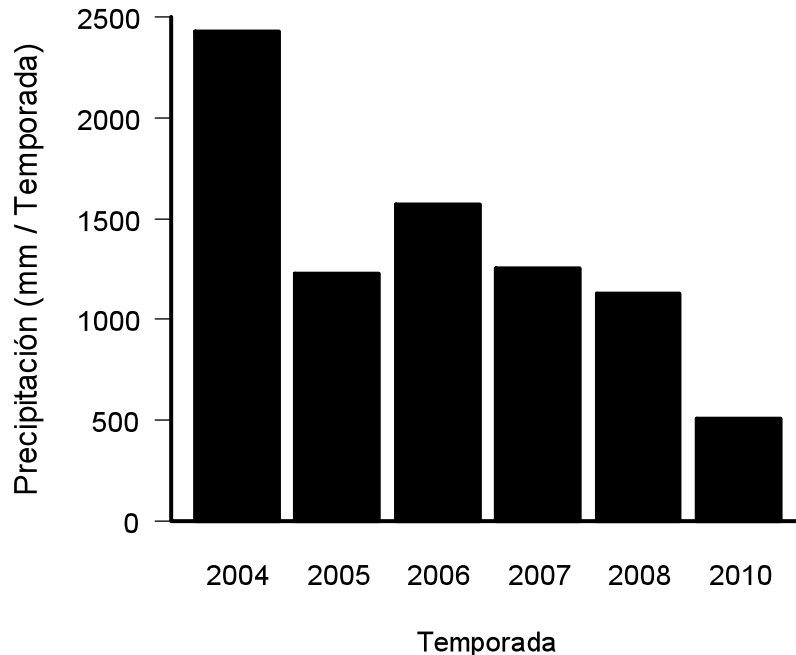


Figura 24. Precipitación registrada en Playa Gandoca entre las temporadas 2004 - 2010 (excepto 2009) para el periodo abril - julio.

3.8 Temperaturas de incubación

3.8.1 Número de nidos con sensores de temperatura

Durante el periodo de estudio se colocaron sensores de temperatura a 13 nidadas de tortuga baula, de los cuales cuatro fueron en nidadas relocalizadas en playa, seis a nidadas relocalizadas en el vivero sin sombra y tres a nidadas relocalizados en el vivero con sombra. Al final de la temporada, dos nidadas fueron saqueadas por hueveros y en uno se agotó la batería del sensor de temperatura por lo que se perdió la información. Las nidadas saqueadas correspondieron a nidadas reubicadas en la playa.

3.8.2 Información de las nidadas

Las nidadas relocalizadas en el vivero con sombra presentaron una temperatura incubación promedio de 30.01 °C (min: 29.83 °C, max: 30.19 °C), inferior a los 31.41 °C (min: 30.13 °C, max: 32.70°C) registrada para nidadas relocalizadas en la playa, y a los 31.47 °C (min: 30.40 °C, max: 32.70 °C) cuantificada para nidadas relocalizadas en vivero sin sombra. Es importante destacar que a pesar de la baja precipitación,

solamente dos nidadas presentaron temperaturas superiores a los 34 °C durante algún momento del periodo de incubación (Fig. 25). Por tanto, la mayoría de las nidadas se incubaron en temperaturas que oscilaron entre 28°C y 34°C, el cual es el rango óptimo de incubación de las tortugas marinas (Ackerman 1997), con excepción de una nidada en el vivero. Por tanto, posiblemente la humedad tuvo más influencia en el bajo porcentaje de eclosión, que la temperatura de incubación.

