

COASTS

Costa Rican Alliance for Sea Turtle Conservation & Science

*Temporada
2023*

*Reporte
Final*



NĀMAKA
CONSERVATION SCIENCE

INFORME FINAL 2023

Estudio acerca de las actividades de anidación, forrajeo, y movimiento de las poblaciones de tortugas marinas en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo “Jairo Mora” (REGAMA) y el papel funcional que juegan en el ecosistema oceánico, con énfasis en la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*)

(RESOLUCIÓN N° R-SINAC-PNI-ACLAC-001-2023)

Área de Conservación – La Amistad Caribe, Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo

Preparado por Christine Figgener, PhD
(*Bióloga Marina e Investigadora Principal*)



(*Instituto*)



(*Financiamiento*)

29 de Noviembre 2023

Investigadora Principal: Christine Figgener
Co-Investigadora: Ariana Oporta MacCarthy
Asistentes de Investigación: Andrey Castillo MacCarthy, Henry Alguera MacCarthy, Jordy Sandoval Morales, Marvin Justin Ortiz Sanarrucia, Jose William Tijerino Mora, Esteban Sandoval, Juliana Masis Solano, Alexis Gioia, Anna Kiefl, Emma Pugh, Judith Hoste, Louna Maadid, Molly Wikingson, Zoé Aliáne, Frank Silva Sossa, Wilberth Darein Peña Campos, Florence Berghman, Sean Astley, Alicia Jahnel, Amara Coombes, Camilla Cappelin, Nele Aschinger, Rachel de Waal

Periodo de datos de la investigación: 1 de marzo hasta 15 de Noviembre de 2023.

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría decir gracias a todos los asistentes de investigación que nos apoyaron durante la temporada 2023.

Además, nos gustaría decir gracias por el apoyo y la colaboración de la comunidad de Gandoca, específicamente la Asociación de Desarrollo Integral de Gandoca.

El trabajo de nosotros tampoco había estado posible si no podríamos haber contado con la ayuda de los funcionarios del SINAC/MINAE del REGAMA, en específico con el apoyo de Fanny Cruz y Mirna Cortes.

También agradecemos el trabajo general de los funcionarios del SINAC/MINAE en el ACLAC cuales también nos otorgaron nuestro permiso de investigación.

El estudio y nuestro trabajo jamás será posible sin los fondos de ProMar e.V., Milkywire/WRLD Foundation, Pelorus Jack Foundation, SEE Turtles, Kumar Foundation, MCAF - New England Aquarium, Tropica Verde e.V. y todas las otras organizaciones y gente cuales nos apoyaron. Muchas gracias a todos y esperamos que la temporada 2024 va a estar todavía más exitosa que la del 2023.



Marine Conservation
Action Fund at



Protecting the blue planet



Contenido

I.	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	5
II.	OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
III.	DURACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	13
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	13
	IV.A. ÁREA DE ESTUDIO	13
	IV.B. METODOLOGÍA	16
	IV.B.1 Monitoreo de Actividades de Anidación	16
	IV.B.2 Monitoreo de Actividades de Forrajeo	20
V.	RESULTADOS	21
	V.1 INFORME DE COLECTA CIENTÍFICA	21
	V.2 INFORME DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	22
	V.2.a. Análisis de datos y discusión:	22
	V.2.b. Recomendaciones de manejo:	37
VI.	ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS	38
VII.	BIBLIOGRAFÍA	39
VIII.	APPENDIX I: Impacto Socio-Económico	42
IX.	APPENDIX II: Restauración del Hábitat	44

I. RESUMEN – SUMMARY - ZUSAMMENFASSUNG (Español – English-Deutsch)

RESUMEN (Español)

Durante la temporada de anidación 2023, nuestro proyecto registró un **total de 277 nidadas de tortugas marinas** que fueron depositados en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo (REGAMA). De las cuales 101 eran de la tortuga carey, 153 de la tortuga baulas y 23 nidadas de la tortuga verde.

265 nidadas pudieron incubarse el tiempo completo sin perturbación. Con eso el **éxito promedio de nidada** de tortugas marinas en REGAMA fue del **95.7 %**. Once nidadas fueron saqueados por humanos (cuatro de la tortuga carey, seis de la tortuga baula, y una de la tortuga verde). Dieciocho nidadas en total se perdieron por mareas altas (cinco de la tortuga carey, 13 de la tortuga baula).

El **éxito promedio de eclosión de las nidadas** varió según la especie, pero osciló entre el 32,8 % en las tortugas baulas y el 69,1 % en las tortugas verdes. Un éxito eclosión generalmente muy bajo en comparación con los cuatro años anteriores. El éxito de eclosión de las nidadas fueron impactado primero por las temperaturas muy altas y falta de lluvia durante los meses de Abril hasta Junio y después por mareas muy altas durante varias semanas en Junio y Julio. **Las nidadas produjeron un total de 13,019 crías de tortuga marina que se dirigieron al agua** (8.195 crías de la tortuga carey, 3.428 crías de la tortuga baula, 1.396 crías de la tortuga verde).

Se identificaron un total de 113 hembras anidadoras mediante placas externas en las aletas y transpondedores pasivos integrados.

Nuestros informes también se elaboran con el fin de poner a disposición información relevante y detallada a sus grupos de interés sobre **nuestros impactos socio-económico** (directos e indirectos) de nuestros proyectos en las comunidades locales adyacentes (Appendix I). En 2023 pudimos contratar nueve asistentes de investigación locales de la comunidad de Gandoca y pagamos a una familia local para el servicio de hospedaje y alimentación de nuestros estudiantes que hicieron una pasantilla. En esa manera **contribuimos directamente con un total de US\$ 38.873 a la economía local** a través de salarios y los servicios pagados y ayudamos once familias económicamente. Pudimos visitar un total de **17 escuelas del Caribe Sur** y facilitar visitas a la playa de Gandoca para presentar a los alumnos nuestras actividades de conservación e investigación.

Nuestros esfuerzos en las áreas de **restauración del hábitat** (Appendix II) se tradujeron en la **retirada de 4.452,4 kg de residuos plásticos** de la playa Gandoca, en la plantación de **543 arbolitos de mangle** en la laguna de Gandoca y en las zonas de mayor erosión del sector B.

