



INFORME FINAL TEMPORADA 2023

Biol. Pedro Fabián Carrasco Leandro
M. Sc. Didiher Chacón-Chaverri



ÍNDICE

Resumen ejecutivo.....	1
Summary.....	2
Introducción.....	3
Material y Métodos.....	4
- Área de Estudio.....	4
- Preparación de Playa.....	4
- Patrullaje Nocturno.....	5
- Censos Matutinos.....	5
- Identificación de Hembras.....	5
- Biometría.....	5
- Preparación de Vivero.....	5
- Capacitaciones y Entrenamientos.....	6
- Destino Final de las Nidadas.....	6
o Nidadas <i>In situ</i> o Naturales.....	6
o Nidadas Relocalizadas en Playa.....	6
o Nidadas Relocalizadas en el Vivero.....	7
o Nidadas Robadas.....	7
- Monitoreo del Vivero.....	7
- Exhumación de las Nidadas.....	7
Limpieza de Playa.....	8
Resultados.....	9
- Capacitación y Entrenamientos.....	9
- Tortuga Baula.....	9
o Número de Nidadas.....	9
o Destino Final de las Nidadas.....	10
o Biometría de las Hembras.....	12
o Distribución de las Nidadas.....	13
o Rendimiento de las Nidadas.....	14
- Tortuga Verde.....	16
o Número de Nidadas.....	16
o Destino Final de las Nidadas.....	18
o Biometría de las Hembras.....	18
o Distribución de las Nidadas.....	18
o Rendimiento de las Nidadas.....	19
- Tortuga Carey.....	20
o Número de Nidadas.....	20
o Destino Final de las Nidadas.....	21
o Rendimiento de las Nidadas.....	21
- Tortuga Cabezona.....	22
Conclusiones y Recomendaciones.....	23
Referencias.....	25

RESUMEN EJECUTIVO

Desde el 27 de febrero hasta el 30 de octubre de 2023, se registraron las actividades de anidación de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga cabezona (*Caretta caretta*) en la Barra Norte de Pacuare, Limón, Costa Rica. Durante estos meses se contabilizaron un total de 181 nidadas de tortuga baula, 92 nidadas de tortuga verde, nueve de tortuga carey y una nidada de tortuga cabezona. En la temporada 2023, se protegieron un total de 163 nidadas de las cuatro especies de tortugas marinas, dichas nidadas fueron relocalizadas en el vivero y en un lugar seguro en la playa lejos del alcance del mar y los recolectores ilegales.

El porcentaje de protección de nidadas de tortuga baula fue de 61.32%, el de tortuga verde fue de 43.73%, el de tortuga carey de 88.8% y el de tortuga cabezona de 100% ya que el único nido registrado fue protegido por LAST. Se identificaron un total de 132 hembras diferentes de tortuga baula, 12 de tortuga verde, tres de tortuga carey y una de cabezona.

El porcentaje de emergencia de las nidadas exhumadas de tortuga baula fue de 49.98%, el de tortuga verde de 88.11%, el de tortuga carey de 95.53% y el de tortuga cabezona de 86.02%, liberando un estimado de 8,553 neonatos, de los cuales 4,601 corresponden a neonatos de tortuga baula, 3,425 de tortuga verde, 447 de tortuga carey y 80 de tortuga cabezona.

La temporada 2023, registró un éxito de emergencia relativamente bajo, 33 nidadas de tortuga baula que fueron relocalizadas en el vivero, específicamente en la zona sin tratamiento de sombreado, los cuales presentaron desarrollo embrionario bajo, se estima que las altas temperaturas, así como la casi nula precipitación durante los meses de abril, mayo y junio fueron factores que impidieron el desarrollo embrionario en las nidadas sin sombra, dichas condiciones climatológicas son características de “El Niño”, pero también de un galopante impacto del cambio climático.

Las actividades de conservación de tortugas marinas en la Barra Norte de Pacuare lideradas por LAST deben seguir realizándose para recopilar información sobre la dinámica de anidación de las tortugas marinas en la zona que nos permita generar estrategias a largo plazo para la protección y manejo de estos reptiles, además de brindar alternativas de vida para las comunidades costeras.

SUMMARY

From February 27th to September 30th. 2023, nesting activities of Leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*), Green sea turtle (*Chelonia mydas*), Hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*) and Loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) were recorded in the North Pacuare Beach, Limón, Costa Rica. During this period, a total of 181 leatherback sea turtle nests, 92 Green sea turtle nests, nine Hawksbill sea turtle nests and one Loggerhead turtle nest were registered. In 2023 nesting season, 163 nests of the four species of sea turtles were protected, these nests were relocated in the hatchery and in a safe zone around the beach.

The percentage of protected nests for Leatherback sea turtle was 61.32%, for Green sea turtles and Hawksbill sea turtles was 43.73% and 88.8% respectively and for Loggerhead sea turtle was 100% since the only nests recorded was protected by LAST. A total of 132 Leatherback females, 12 Green turtle females and three Hawksbill turtle females were identified.

The emergence success for exhumated Leatherback clutches was 49.98%, for Green turtle 88.11%, for Hawksbill turtle 95.53% and 86.02% for Loggerhead turtle, releasing an estimated of 8,553 hatchlings out of which, 4,601 were Leatherback, 3,425 were Green turtles, 447 were Hawksbill turtles and 80 were Loggerhead turtle.

On 2023 sea turtles nesting season, the lowest emergence success in the history of the project was recorded for Leatherback turtle, 33 nests that were relocated into the hatchery, specificity in the part of the hatchery with no shade treatment, did not show any sing of embryonic development, it is estimated that the high temperatures and the lack of rain during April, May and June, were factors that stopped the embryonic development of the nests buried under no shade, these climatologic conditions are characteristic of “El Niño” and the effects of increasing global warming.

Sea turtle conservation activities in the North Pacuare Beach lead by LAST must keep on going to record information of the sea turtle nesting dynamic in the zona that allow us to create long-term strategies to protect and manage these reptiles and generate alternative of life for the coastal communities.

INTRODUCCIÓN

Todas las especies de tortugas marinas en el mundo se encuentran en diferentes estados de conservación, por lo tanto, son catalogadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES) debido a la drástica reducción de sus poblaciones en las últimas décadas.

Históricamente en el Litoral del Caribe se ha comercializado de manera ilegal la carne, huevos y derivados de las diferentes especies de tortugas marinas (Chacón *et al.*, 2007), el ser humano ha utilizado productos y subproductos de estos reptiles para la elaboración de artesanías, artículos personales, así como una fuente de alimento (Chacón, 2002). En la actualidad, estas costumbres permanecen en varias playas de anidación, mismas actividades contribuyen a la reducción de sus poblaciones y a frenan los esfuerzos de conservación de estas especies. Por estas razones, la importancia de los proyectos de conservación y manejo de tortugas marinas para reducir estas amenazas, recuperar las poblaciones y concientizar a las comunidades es clave para la sobrevivencia de estos reptiles.

Entre los programas de conservación de tortugas marinas ubicados en el Caribe Costarricense se encuentra el Proyecto que opera en la Barra Norte de Pacuare, manejado por La Asociación Latinoamericana de Tortugas Marinas (LAST, por sus siglas en inglés) (Fonseca y Chacón, 2014). LAST se caracteriza por involucrar a un sector de la población en las actividades de conservación, ya sea como asistente de investigación o en el manejo de vivero, además de liderar actividades con sentido ambiental como las limpiezas de playa o la separación de residuos.

En la barra norte de Pacuare, la desigualdad social, la falta de oportunidades laborales, inseguridad y el constante uso y tráfico de estupefacientes hace de esta zona un lugar vulnerable del país, durante la temporada de anidación de tortugas marinas una gran parte de la comunidad se dedica al saqueo de huevos y cacería de tortugas marinas, conforme la actividad de anidación aumenta, también aumenta la llegada de personas de las comunidades aledañas, esto conlleva a un incremento considerable en la presión sobre estos reptiles (Fonseca y Chacón, 2014).

En Pacuare, se encuentran cuatro especies de tortugas marinas: la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*), la cual se encuentra en mayor abundancia, seguido de la tortuga verde (*Chelonia mydas*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y ocasionalmente la tortuga cabezona (*Caretta caretta*), las actividades de conservación que LAST lidera, se dedican a la protección y recuperación de las nidadas de estas cuatro especies de tortugas marinas.

El objetivo principal de LAST es mejorar el estado de conservación de las poblaciones de tortugas marinas que anidan en la zona, mediante la participación de la comunidad y organismos gubernamentales. Esto, apoyado en la consolidación de acuerdos institucionales que conllevan a la estandarización de las actividades de conservación, las cuales permiten incrementar el éxito reproductivo de las nidadas de tortugas marinas y la protección de las hembras durante la anidación.

En este reporte de temporada se presentan los resultados de las actividades de conservación de tortugas marinas en la Barra Norte de Pacuare durante los meses de febrero a octubre del año 2023, así como los respectivos análisis comparativos con las temporadas pasadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

- ÁREA DE ESTUDIO

La Barra Norte de Pacuare ($10^{\circ}18'48.66''\text{N}$, $83^{\circ}21'17.25''\text{O}$ – $10^{\circ}13'25.37''\text{N}$, $83^{\circ}16'47.12''\text{O}$), se encuentra en el distrito de Batán perteneciente al Cantón de Matina de la provincia de Limón, Costa Rica (Figura 1). La playa de Pacuare tiene una extensión de 7.1 kilómetros, desde la desembocadura del río Pacuare al sur hasta la Desembocadura del Río Parismina, conocido como la Laguna Perla.