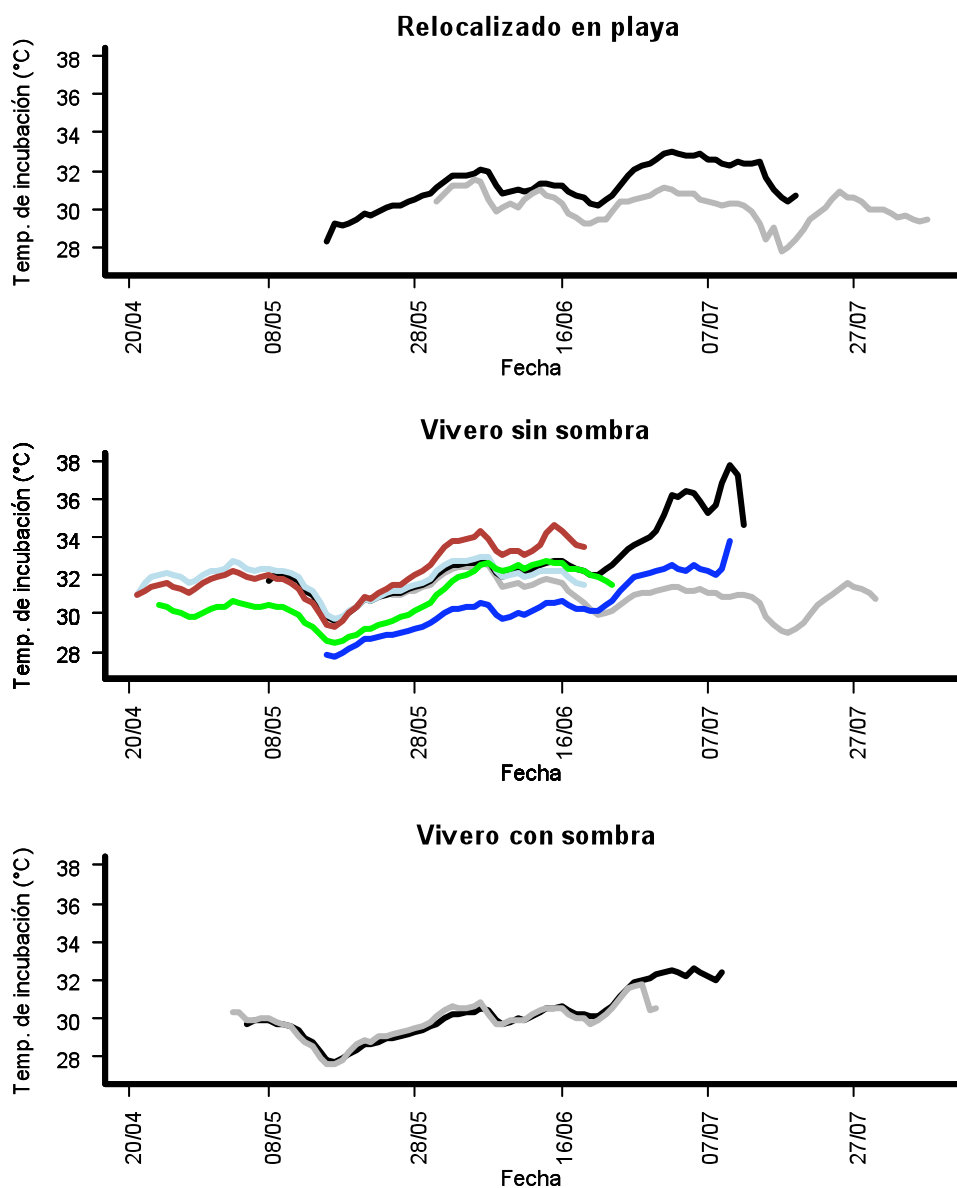


Figura 25. Temperaturas de incubación de nidos de tortuga baula relocalizados en playa (n = 2), relocalizados en vivero sin sombra (n = 6) y relocalizados en vivero con sombra (n = 2), Playa Gandoca, Costa Rica.

Al parecer el tamaño corporal de la tortuga baula parece ser una ventaja evolutiva de la especie contra el calentamiento global, en comparación con la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*). Debido a que la mayor profundidad a la que son incubados sus huevos, les permite estar a temperaturas menores y conservar una mayor humedad, contrario a la tortuga lora que deja sus huevos a una profundidad menor y se ven expuestas a temperaturas que exceden el umbral máximo de 34 °C (Valverde *et al.* 2010).

No se registran datos del efecto de la temperatura en nidos de Carey o Verde pues los sensores de temperatura quedaron en la playa, debido al impedimento por la cancelación del permiso, no solo esa información se perdió sino también los sensores.

4. CONCLUSIONES

- Con la división que realizó el MINAET del monitoreo de la playa, el número de nidadas de tortuga baula registrados esta temporada subestima el total para toda Playa Gandoca.
- Consecuentemente, el número de hembras es el mejor parámetro para explicar la tendencia de la colonia tortuga baula en Playa Gandoca. Esta deja al Estado sin criterios para analizar su tendencia poblacional y tomar cualquier medida de conservación.
- El análisis de la tendencia del número de hembras sugiere una estabilidad desde 1990, con gran oscilación a través de los años.
- La alta proporción de hembras que anidaron menos de tres veces en la temporada, combinado con los siete registros de hembras que previamente habían anidado en otras playas del Caribe, confirman la baja fidelidad de la colonia de tortuga baula de Playa Gandoca.
- El punto anterior también sugiere la necesidad de formatos de trabajo nacionales y binacionales, más que puntuales en fracciones de playa. En vista de que se habla de poblaciones compartidas.