SUMMARY (ENGLISH)

During the 2023 nesting season, our project recorded a total of **277 sea turtle clutches** that were deposited in the Gandoca-Manzanillo National Wildlife Refuge (REGAMA). Of these, 101 were hawksbill turtles, 153 were leatherback turtle and 23 were green turtle clutches. 265 clutches were able to incubate for the entire time without disturbance. Thus, the **average clutch success rate** of sea turtles at REGAMA was **95.7 %**. Eleven clutches were looted by humans (four hawksbill, six leatherback, and one green turtle clutches). Eighteen clutches in total were lost to high tides (five hawksbill, 13 leatherback clutches).

The **average hatching success** of clutches varied by species, but ranged from 32.8 % for leatherbacks to 69.1 % for green turtles. Hatching success was generally very low compared to the previous four years. The hatching success of the clutches was impacted by very high temperatures and lack of rain during the months of April through June and then by very high tides for several weeks in June and July. The **clutches produced a total of 13,019 sea turtle hatchlings** that made their way to the water (8,195 hawksbill hatchlings, 3,428 leatherback hatchlings, 1,396 green turtle hatchlings).

A total of 113 nesting females were identified using external flipper tags and integrated passive transponders.

Our reports are also meant to give relevant information on our **socio-economic impact** (direct and indirect) for each project (Appendix I). In the case of our Southern Caribbean activities, we were able to hire nine local research assistants from the Gandoca community this season and paid a local family to house and feed our student interns. In that way **we directly contributed a total of US\$ 38,873 to the local economy** through salaries and services paid and this way we supported eleven families economically. We were able to **visit a total of 17 schools in the Southern Caribbean and facilitate visits to Gandoca beach** to introduce the students to our conservation and research activities.

Our efforts in the areas of habitat restoration (Appendix II) resulted in **the removal of 4,452.4 kg of plastic waste** from Gandoca beach and **planted 543 mangrove trees** in the Gandoca lagoon and in the areas of the largest erosion in sector B.

ZUSAMMENFASSUNG (Deutsch)

Während der Nistsaison 2023 verzeichnete unser Projekt **insgesamt 277 Gelege von Meeresschildkröten**, die im Gandoca-Manzanillo National Wildlife Refuge (REGAMA) abgelegt wurden. Davon waren 101 Gelege von Echten Karettschildkröten, 153 von Lederschildkröten und 23 von Grünen Meeresschildkröten. 265 Gelege konnten die gesamte Zeit über ungestört inkubieren werden. Die **durchschnittliche Erfolgsquote** der Gelege von Meeresschildkröten im REGAMA lag somit **bei 95,7 %**. Elf Gelege wurden von Menschen geplündert (vier Karettschildkrötengelege, sechs Lederschildkrötengelege und ein Gelege der Grünen Meeresschildkröte). Insgesamt gingen achtzehn Gelege durch Hochwasser verloren (fünf Karettschildkröten- und 13 Lederschildkrötengelege).

Der **durchschnittliche Schlupferfolg** der Gelege variierte je nach Art, reichte aber von 32,8 % bei Lederschildkröten bis zu 69,1 % bei Grünen Schildkröten. Der Schlupferfolg war im Vergleich zu den vorangegangenen vier Jahren generell sehr gering. Der Schlupferfolg der Gelege wurde durch die sehr hohen Temperaturen und den Mangel an Regen in den Monaten April bis Juni und dann durch die sehr hohen Gezeiten während mehrerer Wochen im Juni und Juli beeinträchtigt. **Aus den Gelegen schlüpfen insgesamt 13.019 Meeresschildkrötenbabys** (8.195 Karettschildkröten, 3.428 Lederschildkröten und 1.396 Grüne Meeresschildkröten), die ihren Weg ins Wasser fanden.

Insgesamt wurden 113 nistende Weibchen mit Hilfe von externen Flipper-Tags und integrierten passiven Transpondern identifiziert.

Unsere Berichte sollen auch relevante Informationen über unsere **sozioökonomischen Auswirkungen** (direkt und indirekt) für jedes Projekt liefern (Anhang I). Im Falle unserer Aktivitäten in der südlichen Karibik konnten wir in dieser Saison neun einheimische Forschungsassistenten aus der Gemeinde Gandoca einstellen und eine einheimische Familie für die Unterbringung und Verpflegung unserer studentischen Praktikanten bezahlen. **Auf diese Weise trugen wir durch Gehälter und Dienstleistungen insgesamt 38.873 US-Dollar direkt zur lokalen Wirtschaft bei** und unterstützten auf diese Weise elf Familien wirtschaftlich. Wir konnten **insgesamt 17 Schulen in der südlichen Karibik besuchen** und Besuche am Strand von Gandoca ermöglichen, um den Schülern unsere Schutz- und Forschungsaktivitäten näher zu bringen.

Unsere Bemühungen um die **Wiederherstellung von Lebensräumen** (Anhang II) führten zur **Entfernung von 4 452,4 kg Plastikmüll** am Strand von Gandoca und zur **Pflanzung von 543 Mangrovenbäumen** in der Lagune von Gandoca und in den Gebieten mit der größten Erosion im Sektor B.

II. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo (REGAMA) es reconocido por su gran biodiversidad, por el lado terrestre y también por el sector marino. Tres especies de tortugas marinas utilizan el refugio para anidación y también como área de desarrollo y forrajeo.

En el pasado el énfasis mayor de esfuerzos para monitorear actividades de tortugas marinas en el REGAMA se ha enfocado en el sector de playa Gandoca y en la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) (Chacon *et al.* 1996; Chacon Chaverri 1999; Chacón-Chaverri & Eckert 2007), aunque siempre se han observado actividades importantes de la anidación de la tortuga carey y de la tortuga verde (Figgener 2009). Además individuos de esas dos especies están forrajeando en los arrecifes y praderas de pastos marinos en el REGAMA.

Por lo tanto, empezamos un proyecto científico de monitoreo de las actividades de las poblaciones de tortugas marinas en el REGAMA. El fin del proyecto y del estudio es coleccionar datos para una nueva línea base de la actividad de anidación y además empezar un proyecto en agua para estudiar las actividades de forrajeo y movimientos adentro de REGAMA tanto como identificar la conectividad con otras áreas de desarrollo y forrajeo.