Figura 1. Ubicación de la Barra Norte de Pacuare, en el Caribe de Costa Rica (Altamirano & Chacón-Chaverri, 2020).

Los habitantes de la zona se encuentran establecidos en casa aisladas alrededor de la playa, por lo tanto, no se considera una comunidad como tal. Así mismo, durante la temporada de anidación de las tortugas marinas, personas de las comunidades aledañas, llegan a Pacuare para saquear huevos y cazar tortugas (Fonseca et al., 2012). Estas personas construyen casas provisionales o son hospedadas por otras personas locales.

- PREPARACIÓN DE PLAYA

Al inicio de la temporada, la playa fue dividida en sectores cada 50 metros de distancia siguiendo la paralela al mar. El inicio de la numeración fue de La Laguna Perla hacia la Desembocadura del Río Pacuare (de Norte a Sur). Para la colocación de los mojones se utilizaron árboles en la playa o troncos encontrados en la playa, los cuales se pintaron con fondo blanco y número de color negro, además se puso cinta reflejando para una fácil localización durante la noche.

Para el patrullaje, la playa fue dividida en tres sectores para un monitoreo más organizado y productivo. El sector A comenzó de la Segunda Laguna, ubicada en el mojón 52 hacia la Laguna Perla, ubicada en el mojón 1, mientras que el sector B, inició en la Primer Laguna (mojón 79) hacia la Segunda Laguna (mojón 52). Por último, el sector C comenzó en la Primer Laguna y concluyó en la Desembocadura del Río Pacuare, del mojón 79 al 144).

Cada Sector fue patrullado acorde a la intensidad en las actividades de anidación en las zonas correspondientes a los respectivos sectores.

- PATRULLAJE NOCTURNO

Se realizaron caminatas nocturnas para monitorear las actividades de anidación de las tres especies de tortugas marinas en Pacuare. Los patrullajes comenzaron el 06 de marzo y se mantienen hasta la fecha.

Para el patrullaje nocturno, se formaron grupos de uno hasta cinco voluntarios (dependiendo de la cantidad de voluntarios en la estación), liderados por un asistente de investigación o guía local, quienes patrullaron los tres diferentes sectores de la playa, para registrar las actividades de anidación y realizar la recolección de nidadas para su reubicación a una zona segura.

Los recorridos nocturnos duran aproximadamente cuatro horas dependiendo de la intensidad en las actividades de anidación. El inicio del patrullaje varía cada noche acorde a la hora en la que se calcula que exista una mayor anidación, iniciando generalmente a las 20:00h hasta las 04:00h.

- CENSOS MATUTINOS

Los censos matutinos con caminatas a las 04:00h con uno o dos asistentes de investigación o guía local para rectificar las actividades de anidación ocurridas una noche previa. La mayoría de los censos se realizaron al comienzo de la temporada para conocer la playa y registrar los primeros nidos. Debido a la baja disponibilidad de voluntarios o asistentes, los censos matutinos no son muy recurrentes, de igual manera, la mayoría de las actividades de anidación son registradas antes de las 4:00h y los censos no han sido necesarios.

- IDENTIFICACIÓN DE HEMBRAS

Las hembras de tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) encontradas durante la temporada de anidación son marcadas con marcas metálicas Monel #49. Mientras que hembras de tortuga verde (*Chelonia mydas*) y tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) son marcadas con marcas metálicas Inconel #681 en la segunda escama de las aletas delanteras.

Los Transpondedores Pasivos Integrados (PIT por sus siglas en inglés) se utilizan únicamente en tortugas baula para su identificación. Tanto para marcas metálicas y PITs, se buscan indicios de marcaje previo y se registra en la hoja de datos, todas las actividades son siguiendo el protocolo establecido en la R-055-2007 SINAC.

- BIOMETRÍA

Entre las medidas estándar se registra el Largo Curvo del Caparazón (CCL) y el Ancho Curvo del Caparazón (CCW), dichas mediciones se toman posterior a la deposición de los huevos para evitar interrumpir la anidación y son registradas con claridad en la hoja de datos.

- PREPARACIÓN DEL VIVERO

El vivero de incubación es el lugar destinado para la reubicación de todas las nidadas de tortugas marinas en Pacuare, dándoles máxima protección y un monitoreo constante por parte del personal de la estación y voluntarios capacitados.

El vivero se construyó siguiendo los estándares de la R-055-2007 según el manual para el manejo y la conservación de tortugas marinas en Costa Rica; con énfasis en la operación de proyectos en playa y viveros (Chacón *et al.*, 2007). El vivero de la temporada 2023 se construyó en la misma área utilizada en las temporadas anteriores, por lo tanto, se removió la arena a un metro de profundidad en el área total destinada para el vivero, esta arena fue tratada con una solución a base de cloro como lo menciona el manual, además de ser tamizada y compactada para evitar que los nidos colapsaran mientras se excavaban.

Después de terminado el tratamiento de la arena, se colocó una cerca de madera y una malla de alambre para evitar que personas y animales no deseados se introdujeran al vivero. El piso fue dividido en cuadrículas de 75cm de ancho y la disposición de los nidos se realizó colocando las nidadas de tortuga baula en las primeras líneas del vivero para simular las condiciones naturales a las que los nidos estarían expuestos, las últimas líneas del vivero están destinadas para nidadas de tortuga verde y tortuga carey, de igual manera, simulando las condiciones a las que naturalmente estarían expuestos.

- CAPACITACIONES Y ENTRENAMIENTOS

La capacitación de los asistentes de investigación locales e internacionales se realizó el 03 y 04 de marzo y tras la llegada de nuevos asistentes de investigación a lo largo de la temporada, todo el personal disponible para la temporada participó en presentaciones sobre biología y ecología de las tortugas marinas, así como los protocolos establecidos para el monitoreo, investigación y conservación de las tortugas marinas, terminando la capacitación con un entrenamiento práctico sobre marcaje, recolección de nidadas y correcta realización de nidos.

Las capacitaciones se llevaron a cabo en la Estación Biológica de LAST en Pacuare.

- OTROS

Se llevaron a cabo tres campañas de limpieza de playa con la participación de personal y voluntarios. Además, se llevaron a cabo acciones de reforestación de especies nativas en varias secciones pequeñas de la playa.

- DESTINO FINAL DE LAS NIDADAS

1. NIDADAS *IN SITU* O NATURALES

Son aquellas nidadas que han sido dejadas en el lugar elegido por la tortuga al momento de desovar. Para estos casos se trató de borrar las huellas dejadas en la arena por la tortuga para confundir a los recolectores ilegales de huevos.

2. NIDADAS RELOCALIZADAS EN PLAYA

Son aquellas nidadas que son relocalizadas en zonas seguras de la playa en donde se conoce que no hay presión por la erosión de mareas o la depredación natural. Para reubicar las nidadas, se mide la profundidad y ancho del nido realizado por la tortuga con el fin de realizar un nido con las mismas dimensiones y que los huevos se incuben en condiciones similares. En los casos cuando no sea posible tomar las medidas, los nidos fueron construidos utilizando las medidas estándar. Para la tortuga baula se usa como profundidad 70 cm y 40 cm de ancho. Para la tortuga verde se utiliza 65 cm de

profundidad y para tortuga carey 55 cm de profundidad. Este procedimiento aplica también para nidos relocalizados en vivero.

La colecta de huevos se realiza hasta que la tortuga termine la cámara de incubación del nido y coloque una aleta dentro de este, evitando tocar la cloaca de la tortuga, se coloca una bolsa plástica dentro del nido para coleccionar los huevos mientras la tortuga los deposita para después ser retirada cuando la tortuga comienza a tapar el nido con arena. Esta estrictamente prohibido hacer manipulación innecesaria de los huevos.

3. NIDADAS RELOCALIZADAS EN VIVERO

Son aquellas nidadas que son trasladadas al vivero, el cual es una zona acondicionada de la playa en donde se maximiza la protección y supervivencia de las nidadas. El vivero se construyó en el sector C de la playa, cerca de la estación, el vivero está ubicado en un área con bajo riesgo de inundación por escorrentía o por acción de las mareas

El área destinada para la colocación de las nidadas se dividió en cuadrados de 75 cm por lado, para obtener un total de 250 espacios para nidadas de tortugas baula, carey y verde. Los laterales del vivero se etiquetaron con números y letras para darle un código a cada espacio, esto con el objetivo de mantener ordenado el funcionamiento del vivero. Cada nidada protegida se le colocó una canasta construida de malla plástica o metálica con malla anti áfido para protegerlas de las moscas o algún otro insecto que pudiera dañar las nidadas.

4. NIDADAS ROBADAS

Son aquellas nidadas que han sido extraídas ilegalmente por el ser humano, quienes, al terminar de saquear la nidada, dejan los huevos vanos en el interior del nido o en la superficie de la arena debido a que estos huevos no tienen ninguna utilidad para ellos. En caso de no encontrar huevos vanos a la vista, se revisó el rastro para observar si había huellas de personas o signos de que alguien tomó la nidada previamente.

- MONITOREO DEL VIVERO

El vivero debe ser monitoreado las 24 horas por el personal y voluntarios previamente capacitados para evitar que personas ajenas a la organización extraigan las nidadas además de percatarse de la emergencia de los neonatos.

Los turnos de vivero en la noche son de seis horas generalmente y de cuatro horas cuando hay suficientes voluntarios en la estación. Durante el día, los turnos de vivero varían de dos a tres horas.