- Durante la presente temporada únicamente se dio el robo de cuatro nidadas de tortuga baula, lo que representa un 1.29 % del total de las nidadas depositados. Esto sugiere que el aporte de WIDECAST a la protección de la especie continua siendo muy efectivo.
- La cantidad de nidos de tortuga verde continúa siendo bajo (menos de 5), lo que sugiere las hembras que anidan en Playa Gandoca, utilizan esta playa de manera ocasional.
- Preocupa la actitud descuidada del MINAET al cancelar los permisos a WIDECAST y dejar las nidadas desprotegidas bajo la tutela de los hueveros.
- El porcentaje de eclosión presentado esta temporada es el segundo menor registrado en las últimas seis temporadas. Se sugiere a la escasa precipitación como la principal causa del reducido porcentaje, debido a que reduce la humedad de la arena.
- A pesar de la escasa precipitación, las temperaturas de incubación en el 80 % de los nidos estudiados presentaron temperaturas no superiores a los 34°C, por lo que los huevos estuvieron expuestos al rango óptimo de incubación.
- El Programa de Conservación de las Tortugas Marinas del Caribe Sur en Playa Gandoca continúa siendo un éxito, ya que se genera investigación, protección, educación e ingresos económicos a la comunidad, lo que permitirá la conservación de las tortugas marinas a largo plazo.
- Se recomienda a los investigadores desarrollar mecanismos alternos de garantía para que el Estado costarricense responda correcta y expeditamente por las determinaciones infundadas y antojadizas de sus empleados negligentes. Estas garantías deberían incluir el responder por los equipos permisos en Áreas protegidas bajo su tutela.

- Instar al Estado costarricense a que centralice la emisión de permisos de investigación, conservación y otros en una entidad técnica nacional, con profesionales capaces y dotados del conocimiento y las herramientas que les permitan emitir criterio claro, correcto y bien cimentado en ciencia, en casos como en el que se involucró WIDECAST.

5. REFERENCIAS

- Ackerman, R. A. 1997. The nest environment and embryonic development of sea turtle. In: Lutz, P. L. & Musick, J. A. (Eds.). The Biology of Sea Turtles. CRC Press Inc., Boca de Ratón, FL. pp. 83-106
- Atkinson, C., L. Berrondo & E. Harrison. 2010. Report on 2009 green turtle program at Tortuguero, Costa Rica. Caribbean Conservation Corporation. 67pp.
- Boulon, R., P. Dutton & D McDonald. 1996. Leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) on St. Croix, U.S. Virgin Island: fifteen years of conservation. Chelonian Conservation and Biology 2: 141-147
- Chacón, D. 2002. Assessment about the trade of the sea turtles and their products in the Central America Isthmus. Red Regional para la Conservación de Tortugas Marinas en Centroamérica. San José, Costa Rica. 247 pp.
- Chacón-Chaverri, D. & K. L. Eckert. 2007. Leatherback Sea Turtle Nesting to Gandoca Beach in Caribbean Costa Rica: Management Recommendations from Fifteen Years of Conservation. Chelonian Conservation Biology 6: 101-110
- CIT. 2008. Manual Sobre Técnicas de Manejo y Conservación de las Tortugas Marinas en Playas de Anidación de Centroamérica, Taller de capacitación sobre técnicas de manejo y conservación de tortugas marinas en playas de anidación en la región centroamericana. Tortuguero, Costa Rica
- Cliffon, K., D. O. Cornejo & R. S. Felger. 1982. Sea turtles of the Pacific coast of Mexico. In: Bjorndal, K. (Ed.). Biology and Conservation of Sea Turtles. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. pp. 199-209
- Cornelius, S. E., M. Alvarado, J. C, Castro, M. Mata Del Valle & D. C. Robinson. 1991. Management of olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*) nesting at playas Nancite and Ostional, Costa Rica. In: Robinson, J. & K. Redford. (Eds.). Neotropical

- Wildlife Use and Conservation. The University of Chicago Press., Chicago. pp. 111-135
- Dutton, D. L., P. H. Dutton, M. Chaloupka & R. H. Baulon. 2005. Increase of a Caribbean leatherback turtle *Dermochelys coriacea* nesting population linked to long-term nest protection. *Biological Conservation* 126: 186-194
- Eckert, K. & J. Beggs. 2006. Mercado de Tortugas Marinas. Un Manual de Métodos Recomendados. Red de Conservación de Tortugas Marinas del Gran Caribe (WIDECAS) Informe Técnico No. 2. Edición Revisada. Beaufort, North Carolina USA. 40 pp.
- Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu-Grobois & M. Donnelly (Ed.). 2000. Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4
- Fowler, L. E. 1979. Hatching success and nests predation in the sea turtle, *Chelonia mydas*, at Tortuguero, Costa Rica. *Ecology* 60: 946-955
- Garduno-Andrade, M. 1999. Nesting of the Hawksbill Turtle, *Eretmochelys imbricata*, at Rio Lagartos, Yucatan, Mexico, 1990-1997. *Chelonian Conservation and Biology* 3: 281-285
- Girondot, M. & J. Fretey. 1996. Leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, nesting in French Guiana, 1978-1995. *Chelonian Conservation and Biology* 2: 204-208
- Honarvar, S., M. P. O'Connor, & J. R. Spotila. 2008. Density-dependent effects on hatching success of the olive ridley turtle, *Lepidochelys olivacea*. *Oecologia* 157: 221-230
- Malaver, M. & D. Chacón. 2009. Informe Gandoca Temporada 2009. Widecast. San José, Costa Rica. 60 pp.
- Marquez, M. R. 1990. Sea Turtles of the World. FAO Species Catalogue, FAO Fisheries Synopsis. Roma.
- McGehee, M. A. 1990. Effects of Moisture on Eggs and Hatchlings of Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*). *Herpetologica* 46: 251-258
- Meylan, A. B. & M. Donnelly. 1999. Status justification for listing the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) as Critically Endangered on the 1996 IUCN Red List of Threatened Animals. *Chelonian Conservation and Biology* 3: 200-224