La población de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) de Playa Gandoca ha sido monitoreado por un proyecto de conservación e investigación desde el año 1990 hasta el año 2011 a través del marcaje de hembras y protección de nidadas (Chacon *et al.* 1996; Chacón-Chaverri & Eckert 2007). A la vez, también las poblaciones de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*) han sido monitoreado (Figgener 2009). Durante este tiempo se han realizado además, estudios en ecología, biología de poblaciones, fisiología, genética, comportamiento y migración entre otros (Dutton *et al.* 1999; Furler 2005; James, Eckert & Myers 2005; Gautreau 2007; Spanier 2010; Dutton *et al.* 2013; Figgener *et al.* 2016).

Desde el año 2008 hasta el 2011, debido a un conflicto de intereses, diferentes organizaciones monitorearon las actividades de anidación de tortugas marinas en Playa Gandoca, por varios años con una playa dividida, y sin compartimiento de datos, y desde 2011 no había ningún monitoreo resultando en una deficiencia de datos de más que diez años y la falta de conocimiento exacta del estado de las poblaciones de tortugas marinas en el REGAMA. Un estudio en el año 2018 reportó 60 nidadas de la tortuga carey y 12 nidadas de la tortuga verde entre el 20 de Junio al 22 de Octubre (Fonseca *et al.* 2018). También reportó que cuatro nidadas fueron saqueadas y siete tortugas fueron cazadas por personas.

En 2020, registramos un total de 152 nidadas de la tortuga carey, 27 nidadas de la tortuga baula y 7 nidadas de la tortuga verde (Figgener & Oporta MacCarthy 2021), **en 2021**, registramos un total de 135 nidadas de la tortuga carey, 46 nidadas de la tortuga baula y 11 nidadas de la tortuga verde (Figgener & Oporta MacCarthy 2022), **en 2022** 99 nidadas eran de la

tortuga carey, 59 de la tortuga baulas y 14 nidadas de la tortuga verde (Figgenger & Oporta McCarthy 2023). De estas nidadas, 23 fueron saqueados por humanos en 2020, 27 en 2021, nueve en 2022. Por erosión se perdieron 17 nidadas en 2021 y tres nidads en 2022. Esos datos proporcionan evidencia de que Gandoca todavía constituye un hábitat de anidación crítico para las tortugas marinas, pero también demuestran la necesidad de la intervención humana. En particular, Gandoca parece ser un hábitat de anidación crítico para la tortuga carey en peligro crítico de extinción. Vemos una gran necesidad de un proyecto continuo que monitoree las actividades de anidación y proteja a las hembras anidadoras y sus huevos, mientras establece una nueva línea de base integral de actividades y documente y prevenga una mayor disminución de la población debido a causas antropogénicas y naturales. Además, consideramos el inicio de un programa en el agua para monitorear las actividades de alimentación y el uso del hábitat de las tortugas marinas dentro de las aguas de REGAMA y más allá como un próximo paso importante con un gran valor científico y de conservación.

La Tortuga Carey

La tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) es una de las especies más pequeñas de la familia de tortugas marinas con caparazón dura (Cheloniidae). El mayor parte de la dieta de la tortuga carey consta de esponjas. Individuos tienen una distribución global en aguas tropicales y subtropicales (Spotila 2004). La tortuga carey está considerado en *peligro crítico de extinción* por la *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza* (UICN) (Mortimer, Donnelly & (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group) 2008). En la cultura Caribeña en Costa Rica, la tortuga carey todavía está cazado por su concha (caparazón) que esta usado para hacer joyería, cuchillos para peleas ilegales de gallos, y anteojos (Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energia 2018; Miller *et al.* 2019). También en la zona de REGAMA se matan individuos de esa especie (Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energia 2018; Fonseca *et al.* 2018).

Anteriormente, se han observado actividades importantes de la anidación de la tortuga carey en varios sectores del REGAMA en algunas playitas al norte de Punta Mona y también en algunas zonas de la playa principal en Gandoca. Además, el REGAMA también constituye hábitat importante para el forrajeo de esa especie con juveniles, subadultos, y adultos que están utilizando los arrecifes.

Por lo tanto, el estudio de nosotros tiene el fin de brindar nuevos datos acerca de las actividades de las poblaciones de tortugas marinas en el REGAMA en una manera consecutivo e integral, y además un monitoreo y una protección a largo plazo.

La Tortuga Baula

La baula (*Dermochelys coriacea*) es una de las especies marinas de mayor tamaño (300-900 kg) y tiene el rango de distribución más amplio entre los reptiles, encontrándose en aguas desde Nueva Zelanda hasta el norte del círculo polar ártico (Spotila 2004). Una de las poblaciones más grandes en el Atlántico oeste es la población de Costa Rica, que tiene un epicentro de anidación en el Caribe sur de Costa Rica y en el Norte de Panamá. Después que la especie globalmente fue reclasificado como *vulnerable de extinción* globalmente en 2013 por la UICN (Wallace, Tiwari & Girondot 2013), una nueva evaluación de la población Caribeña revelo que todavía está *en peligro de extinción* en la actualidad (The Northwest Atlantic Leatherback Working Group 2019).

Además, otras subpoblaciones todavía se encuentran en *peligro crítico de extinción* en y sus poblaciones se han visto mermadas con rapidez en sus playas de anidación de los Océano Índico y Pacífico Oriental (Spotila *et al.* 2000; Reina *et al.* 2002; Santidrián Tomillo *et al.* 2007; Wallace, Tiwari & Girondot 2013).

La Tortuga Verde

La tortuga verde (*Chelonia mydas*) es la especie más grande de la familia de tortugas marinas con caparazón dura (Cheloniidae). Adultos son herbívoros y tienen una distribución global en aguas tropicales y subtropicales (Spotila 2004). La tortuga verde es considerada *en peligro de extinción* por la UICN (Seminoff & Southwest Fisheries Science Center 2004). En la cultura Caribeña en Costa Rica, la carne y los huevos de la tortuga verde todavía están consumido y cada año mueren cientos de hembras en playas en Costa Rica por eso (Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía 2018). También en la zona de REGAMA se desaparecen individuos de esa especie (Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía 2018).

Se han observado actividades importantes de la anidación de la tortuga verde en la playa principal en Gandoca. Además, el REGAMA también constituye hábitat para el forrajeo de esa especie con juveniles, subadultos, y adultos que podrían utilizar las praderas de pastos marinos.

III. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los **objetivos generales** a largo plazo de nuestros programas de investigación son:

- 1) **El monitoreo de las actividades de anidación, forrajeo, y movimientos de las tortugas marinas adentro de REGAMA con una énfasis en la tortuga carey** y proporcionar **información necesaria sobre los efectos antropogénicos** a los oficiales del Refugio Nacional (ej. recolecta ilegal de huevos y caza de individuos, turismo, basura, animales domésticos).

- 2) Entender la **dinámica de las poblaciones de tortugas marinas y fundamentalmente de la tortuga carey**, incluso la conectividad con otras poblaciones y su comportamiento migratorio.
- 3) Estabilizar una **nueva línea base** de datos acerca de actividades de tortugas marinas en el REGAMA y continuar con la recolección de datos, que fue descontinuado en los últimos ocho años, que puedan informar planes de manejo y conservación de tortugas marinas en Costa Rica generalmente y en el Caribe sur específicamente.
- 4) Determinar el papel de la fisiología y conducta de la tortuga carey en su nicho funcional del ecosistema marino.
- 5) Maximizar la producción de neonatos para garantizar la sobrevivencia de las poblaciones de tortugas marinas en REGAMA y en el general

A pesar de la singularidad de las tortugas marinas, aún se conoce muy poco sobre su zoogeografía, ecología, conducta y fisiología. Nuestro estudio a largo plazo realizo y siguiera realizando una **investigación integrado** sobre la biología de las poblaciones de tortugas marinas en el REGAMA, la ecología del comportamiento de éstas, para lograr las siguientes **objetivos específicos**:

- 1) **Estimar el número de individuos en las poblaciones de tortugas marinas en el REGAMA** por medio de marcación con transpondedores pasivos integrados (PIT, Avid) y externas (metálicas, tipo Monel 49 y Inconel 681) (Eckert & Beggs 2006)
- 2) **Estimar el número de nidadas puestas durante las temporadas de anidación** por medio de marcación y exhumación de las nidadas con precisión a lo largo de la temporada.
- 3) Donde posible, **determinar los efectos de las condiciones físicas ambientales de los nidadas**, como por ejemplo, la temperatura de la arena y la humedad, en el éxito de eclosión y sexo de los neonatos de las tortugas baulas, verdes y carey (por medio de la temperatura de incubación) (Bustard & Greenham 1968; Mrosovsky & Yntema 1980; Mortimer 1990; Chan & Liew 1995; Binckley *et al.* 1998).
- 4) **Determinar el éxito de eclosión en los nidadas**, así como las causas de la mortalidad de los embriones por medio de excavación de los nidadas después de la incubación (Mortimer 1990).
- 5) **Determinar el rendimiento reproductivo de hembras y su contribución a la población** por medio de los números de huevos puestos y neonatos nacidos.
- 6) **Aumentar el número de nidadas exitosos y el número de neonatos** por medio de relocalización de nidadas a sitios más seguros (Wyneken *et al.* 1988; Eckert & Eckert 1990).
- 7) **Identificar las áreas de actividades altas de forrajeo de tortugas marinas adentro de REGAMA** por medio de transectos y capturas de tortugas en agua.
- 8) **Caracterizar el nicho trófico de la tortuga carey adentro del REGAMA, incluso la identificación de especies que constituyen parte de la dieta** por medio de observaciones y análisis de isotopos estables.

- 9) **Caracterizar el uso de hábitat de la tortuga carey durante la temporada de anidación y durante la migración post-anidación** por medio de transmisores satelitales.
- 10) **Estabilizar la conectividad entre áreas de anidación y forrajeo de la tortuga carey en la región del Gran Caribe** por medio de rastreo satelital.

Con esta información importante sobre la ecología, fisiológica y comportamiento de las tortugas marinas que desoven y comen en el REGAMA podemos determinar el papel funcional que juegan en el ecosistema oceánico. Esta información es esencial para una protección efectiva de esas especies en peligro de extinción.

IV. DURACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La investigación está planeado al largo plazo y ya cuenta con los fondos para realizar monitoreo durante los próximos tres a cinco años.

Este informe final reporta los datos de la temporada de anidación y el monitoreo de áreas de forrajeo de tortugas marinas adentro del REGAMA durante el año 2023, con las fechas exactas del **1 de Marzo hasta el 15 de Noviembre del 2023** (el periodo de nuestro permiso de investigación es del 1 de Marzo hasta el 31 de enero del 2024). En el momento de escribir este reporte todavía se encuentran nidadas de la tortuga carey y de la tortuga verde en la playa incubando.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

IV.A. ÁREA DE ESTUDIO

El Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo (REGAMA) (Figura 1) es parte de la Área de Conservación La Amistad Caribe y se encuentra en el sur de la costa Caribe en el distrito de Sixaola perteneciente al cantón de Talamanca en la provincia de Puerto Limón, Costa Rica. Playa Gandoca (9°859.9720N, 82°860.5300W) se ubica adentro del REGAMA. La playa tiene una extensión de 8.85 km, con ~7.2 km de habito de anidación, desde Punta Mona en el norte hasta de la desembocadura del Río Sixaola y adicional unas playas pequeñas de 100 a 300 metros llamadas *las playitas* localizado al norte de Punta Mona cuales son áreas de mayor importancia para la anidación de la tortuga carey (Figura 2).

Adentro del REGAMA se encuentran arrecifes coralinos (Figura 4) (Cortés Núñez 1992) y unas praderas de pastos marinos cerca de Punta Mona y el pueblo de Manzanillo (Figura 3) (Krupp, Cortes & Wolff 2009) en cuales avistamiento de tortugas carey y tortugas verdes forrajeando son frecuentes.