- EXHUMACIÓN DE LAS NIDADAS

La exhumación es el proceso que se realiza posterior a la emergencia masiva de los neonatos, en este proceso se observa el contenido del nido, contabilizando cascaras rotas, neonatos atrapados y huevos sin eclosionar para poder calcular el éxito de eclosión y emergencia. En el caso de nidos sin emergencia de neonatos, las exhumaciones se realizaron a los 80 días.

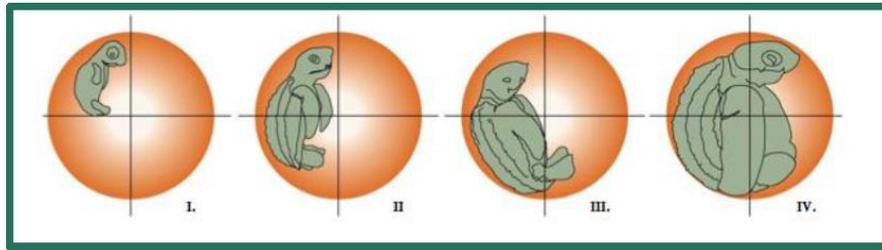


Figura 2. Estados de desarrollo de los embriones en huevos no eclosionados (Tomado de Chacón *et al.* 2007).

En la exhumación se contabilizan cáscaras de huevos con tamaños superiores al 50%, neonatos vivos y neonatos muertos atrapados en el fondo del nido, huevos no eclosionados y huevos depredados.

Los huevos sin eclosionar son abiertos para observar el desarrollo embrionario que será clasificado de acuerdo con el volumen del embrión y el espacio que ocupa dentro del huevo. Los cuatro estadios de desarrollo son: I (1-25%), II (26-50%), III (51-75%) y IV (76-100%) (Figura 2).

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

$$PE = \frac{C}{N} \times 100$$

$$PEM = \frac{C - TM}{N} \times 100$$

En donde: PE = porcentaje de eclosión, PEM = porcentaje de emergencia, C = número de huevos eclosionados, N = número de huevos por nidada, y TM = número de tortugas muertas en la columna de arena o en la superficie.

RESULTADOS

LIMPIEZA DE PLAYA

Desde la llegada de los voluntarios el 06 de marzo hasta la fecha, se han realizado limpiezas de playa semanalmente en los 7.1 kilómetros, recolectando plásticos y demás desechos inorgánicos encontrados. Alrededor de 80 voluntarios nacionales e internacionales han participado de esta labor, recolectando ocho sacas blancas reutilizables con un peso aproximado de 10 kilos recolectados por persona por actividad.

Posteriormente a la recolección de basura en la playa, se separaron todos los desechos y se agruparon por categoría, estos desechos son contenidos en la estación biológica en Pacuare para ser enviados a un centro de reciclaje al final de la temporada.



Figura 3. Voluntarios después de una mañana de limpieza de playa

- CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTOS

Cuatro asistentes locales fueron capacitados para liderar patrullajes nocturnos y un asistente local fue capacitado exclusivamente para el cuidado de vivero. Al inicio de la temporada tres asistentes de investigación fueron capacitados para liderar las diferentes actividades de patrullaje, construcción y cuidado de vivero, así como el procesamiento de los datos y actividades con los voluntarios. El segundo equipo de asistentes fue capacitado en el mes de mayo mientras que el último grupo de asistentes fueron entrenados en junio.

Todos los voluntarios recibieron el entrenamiento de patrulla y de vivero inmediatamente después de su llegada al proyecto.

ACCIONES DE CONSERVACION:

- TORTUGA BAULA (*Dermochelys coriacea*)

1. NÚMERO DE NIDADAS

Del 28 de febrero al 10 de septiembre, se registraron un total de 268 actividades de anidación de tortuga baula de las cuales 181 concluyeron en nidadas y 87 fueron salidas falsas. Comparado con las temporadas anteriores en Pacuare, la temporada 2023 se mantuvo ligeramente superior en el número de nidadas de las temporadas 2014, 2020 y 2022, pero por debajo del resto de las temporadas desde el 2012. La temporada 2023, hasta la fecha es la cuarta temporada más baja en Pacuare desde los inicios del proyecto (Figura 4). Es preciso un monitoreo constante de las actividades de anidación en Pacuare cada temporada, para identificar si hay una disminución permanente en las actividades de anidación o si corresponde a las variaciones interanuales en la anidación de la tortuga baula del Atlántico Noroeste.

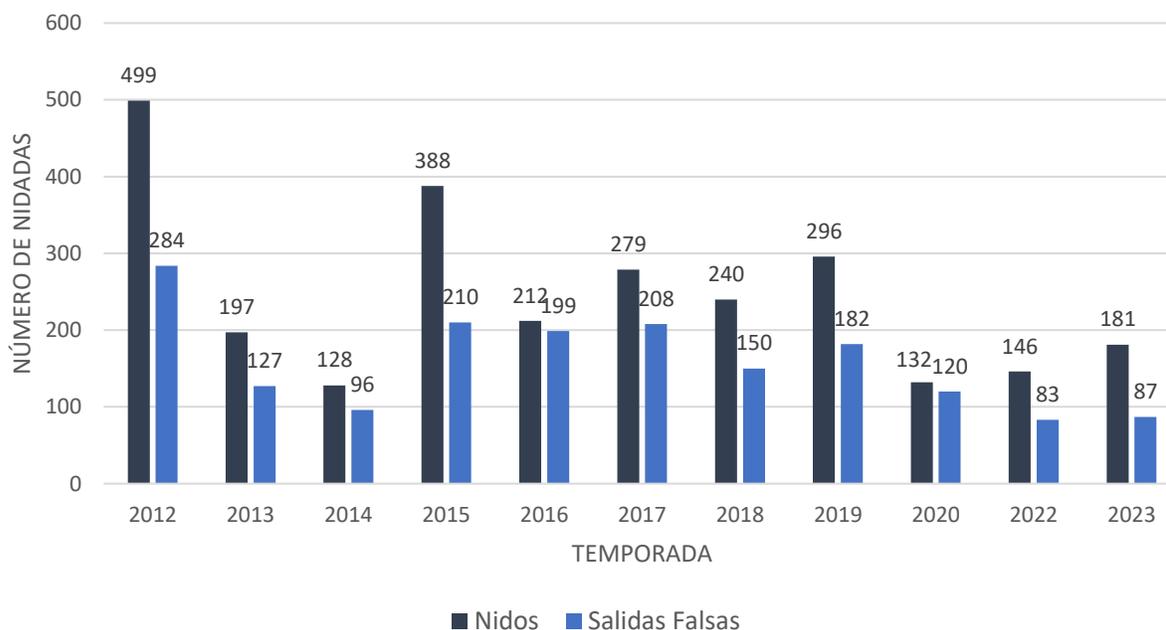


Figura 4. Nidos de tortuga baula a través de los años

2. DESTINO FINAL DE LAS NIDADAS

De las 181 nidadas registradas, 111 fueron protegidas por el personal de LAST, lo que corresponde al 61.32% del total de la anidación. De las 111 nidadas protegidas, nueve fueron relocalizadas en un lugar seguro en la playa debido a que el vivero se encontraba en construcción y 102 nidadas fueron resguardadas en el vivero. El resto de las nidadas fueron robadas (70). El porcentaje de protección de nidadas en la temporada 2023 fue de 61.32% (Figura 5), dicho porcentaje se ajustan a los datos registrados en las temporadas pasadas, donde se logra proteger más del 50% del total de nidadas depositadas en la zona (Altamirano y Chacón-Chaverri, 2020).

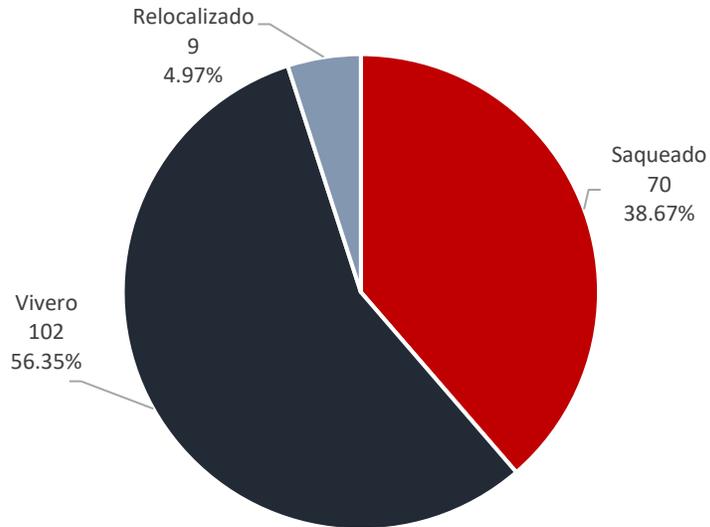


Figura 5. Destino final de las nidadas de tortuga baula durante la temporada 2023.

El mes de mayo ha sido el mes con mayor actividad hasta la fecha con un total de 102 actividades de anidación, seguido del mes de abril con 94 (Figura 6). Los datos de esta temporada corresponden con los datos históricos reportados para el Caribe de Costa Rica sobre la temporada alta de anidación de la tortuga baula (Chacón y Eckert, 2007).