- Pike, D. A., R. L. Antworth & J. C. Stiner. 2006. Earlier Nesting Contributes to Shorter Nesting Seasons for the Loggerhead Seaturtle, *Caretta caretta*. Journal of Herpetology 40: 91-94
- Reina, R. D., P. A. Mayor, J. R. Spotila, R. Piedra & F. V. Paladino. 2002. Nesting ecology of the leatherback turtle, *Dermochelys coriacea*, at Parque Nacional Marino Las Baulas, Costa Rica: 1988-1989 to 1999-2000. Copeia 2002: 653-664
- Saltidrián Tomillo, P., E. Vélez, R. D. Reina, R. Piedra, F. V. Paladino & J. R. Spotila. 2007. Reassessment of the Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) Nesting Population at Parque Nacional Marino Las Baulas, Costa Rica: Effects of Conservation Efforts. Chelonian Conservation Biology 6: 54-62
- Sánchez, F. A. 2006. Reporte técnico, Temporada 2005, Playas Carate, Río Oro, Pejeperro y Piro. Reporte técnico. Programa de Conservación de Tortugas Marinas de la Península de Osa. 45 pp.
- Seminoff, J. A. & K. Shanker. 2008. Marine turtles and IUCN Red Listing: A review of the process, the pitfalls, and novel assessment approaches. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 356: 52-68
- Spotila, J. R., A. E. Dunham, A. J. Leslie, A. C. Steyermark, P. T. Plotkin & F. V. Paladino. 1996. Worldwide population decline of *Dermochelys coriacea*: Are leatherback turtles going extinct?. Chelonian Conservation Biology 2: 209-222
- Thomé, J. C. A., C. Baptistotte, L. M. de P. Moreira, J. T. Scalfoni, A. P. Almeida, D. B. Rieth & P. C. R. Barata. 2007. Nesting Biology and Conservation of the Leatherback Sea Turtle (*Dermochelys coriacea*) in the State of Espírito Santo, Brazil, 1988-1989 to 2003-2004. Chelonian Conservation and Biology 2: 15-27
- Troëng, S., D. Chacón & B. Dick. Possible decline in leatherback turtle *Dermochelys coriacea* nesting along the coast of Caribbean Central America. Oryx 38: 395-403
- Troëng, S., E. Harrison, D. Evans, A. De Haro & E. Vargas. 2007. Leatherback Turtle Nesting Trends and Threats at Tortuguero, Costa Rica. Chelonian Conservation and Biology 6: 117-122
- Turtle Expert Working Group. 2007. An Assessment of the Leatherback Turtle Population in the Atlantic Ocean. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-555, 116 pp.

- Valverde, R. A., S. Wingard, F. Gómez, M. T. Tordoir & C. M. Orrego. 2010. Field lethal incubation temperature of olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* embryos at a mass nesting rookery. *Endangered Species Research* 12: 77-86
- Van der Merwe, J., K. Ibrahim & J. Whittier. 2005. Effects of hatchery shading and nest depth on the development and quality of *Chelonia mydas* hatchlings: implications for hatchery management in Peninsular, Malaysia. *Australian Journal of Zoology* 53: 205-211
- Wallace, B. P., S. S. Kilham, F. V. Paladino & J. R. Spotila. 2006. Energy budget calculations indicate resource limitation in Eastern Pacific leatherback turtles. *Marine Ecology Progress Series* 318: 263-270
- Weishampe, J. F., D. A. Bagley & L. M. Ehrhart. 2004. Earlier nesting by loggerhead sea turtles following sea surface warming. *Global Change Biology* 10: 1-4
- Zagonel Serafini, T., G. G. López & P. L. Bernardo da Rocha. 2009. Nesting of the Hawksbill Turtle, *Eretmochelys imbricata*, at Rio Lagartos, Yucatan, Mexico, 1990-1997. *Phyllomedusa* 8: 3-17