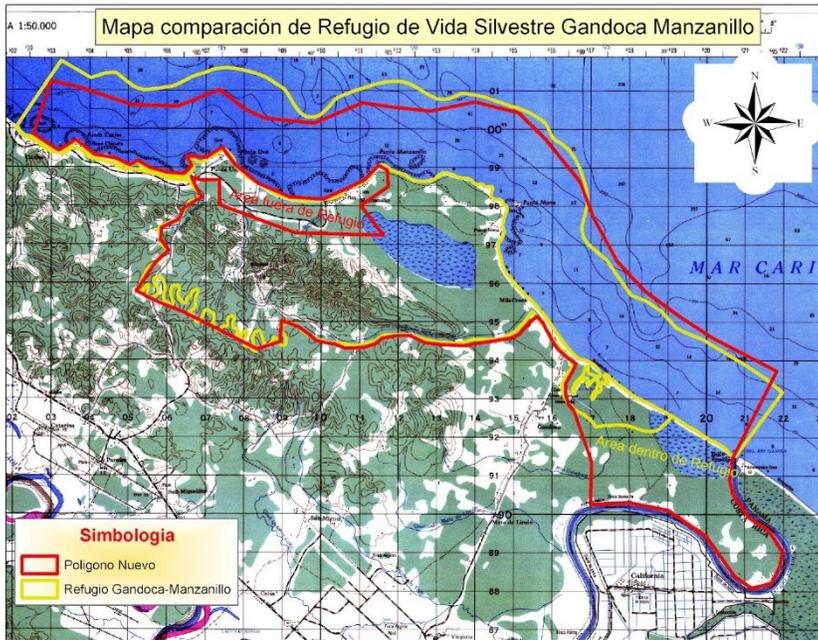


Figura 1. Mapa del Refugio Nacional de la Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo (REGAMA), el área del estudio.

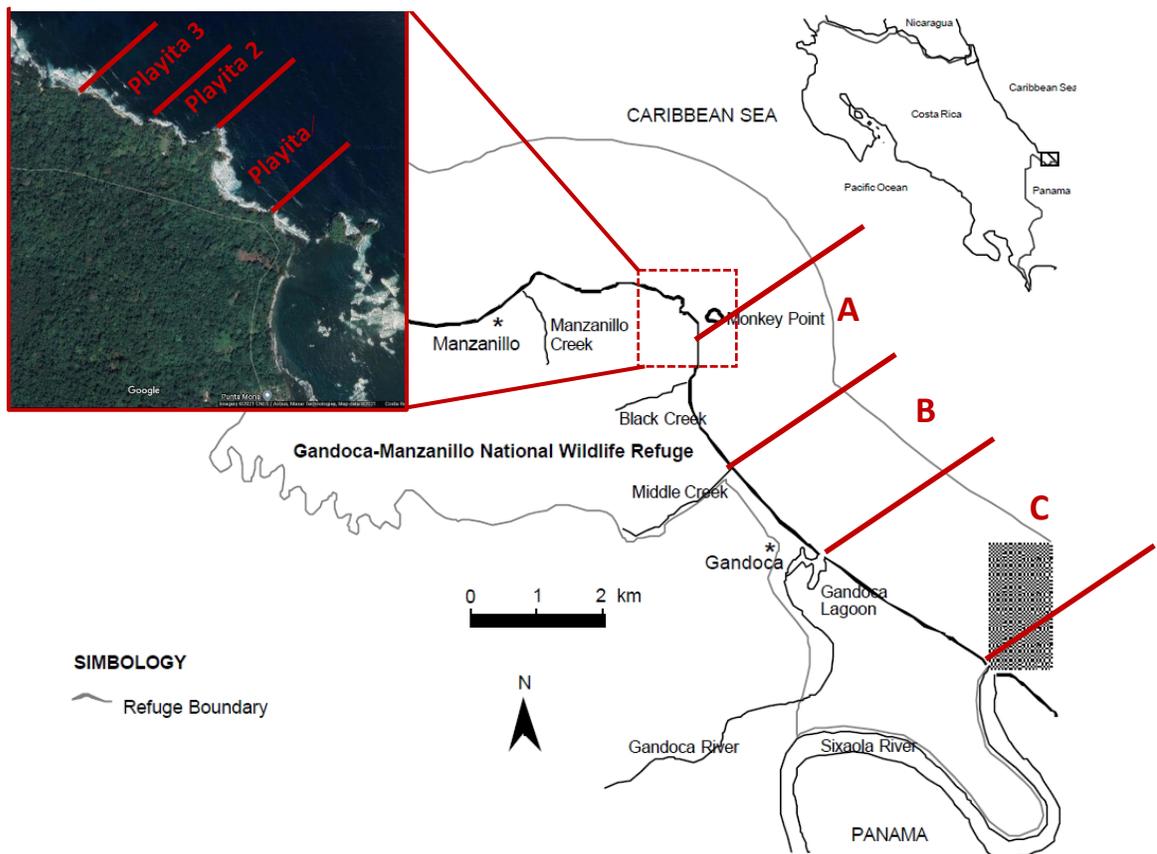


Figura 2. Área del estudio de anidación de tortugas marinas adentro del REGAMA. Indicados son los tres sectores (A-C) en cual se dividió la playa principal de Gandoca y también las tres playitas cerca de Punta Mona que fueron recorridos.

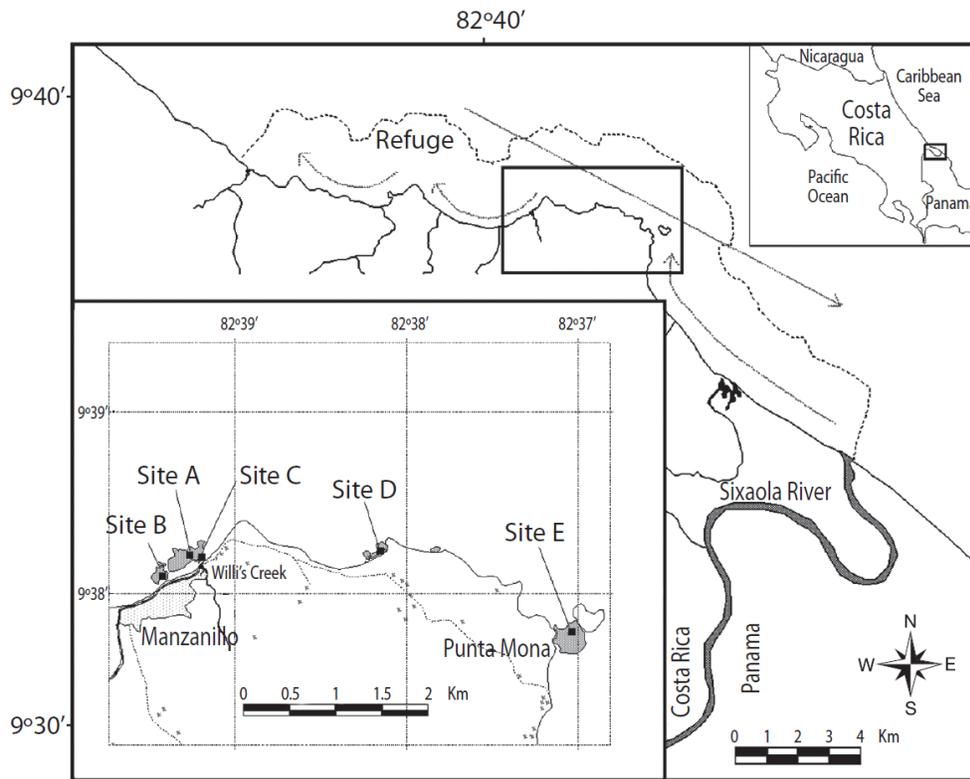


Figura 3. Sitios de praderas de pastos marinos adentro del REGAMA (Krupp et al. 2009)