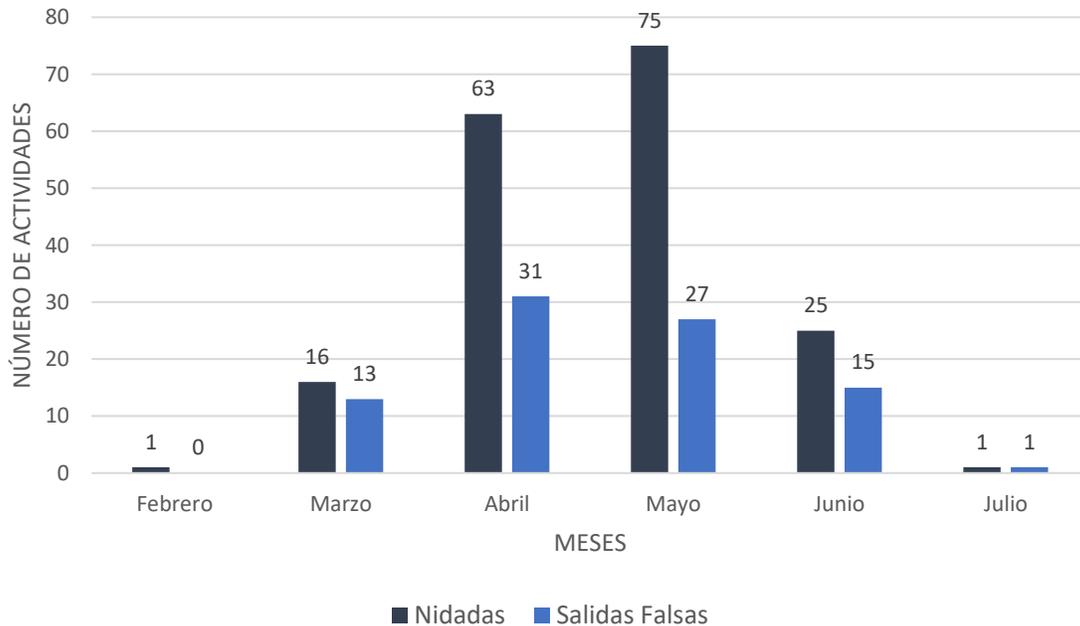


Figura 6. Meses de anidación de la tortuga baula en Pacuare, temporada 2023.

Durante la temporada se registraron un total de 132 hembras diferentes de tortuga baula de las cuales, ocho son tortugas neófitas, las cuales no presentaron ninguna marca interna ni externa colocada previamente, así como signos de haber perdido marcas metálicas. A estas tortugas se les aplicaron

marcas metálicas y PIT. Se registró la llegada de 124 hembras de tortuga baula, las cuales fueron identificadas por las marcas metálicas y PIT.

3. BIOMETRÍA DE LAS HEMBRAS

El promedio del largo curvo del caparazón de las hembras de la temporada 2023, fue de 150.1 cm (Min=129 cm; Máx.=175.5 cm; SD=7.43) (Figura 7). Las mediciones del ancho curvo del caparazón tienen un promedio de 110 cm (Min=95 cm; Máx=135 cm; SD=6.16 cm) (Figura 8). Estos datos corresponden a los tamaños de hembras de tortuga baula reportados para el Caribe de Costa Rica (Chacón y Eckert, 2007), sin ninguna variación anormal o fuera del promedio. Nótese que se encuentran organismos con tallas entre 129 y 135 cm de LCC, lo que es peculiar.

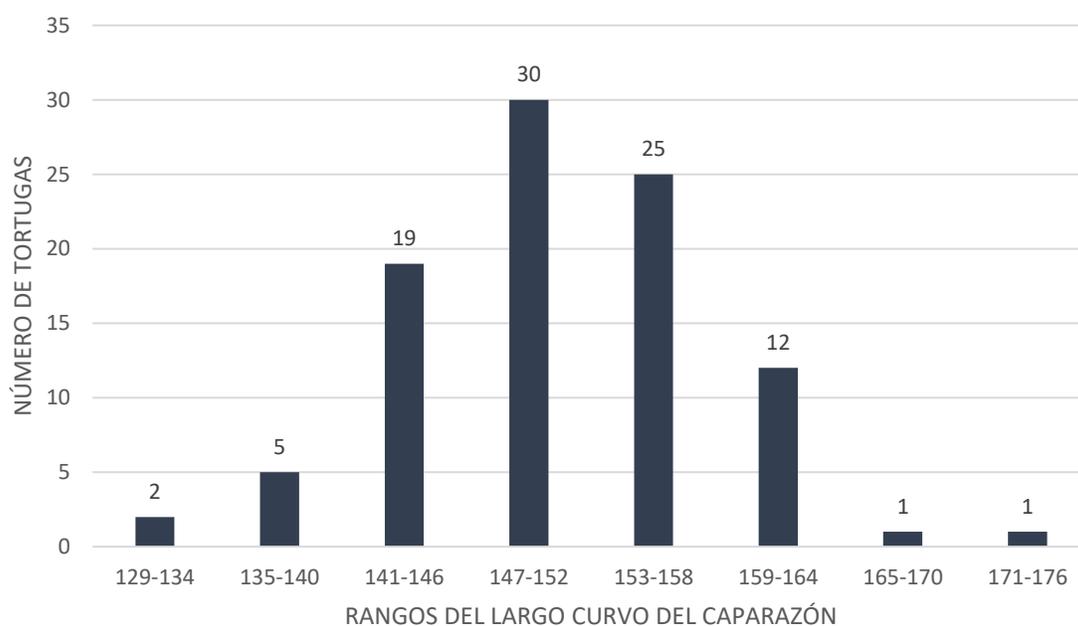


Figura 7. Rangos del Largo Curvo de Caparazón (CCL) de tortuga baula.

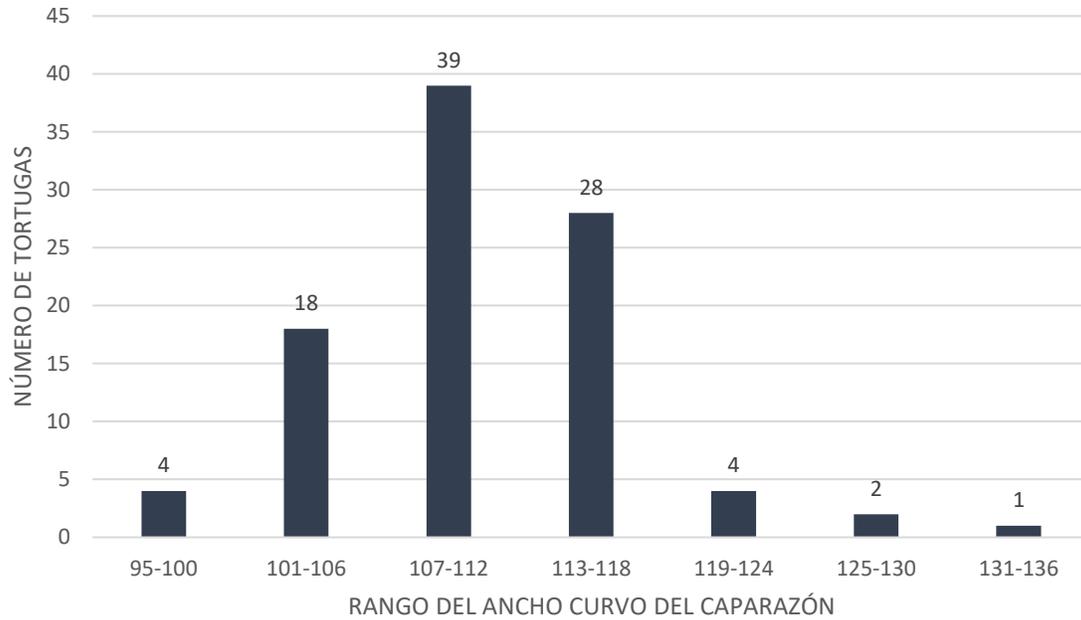


Figura 8. Rango del Ancho Curvo del Caparazón (CCW) de tortuga baula.

4. DISTRIBUCIÓN DE LAS NIDADAS

Las actividades de anidación se distribuyeron a lo largo de los 7.1 km de playa, pero los mojones con mayor cantidad de actividades de anidación son del 41 al 50 con 24 nidos depositados en esta zona, seguido de los mojones 1 al 10 y 31 al 40, con 23 y 21 nidos respectivamente. En la temporada 2023, no se registraron nidos entre los mojones 111 al 130 y únicamente se registró un nido en los mojones del 131 al 144 (Figura 9) lo cual corresponde a la zona más cercana a la desembocadura del río Pacuare.

Debido a la distribución de la anidación mayoritariamente en zonas relativamente distantes a la estación (más de 2 km de distancia), sigue siendo un reto para LAST la protección de todas las nidadas de la temporada, especialmente por la ausencia de acompañamiento permanente de parte de las entidades responsables de la protección de estos organismos o de la seguridad en las costas.

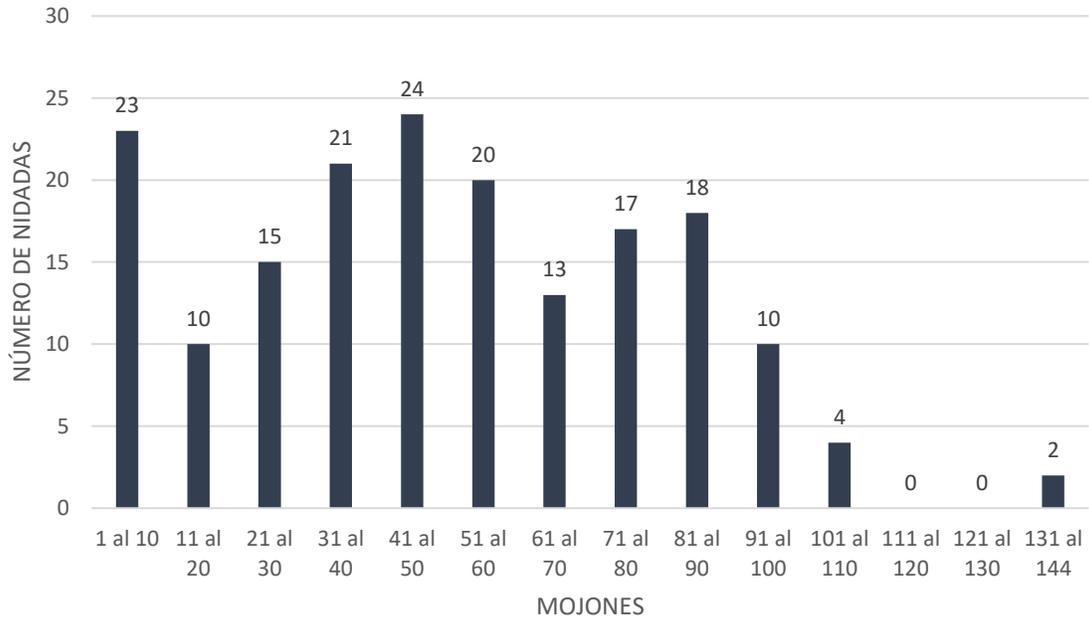


Figura 9. Actividades de anidación de tortuga baula en los diferentes mojonos

5. RENDIMIENTO DE LAS NIDADAS

De las nueve nidadas relocalizadas en Playa, únicamente cinco eclosionaron, dos fueron destruidos por la erosión de playa en el mes de abril y dos fueron depredados por fauna doméstica (perros). Esto destaca la importancia del vivero como herramienta esencial en la conservación de las tortugas marinas, debido a que el vivero es protegido las 24 horas, la cantidad de nidos destruidos por fauna silvestre, doméstica o la erosión de playa es mínima.

Con respecto a los nidos en el vivero, 102 nidadas generaron algún nivel de eclosión. El porcentaje de emergencia de estas nidadas fue de 49.98% (N=102, SD=35.00). Liberando un total de 4,601 neonatos al mar. El promedio en la incubación de los nidos fue de 63 días, principalmente los nidos que se encontraban bajo sombra.

El rendimiento de las nidadas en esta temporada fue bajo comparando la historia del proyecto, solo superando la temporada 2014, que tuvo un porcentaje de emergencia de 48.86% (Figura 10).

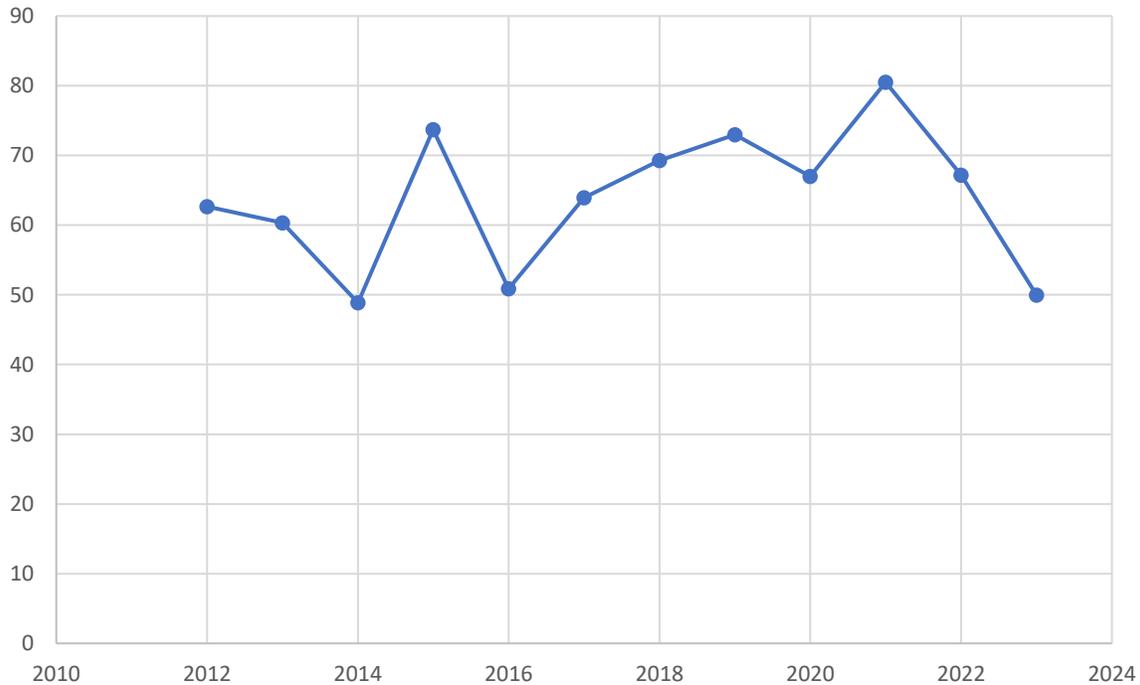


Figura 10. Porcentaje de emergencia estimada para las nidadas de tortuga baula reubicadas en vivero desde la temporada 2012

El vivero de la temporada 2023 se cubrió con malla sombra únicamente a la mitad, tal y como lo recomienda la resolución R-055-2007, dejando la otra mitad sin ningún tipo de sombreado, esto con el fin de simular las condiciones a las cuales las nidadas de baula están sometidas de manera natural, debido a que la tortuga baula anida generalmente en la zona B de la playa o el límite de marea alta (del límite de marea baja a la vegetación), por lo tanto, la mayoría de los nidos de tortuga baula incubados *in situ* no tienen ningún sombreado durante todo el periodo de incubación (Chacón *et al.*, 2007).

El porcentaje de emergencia en las zonas con sombra y sin sombra en el vivero tuvo una diferencia bastante marcada. El porcentaje de emergencia en los nidos con sombra fue de 67.25%, ($N = 50$, $SD = 19.76$), mientras que el porcentaje de emergencia en los nidos sin ningún tipo de sombreado fue de 33.75% ($N = 52$, $SD = 24.90$) (Figura 11). De los nidos sin sombra, 33 presentaron un porcentaje de emergencia bajo, estos nidos fueron enterrados en el vivero del 23 de abril al 09 de junio, periodos donde la temperatura en la arena se mantuvo cerca de 34 °C.

De acuerdo con el Instituto Meteorológico Nacional, a partir del mes de abril se presentaron condiciones climatológicas de “El Niño”, generalmente, abril es el mes de transición entre la época de seca y la época de lluvias en América Central, mientras que el mes de mayo es el inicio de la época lluviosa. En la Región del Caribe durante ambos meses se presentaron condiciones deficitarias de lluvias en casi su totalidad (IMN, 2023). Por otro lado, la temperatura superficial del Atlántico Tropical Norte se incrementó durante estos meses, mostrando anomalías positivas.

Se estima que estos factores climáticos en conjunto favorecieron a un incremento en la temperatura de la arena en la zona sin sombra del vivero, lo cual impidió el desarrollo embrionario de las nidadas. Debido a que no se registraron las temperaturas de incubación de tales nidadas, es imposible afirmar las causas del bajo o nulo éxito de eclosión y emergencia, pero todo indica que las condiciones

climáticas son un factor muy importante que hay que tener en cuenta y seguir monitoreando en las siguientes temporadas, en especial en años que presenten las condiciones climatológicas de “El Niño” y el cambio climático.

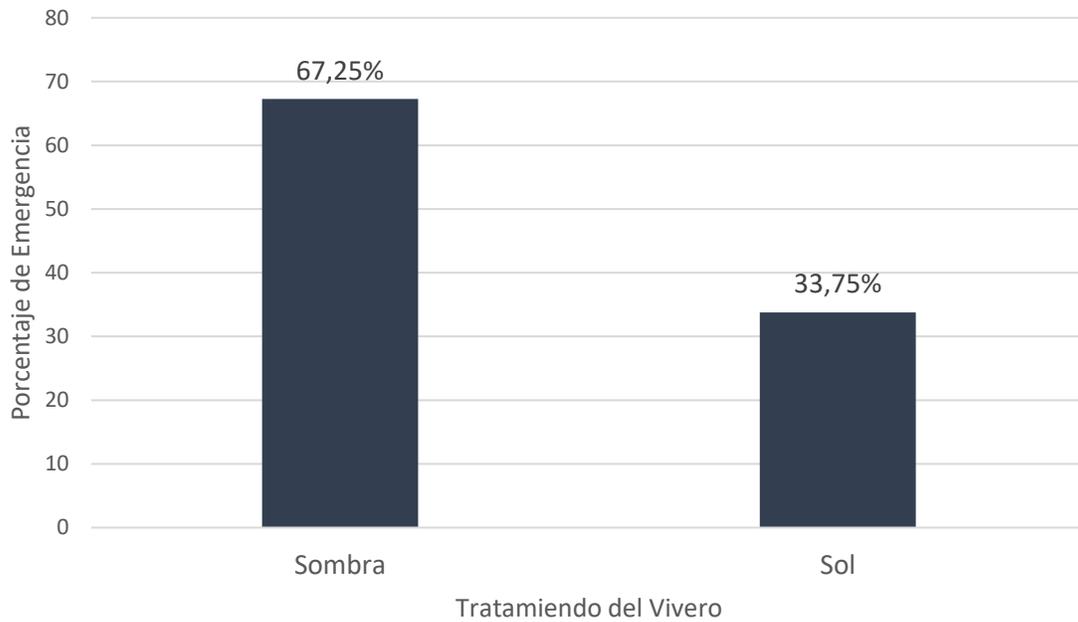


Figura 11. Porcentajes de emergencia de las nidadas de tortuga baula incubadas en el vivero con tratamiento de sombreado y sin sombreado de la temporada 2023.