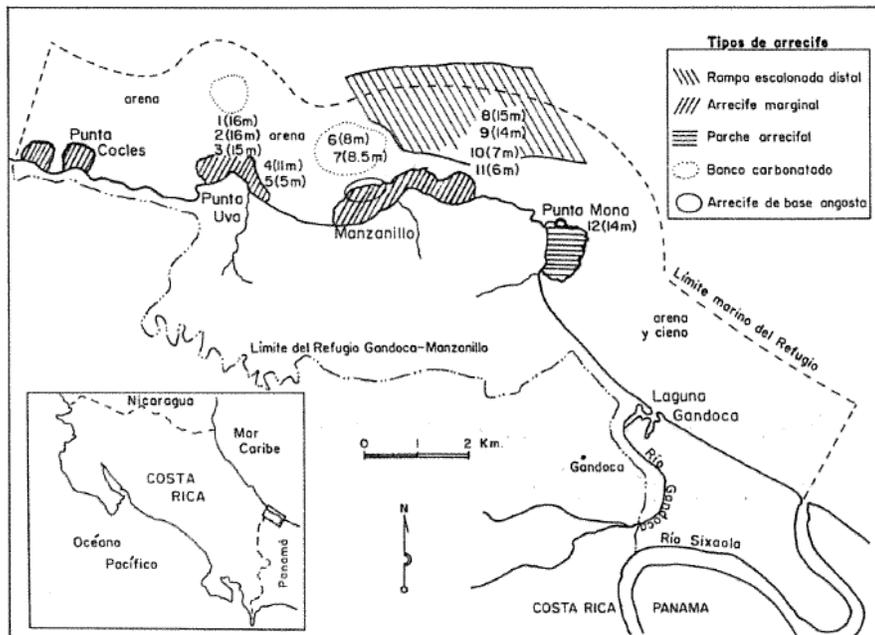


Figura 4. Mapa de sitios con arrecifes adentro de REGAMA (Cortes Núñez 1992)

IV.B. METODOLOGÍA

Nuestra investigación utiliza las técnicas de monitoreo de tortugas marinas detallado en los protocolos del manual del MINAE/SINAC R-055-2007 SINAC “Manual para el manejo y la conservación de las tortugas marinas en Costa Rica” (Chacón *et al.* 2007) y el manual de la UICN “Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles” (Eckert *et al.* 1999). La manipulación de las tortugas y sus huevos siguen estos mismos protocolos y solamente se realizan con guantes de látex puesto para prevenir la propagación de patógenos con la única excepción cuando se instala un transmisor satelital.

Nosotros realizamos siguientes actividades durante la temporada 2023, descritos en detalle en las secciones que siguen:

- Preparación de la playa para el monitoreo
- Patrullajes nocturnas y diurnos adentro del REGAMA
- Marcación de transectos en áreas de forrajeo adentro del REGAMA
- Medición y toma de datos de hembras anidando e individuos forrajeando
- Marcaje de hembras anidando e individuos forrajeando por medio de marcas internas y externas
- Relocalización de nidadas en peligro a áreas más seguras de la playa
- Toma de datos de neonatos
- Exhumación de nidadas después de la incubación
- Colecta de muestra de tejido (epidermis y caparazón) de la tortuga carey para análisis de isótopos estables
- NO hemos colocado transmisores satelitales a tortugas carey esa temporada, ni hembras anidando o individuos forrajeando.

IV.B.1 Monitoreo de Actividades de Anidación

IV.B.1.i Preparación de la playa

Para facilitar el registro de la ubicación de las hembras anidando, la playa fue dividida en tres sectores (Figura 2) para delimitar los patrullajes nocturnos durante la temporada. El *sector A* comprende desde Punta Mona hasta Millie Creek (aprox. 1,95 km), el *sector B* va desde el Millie Creek hasta la Laguna de Gandoca (aprox. 2,85 km) y el *sector C* de la Laguna de Gandoca hasta la desembocadura del río Sixaola (aprox. 2,9 km). Adentro de los sectores la playa se dividió en transectos de 50 m siguiendo una línea paralela al mar (Figura 2). En cada sitio se colocó un mojón de madera el cual se enumeró con pintura negra y el fondo blanco y un reflector. La enumeración se realizó del norte al sur, partiendo de Punta Mona hasta la laguna de Gandoca. Los mojones existentes de temporadas anteriores fueron cambiados o pintados nuevamente dependiendo del estado en que se encontraron.

También se realizaron limpiezas de la playa para facilitar la anidación de hembras.

IV.B.1.ii Patrullajes nocturnos

Se realizaron patrullas nocturnas desde el **1 de marzo hasta el 15 de octubre 2023** en toda la playa de Gandoca y las playitas para encontrar hembras anidando y nidadas naciendo. Cada patrulla y recorrido y fue realizado y liderado por un asistente de investigación entrenado y capacitado para realizar los procedimientos de manejo y registros de los eventos de anidación bajo estándares científicos internacionalmente reconocidos. Solamente se utilizaron linternas con luz roja durante las actividades de medición, aplicación de marcas con hembras adultas, manejo de huevos y neonatos, con excepción cuando se instalaron los transmisores satelitales. Los asistentes que realizaron las patrullajes fueron asistentes de investigación autorizados por el MINAE.

IV.B.1.iii Censos diurnos

Los censos diurnos se realizaron desde el **1 de marzo del 2023 y todavía se estan haciendo hasta nace la ultima nidada** en la madrugada hacia las playitas y la playa principal desde Punta Mona hasta la embocadura del rio Sixaola, con el objetivo de registrar todos los eventos de anidación de la(s) noche(s) anteriores, compararlo con los registros hechos en las noches. Además, se verificaron el estado de las nidadas naturales y relocalizadas, se reportaron las nidadas nacidas, así como la cantidad de nidadas robados o depredados o perdido por otras razones.