- TORTUGA VERDE (*Chelonia mydas*)

1. NÚMERO DE NIDADAS

Se han registrado un total de 211 actividades de anidación de tortuga verde, de las cuales 92 han concluido en nidadas y 119 han sido salidas falsas. La temporada 2023, es la tercera temporada con mayor cantidad de nidadas de tortuga verde, solo por debajo de la temporada 2016 y 2013 con 136 y 96 nidadas respectivamente (Figura 12).

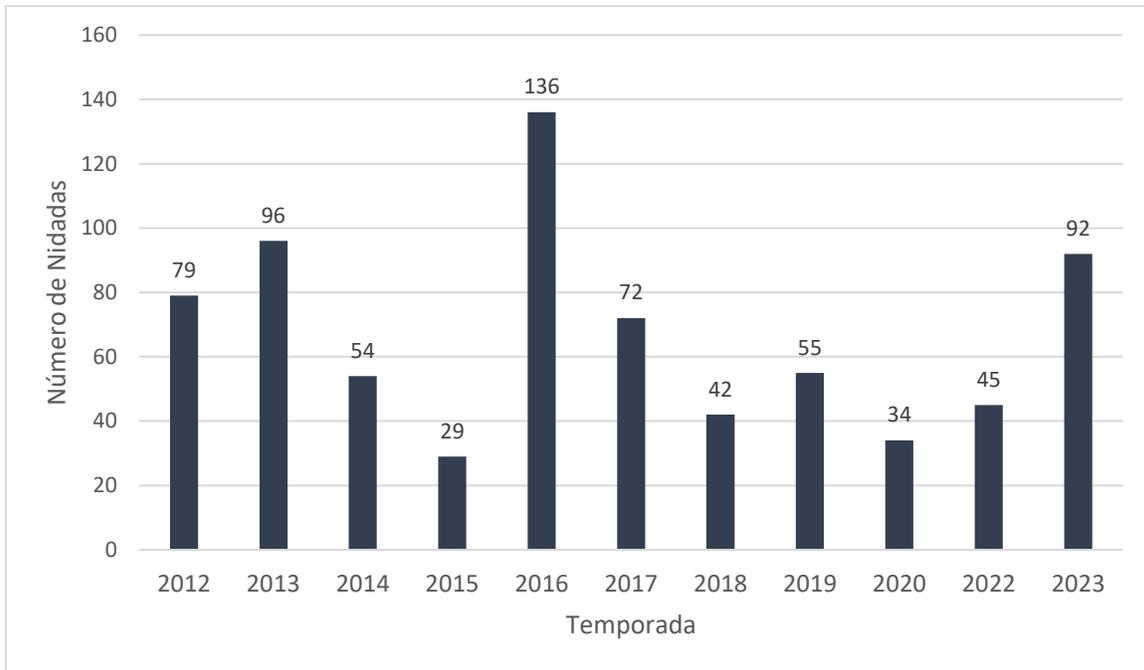


Figura 12. Cantidad de nidadas de tortuga verde documentadas en Pacuare desde el 2012.

En el mes de marzo y abril se protegieron las primeras dos nidadas de tortuga verde, de igual manera, una tortuga verde fue asesinada en abril. En el mes de junio, se intensificó la actividad de anidación de tortuga verde, este mes corresponde al inicio de la temporada de anidación de tortuga verde en el Caribe de Costa Rica descrito por diferentes autores (Harrison *et al.*, 2015). Agosto fue el mes con mayor actividad de anidación de tortuga verde con 50 nidadas y 52 salidas falsas (Figura 13).

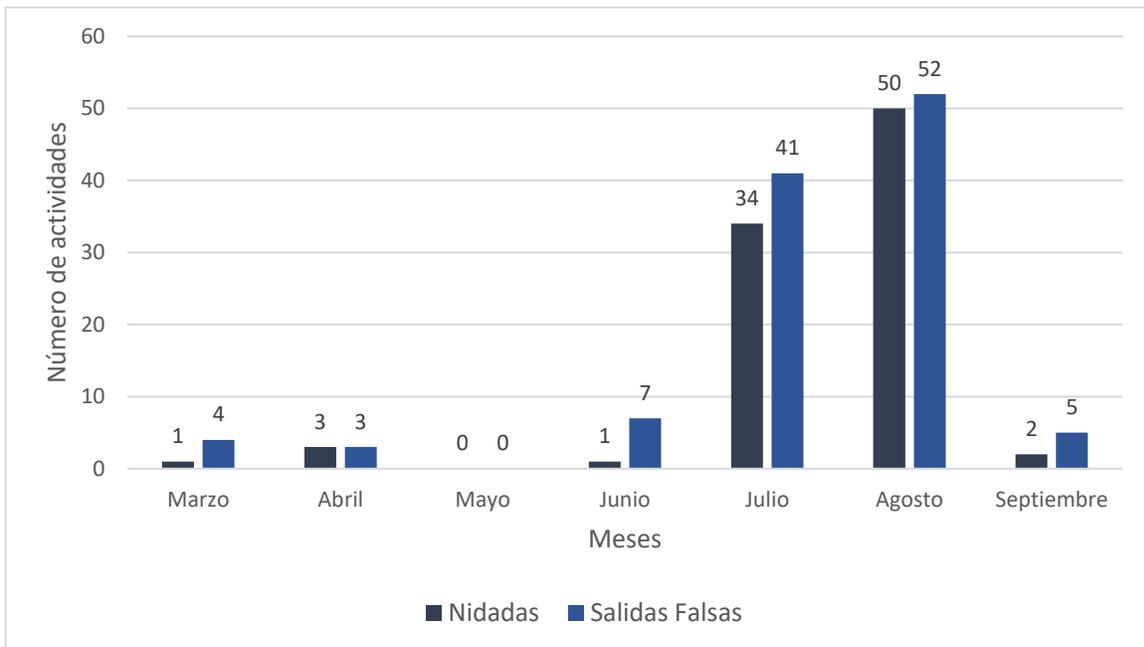


Figura 13. Número de nidadas de tortuga verde registradas durante los meses de la temporada 2023 en Pacuare

2. DESTINO FINAL DE LAS NIDADAS

De las 92 nidadas de tortuga verde registradas en la temporada, 43 nidadas fueron protegidas, 41 fueron llevadas al vivero y dos fueron relocalizadas en un lugar seguro en la playa. El resto de las actividades correspondieron a nidadas robadas (15) en las cuales únicamente tomaron los huevos y la tortuga regresó al mar, y 30 tortugas asesinadas.

En la temporada 2023, cuatro tortugas verdes fueron rescatadas y liberadas por el Servicio Nacional de Guardacostas de la Estación Pacuare, como resultado del trabajo coordinado con LAST.

El porcentaje de protección de nidadas de tortuga verde fue de 43.73%, la temporada 2023 se encuentra por debajo de la temporada 2022 que registró un porcentaje de 44.10% y la temporada 2020 con 47.10% misma que tuvo muchas limitaciones debido a la pandemia por COVID-19 (Rankin y Chacón-Chaverri, 2022 y Altamirano y Chacón-Chaverri, 2020).

Desde la temporada 2020, cada año disminuye el porcentaje de protección de nidadas de tortuga verde, debido al aumento de los cazadores y la ausencia de autoridades por lo que es importante poner especial atención a esta disminución que se ha suscitado para evitar que cada año sea menor el número de nidadas protegidas. Así mismo, se necesita el apoyo de las autoridades para evitar que un número considerable de tortugas verdes sean sacrificadas para su comercio en el mercado negro. Este tópico no tiene aparentemente una relación directa con la cantidad de personal que se asigna a la playa, pues este año se colocaron cuatro personas locales, más cuatro asistentes de investigación internacionales y voluntarios, manteniendo una buena cobertura, pero es claro que estos equipos no pueden ejercer acciones de protección por los potenciales conflictos de accesibilidad a cada hembra y nidada, con los huevos.

3. BIOMETRÍA DE LAS HEMBRAS

El promedio del largo curvo del caparazón (LCC) de las tortugas verdes registradas en la temporada 2023 en Pacuare fue de 101.5 cm (Máx = 112 cm, Mín = 94 cm) mientras que el promedio del ancho curvo del caparazón es de 90.3 cm (Máx = 103, Mín = 75 cm).

4. DISTRIBUCIÓN DE LAS NIDADAS

En la temporada 2023, la mayor cantidad de nidadas depositadas fue entre los sectores 51 al 60 con 13 actividades de anidación, seguido de los sectores 11 al 20 y 21 al 30 con 12 y 11 nidadas respectivamente (Figura 14). Al igual que la tortuga baula, la actividad de anidación se concentró en la zona norte de la playa, principalmente en los 2.5 km de la segunda laguna hacia la laguna perla, por otra parte, del sector 105 al 144 no se registró anidación.

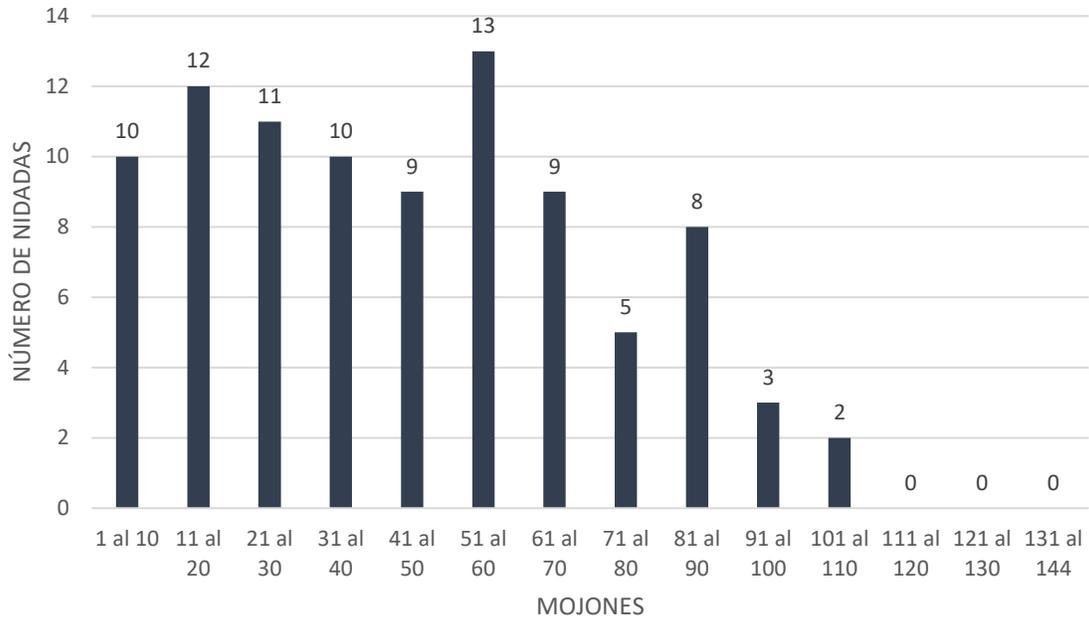


Figura 14. Actividades de anidación de tortuga verde en los diferentes mojonos

5. RENDIMIENTO DE LAS NIDADAS

La nidada relocalizada en playa fue expuesta por la erosión sucedida en el mes de abril, a pesar de ser relocalizada una segunda vez a un lugar seguro, ningún huevo eclosionó. La nidada protegida en el vivero presentó un 54.67% de éxito de emergencia. Para octubre 30, el porcentaje de emergencia de la tortuga verde es de 88.11% (N = 41, SD = 19.21) (Figura 15), liberando un estimado de 3,425 neonatos.

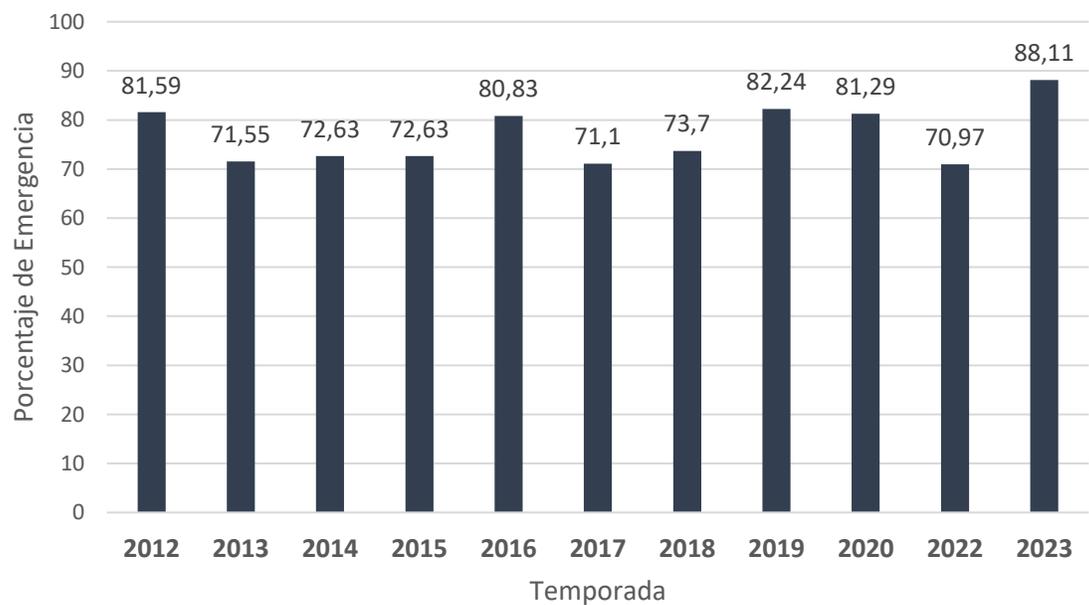


Figura 15. Porcentaje de emergencia de tortuga verde desde el 2012 en Pacuare

- TORTUGA CAREY (*Eretmochelys imbricata*)

1. NÚMERO DE NIDADAS

En la temporada 2023, se registraron 14 actividades de anidación de tortuga carey de las cuales, ocho nidadas se reubicaron en el vivero, cinco fueron salida falsa y una tortuga carey fue asesinada el 29 de mayo por cazadores ilegales.

Durante el mes de abril comenzaron las actividades de anidación de tortuga carey con una salida falsa, en el mes de mayo, se logró proteger la primera nidada, lamentablemente durante este mes se registró la única tortuga carey que fue capturada y sacrificada. El mes de julio fue el mes con mayor actividad de tortuga carey, con tres nidadas y tres salidas falsas (Figura 15).

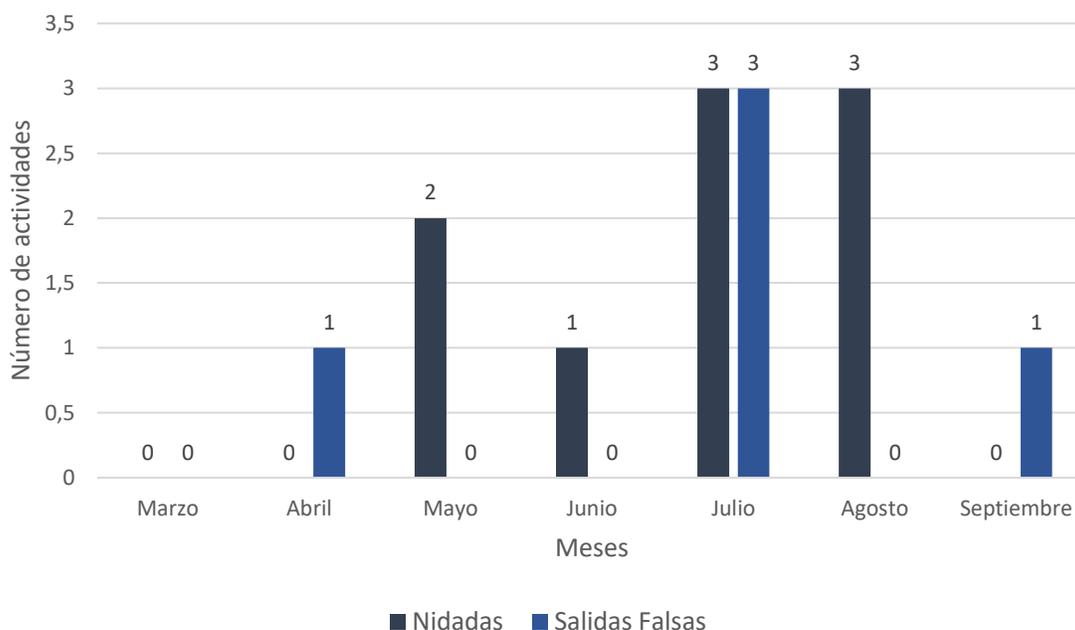


Figura 16. Actividades de anidación de tortuga carey en la temporada 2023 en Pacuare

La anidación de tortuga carey en Pacuare no supera las 15 nidadas por temporada (Figura 17) el cual ha sido el máximo de nidadas registradas en una temporada (2017), siendo la temporada 2013, la cual ha registrado el mínimo histórico con únicamente cuatro nidadas. La temporada 2023, fue una temporada promedio.

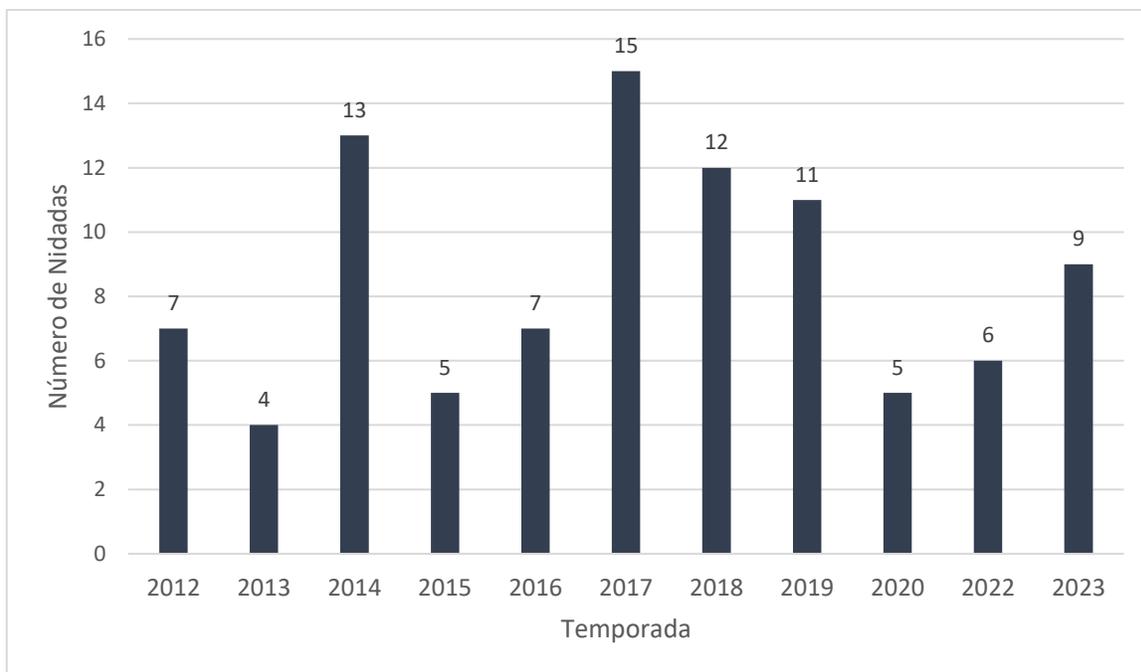


Figura 17. Cantidad de nidadas de tortuga carey documentadas desde el 2012 en Pacuare

2. DESTINO FINAL DE LAS NIDADAS

De las nueve nidadas registradas en la temporada 2023, ocho nidadas fueron llevadas al vivero para su protección mientras que una tortuga fue asesinada antes de poder anidar.