IV.B.1.iv Registro y Marcaje de Las Tortugas Marinas

Todas las hembras anidadoras encontradas fueron identificadas mediante marcas externas y transpondedores pasivos integrados (PIT). Las hembras adultas de la tortugas Carey y la tortuga verde fueron marcadas con una marca metálica externa tipo Inconel 691 en la aleta derecha anterior (Figura 5a.B) (Eckert & Beggs 2006) y en la aleta izquierda posterior (Figura 5a.A, según la recomendación de Heidemeyer *et al.* (2018)). Las hembras de la tortuga baula fueron marcadas con dos marcas metálicas externas tipo Monel 49 en sus aletas posteriores (Figura 5b.A) después de desovar y además con un PIT en el hombro durante (Figura 5b.B) su oviposición. Tomamos datos biométricos y medimos la longitud y el ancho del caparazón curvado de cada tortuga después de desovar. También se registraron cada una de las nidadas. Además contamos el número de huevos puestos siempre cuando fue posible (Steyermark *et al.* 1996). Esos datos recolectamos de cada tortuga anidando.

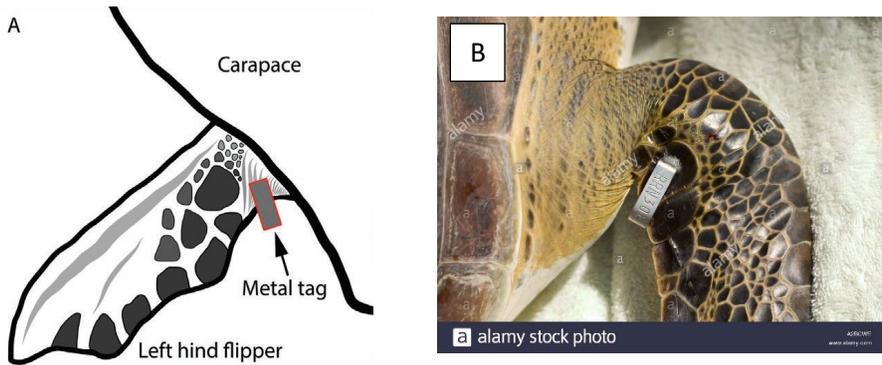


Figura 5a. Sitios para placas externas en tortugas marinas con caparazón duro. A. Sitio en la aleta posterior (Heidemeyer et al. 2018); B. Sitio en la aleta anterior (Eckert & Beggs 2006)

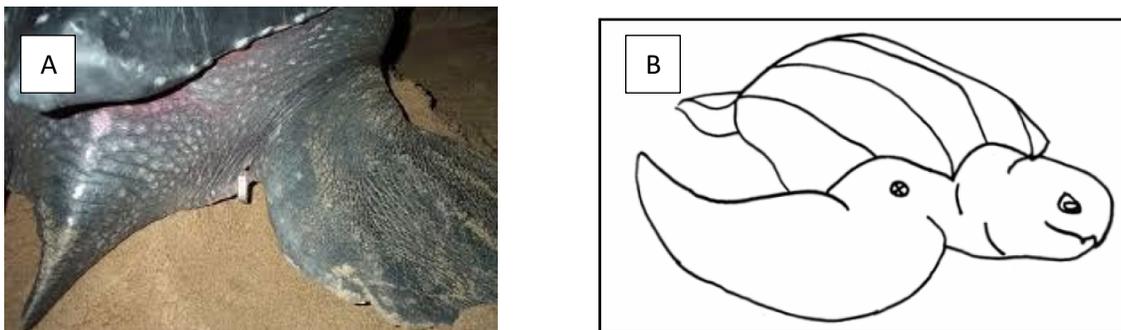


Figura 5b. Sitios para la marcación en tortugas baulas. A. Sitio en las aletas posteriores para placas externas; B. Sitio para la inyección de transponders integrativos pasivos (PITs).

IV.B.1.vi Registro de Nidadas y Exhumaciones

Se determinaron las ubicaciones de cada nidada con relación a la sección de la playa (Steyermark et al. 1996).

Durante la temporada se registraron mareas muy altas y erosiones por ríos y además había una actividad levantada de pescadores que entraron de afuera de la comunidad, que podrían haber destruidos o robados potencialmente muchas nidadas. Por esta razón, se movieron las nidadas puestos, entre las 6 horas después que fueron puestos, a sitios más seguros en la playa donde estaban protegidos de posibles inundaciones e impactos humanos. De esta manera, se aumentó el número de nidadas exitosas. La colecta temporal de estos huevos (manipulación >45 minutos) siguió los protocolos estabilizados para manipular y transportar nidadas, incluso el uso de guantes cuando se tocan huevos.

Aproximadamente un hasta dos día después de que emergieron los neonatos de la nidada, se realizaron las excavaciones de los nidos. Durante la excavación se extrajeron cáscaras y huevos no eclosionados, se abrieron los huevos para determinar el estadio de desarrollo en cual murieron los embriones y se contó el número de neonatos muertos y vivos, para estimar los éxitos de eclosión y emergencia. Los neonatos vivos fueron liberados lo más rápido posible, usualmente a la hora del atardecer (o antes del amanecer, si se realizó la exhumación durante la horas de la noche).

V.B.1.vii Muestreo de las tortugas carey

De las tortugas carey se tomaron una biopsia de piel y del caparazón para el análisis de isótopos estables (Figura 7 y 8). Con este análisis esperamos determinar la dieta y el nicho trófico de la tortuga carey en el REGAMA. El sitio del muestreo fue limpiada con alcohol y una muestra de la piel se tomó de la epidermis del parte del hombro (Figura 7) y una muestra del caparazón de la segunda escama costal en el parte más grueso (Lopez-Castro, Bjorndal & Bolten 2014) con un punzón de biopsia de 6 mm (Figura 8).