3. RENDIMIENTO DE LAS NIDADAS

El porcentaje de emergencia de las nidadas exhumadas de tortuga carey es de 95.53% (Figura 18). La primera nidada de tortuga carey emergió el 29 de junio de 2023 después de 59 días de incubación, de 149 huevos salieron 148 neonatos, lo que representa un éxito de eclosión y emergencia 99.3%, la nidada con el menor éxito de emergencia tuvo 73.57%. Un total de 447 neonatos fueron liberados.

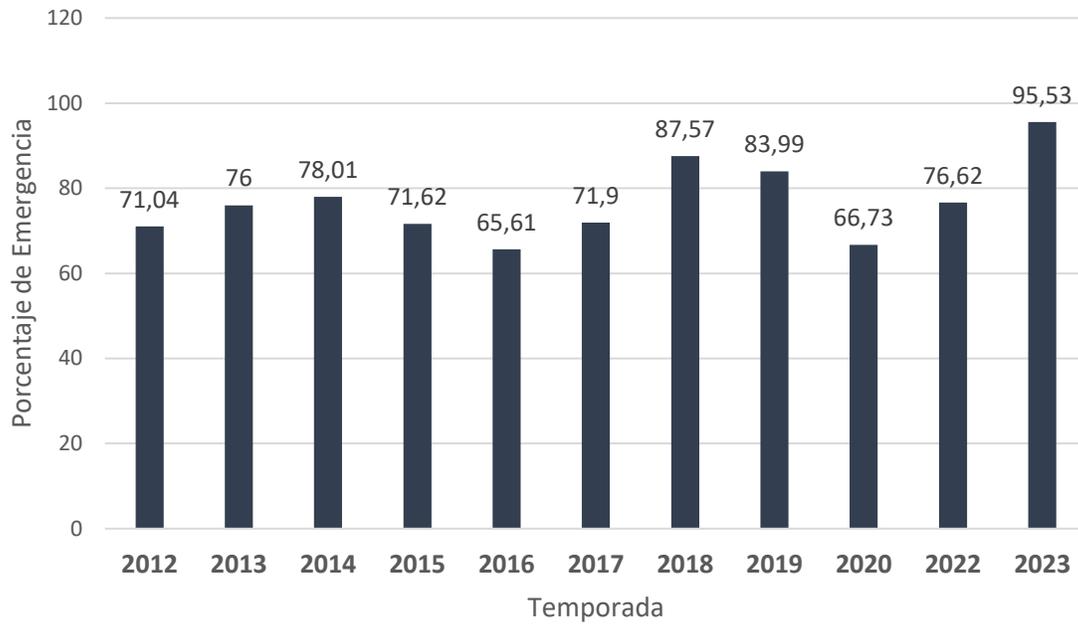


Figura 18. Porcentaje de emergencia de tortuga carey desde el 2012 en Pacuare

- **TORTUGA CABEZONA (*Caretta caretta*)**

El 29 de mayo de 2023, se registró la anidación de una tortuga cabezona (*Caretta caretta*) en el mojón 76, esta tortuga depositó un total de 93 huevos, los cuales fueron llevados al vivero para su protección.

Es la segunda vez en la historia del proyecto que se reubica un nido de tortuga cabezona en el vivero, el primero se suscitó en la temporada 2017.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las actividades de anidación de la temporada 2023 denotan la importancia de Pacuare como zona de anidación de tortuga baula, verde, carey y cabezona en el Caribe costarricense. Cada nido rescatado es un logro importante para LAST y aliados que contribuyen a la conservación y recuperación de las tortugas marinas en Costa Rica. Desafortunadamente, el saqueo y la ausencia de las autoridades policiales para trabajar en conjunto con LAST, además de la desigualdad social en la zona son variables que podrían frenar los esfuerzos de recuperación de las diferentes especies de tortuga marinas.

Es sumamente importante que el monitoreo de las actividades de anidación y saqueo permanezcan constantes en las siguientes temporadas para poder interpretar los datos y las tendencias de anidación con mayor exactitud y así poder identificar si existe una tendencia a la baja lo cual permita compartir estos hallazgos con la comunidad científica para poder generar diferentes soluciones a esta problemática.

Es primordial que LAST mantenga los estándares de investigación científica que la caracteriza para atender de manera directa la problemática ambiental y social que amenaza la supervivencia de las diferentes especies de tortugas marinas.

En la temporada 2023, se registró efectos de la temperatura sobre las nidadas, las cuales se encontraban en la zona del vivero sin ningún tratamiento de sombreado. Por lo tanto, es importante denotar que los años siguientes, en los cuales se estime la presencia de las condiciones climatológicas de “El Niño”, el vivero cuente con malla sombra en toda la superficie del vivero para descartar que las nidadas no presentaron desarrollo aparente debido a la alta temperatura en los primeros días de incubación. Con las nidadas de baula se experimentaron más severamente estos efectos que provocaron bajos nacimientos, mientras que a partir de Setiembre se gestaron cambios en el vivero y los porcentajes de eclosión para nidadas de verde y carey mejoraron a los niveles más altos de la última década.

De igual manera, se recomienda el uso de dispositivos electrónicos que registren la temperatura de incubación de las nidadas en el vivero y relocalizados en playa, lo cual nos ayudará a conocer las temperaturas a las que las nidadas están sometidas durante todo el periodo de incubación.

Los voluntarios de la temporada 2023 han sido parte primordial en los esfuerzos de conservación y monitoreo liderados por LAST, ya que el vivero estuvo listo para el 01 de abril, dando una mayor protección a las nidadas de la temporada. Así mismo los voluntarios han sido participe de actividades de limpieza de playa, educación ambiental y mantenimiento tanto de las instalaciones como del vivero.

Para las siguientes temporadas, es clave coordinar con el personal del SINAC/ACLAC, guardacostas y la Organismo de Investigación Judicial (OIJ) un monitoreo y apoyo constante para evitar que una gran cantidad de nidadas de tortuga baula, así como hembras de tortugas verde y carey sean sacrificadas por su carne y derivados.

Es importante que las actividades de conciencia ambiental como las limpiezas de playa se realicen constantemente por los voluntarios, asistentes locales, invitados de la comunidad y el personal de LAST, debido que además de remover desechos inorgánicos en el ambiente que puedan dañar a la

fauna y flora silvestre, sirven para concientizar a los voluntarios y demás visitantes sobre la gravedad de este problema en la actualidad, ayudando a debatir soluciones al alcance de todos para revertir este daño.

REFERENCIAS

Altamirano, E y Chacón-Chaverri, D. 2020. Anidación de tortugas marinas Barra norte de Pacuare, Costa Rica Informe final. Asociación LAST. 7p.

Chacón, D., J. Sánchez, J. J. Calvo & J. Ash. 2007. Manual para el manejo y la conservación de las tortugas marinas en Costa Rica; con énfasis en la operación de proyectos en playa y viveros. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Ministerio de Ambiente y Energía. 103 p.

Chacón-Chaverri, D. y 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.

Harrison, E., García, R & López, G. REPORTE FINAL DEL PROGRAMA DE TORTUGAS MARINAS 2015 TORTUGUERO, COSTA RICA. Sea Turtle Conservancy, Ministerio del Ambiente y Energía, Costa Rica.

Instituto Meteorológico Nacional, 2023. Boletín Meteorológico Mensual – Abril. Edición: Suárez B. M. E., Contenido: Naranjo D. J. D., Suárez B. M. E. y Hernández E. K. IMN. ISSN 1654-0465. Barrio Aranjuez, San José, Costa Rica. 61 pp.

Instituto Meteorológico Nacional, 2023. Boletín Meteorológico Mensual – Mayo. Edición: Suárez B. M. E., Contenido: Poleo B. D. A., Suárez B. M. E., IMN. ISSN 1654-0465. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 53 pp.

Rankin A, K y Chacón-Chaverri D. 2023. Reporte Final de Temporada, Pacuare, Limón, Costa Rica. Asociación LAST. 27pp.

Northwest Atlantic Leatherback Working Group. 2018. Northwest Atlantic Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*) Status Assessment (Bryan Wallace and Karen Eckert, Compilers and Editors). Conservation Science Partners and the Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network (WIDECASST). WIDECASST Technical Report No. 16. Godfrey, Illinois. 36 pp.

Anexos: Imágenes de nidadas eclosionas en el vivero