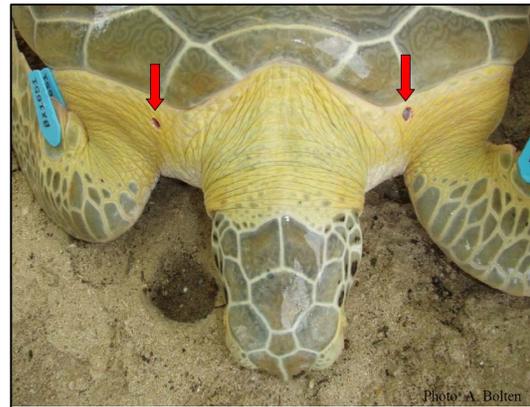


Figura 7. Sitio para el muestreo de epidermis en la tortuga carey (Reich & Seminoff 2010)

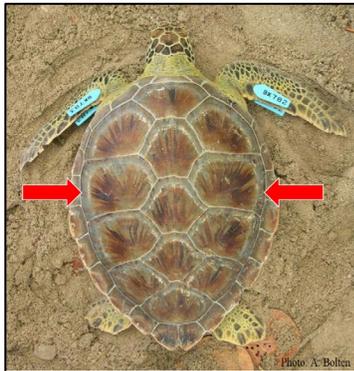
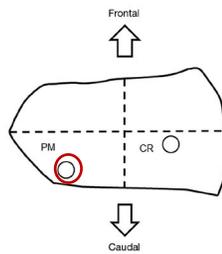


Figura 8. Sitio para el muestreo de caparazón en la tortuga carey (Lopez-Castro et al. 2014, Reich & Seminoff 2010)



Dichas muestras están almacenadas en tubos plásticos y conservados en alcohol (EtOH 97%). Las muestras fueron colectadas después que la hembra terminó desovar. El protocolo del muestreo, la preparación, el almacenamiento de las muestras y el análisis de los isótopos sigue los protocolos detallado en el manual de Reich and Seminoff (2010). Las muestras serán analizadas por el laboratorio de isótopos estables del *Smithsonian Tropical Research Institute* en Panamá.

IV. B.1.viii Análisis de Isotopos Estables

La cuantificación del uso de los recursos a lo largo del tiempo entre individuos dentro de poblaciones naturales es un reto. Sin embargo, los avances recientes en los enfoques de biogeoquímica han brindado la posibilidad de caracterizar el nicho trófico de poblaciones e individuos mediante el uso de análisis de isótopos estables (SIA) de tejidos para cuantificar el nicho isotópico y usarlo como un proxy para el nicho trófico (Michener & Lajtha 2007). Los isótopos estables son marcadores intrínsecos que se asimilan a través de los alimentos, el agua y el gas que ingresan al cuerpo (Rubenstein & Hobson 2004). Los dos isótopos estables más utilizados para los estudios de ecología trófica son el carbono estable (^{13}C) y el nitrógeno estable (^{15}N). La composición de isótopos estables de un consumidor está determinada por la proporción de isótopos ligeros a pesados (por ejemplo, ^{12}C : ^{13}C escrito como $\delta^{13}\text{C}$) de sus fuentes dietéticas (Hobson 1999). Debido a la selectividad de los isótopos más pesados durante los procesos metabólicos, los tejidos animales tienden a enriquecerse en relación con su dieta por un factor de discriminación de 0 a 1 ‰ para $\delta^{13}\text{C}$ (DeNiro & Epstein 1978) y de 3 a 4 ‰ para $\delta^{15}\text{N}$ por nivel trófico (DeNiro & Epstein 1981). El análisis de isótopos estables utiliza esta

discriminación predecible desde la fuente hasta el consumidor para hacer predicciones ecológicas. Por ejemplo, en el medio marino, el carbón estable refleja las proporciones de isótopos de los productores primarios en una cadena trófica, lo que a su vez indica el tipo de hábitat en cual se alimenta un organismo (DeNiro & Epstein 1978; Hobson 1999; Rubenstein & Hobson 2004). El nitrógeno estable indica la posición trófica de un organismo dentro de su cadena trófica (DeNiro & Epstein 1981; Hobson 1999; Rubenstein & Hobson 2004). En conjunto, la combinación de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de cada individuo proporciona un nicho isotópico cuantitativo, que se puede interpretar como el nicho trófico de una especie o población (Bearhop *et al.* 2004; Semmens *et al.* 2009; Marshall *et al.* 2019).

IV. B.2.IX Colocación de Transmisores Satelitales

El proceso de la colocación del transmisor se realizó después de la oviposición. Para determinar el estadio reproductivo, los ovarios y oviductos fueron chequeados vía ultrasonido para hacer visibles los foliculos o huevos que tal vez todavía permanecieron en los tractos reproductivos. Para seguir hembras en sus migraciones post-anidación buscamos individuos que ya terminaron la anidación y ya no tienen foliculos y tampoco huevos en los ovarios y oviductos no más. Para analizar el uso de hábitat adentro del REGAMA buscamos hembras que todavía tienen foliculos y huevos en sus ovarios y oviductos y están esperadas de anidar de nuevo.

El tipo de transmisor que fue usado esta temporada fue el modelo SeaTrkr-4370-4 de Telonics (Figura 9) (Figgenger, Bernardo & Plotkin 2018). Estos transmisores son muy pequeños y livianos (210g y 10.3cm x 4.5cm x 3.6cm). Para instalar el transmisor se utilizó un protocolo establecido por Balazs, Miya and Beavers (1996) y optimizado para juveniles por Mansfield *et al.* (2012). El caparazón de la tortuga se limpió con papel de lija y se aplicó una base de adhesivo de epoxi (*Universal Adhesive PN 8217* de 3M o *Pure50+ Epoxy* de Powers). El transmisor se colocó en la parte superior de la base del caparazón y se fijó con el mismo adhesivo. La tortuga fue contenida por mano hasta que el adhesivo se secó. Después de esto proceso la tortuga fue liberada en una vez. Para realizar el proceso en la noche estamos solicitando el uso de luz blanca por un poco tiempo.



Figura 9. Foto del transmisor SeaTrkr-4370-4 colocado en una tortuga lora.

IV.B.2 Monitoreo de Actividades de Forrajeo

Debido al alto oleaje y falta de redes durante la temporada 2023 no se realizaron recorridos y muestreos de la aguas costeros en bote.

VI. RESULTADOS

V.1 INFORME DE COLECTA CIENTÍFICA

Grupo Taxonómico		a) Tipos de Muestras	b) Cantidades
Nombre común	Nombre científico		
Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Marcación por medio de placas externas	25
Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Marcación por medio de PIT	0
Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Medidas morfológicas	29
Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Muestras de piel y caparazón	11
Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Colocación de transmisores satelitales	0
Tortuga carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Colección temporal (<1 h) de huevos para relocalizarlos en áreas más seguras de la playa	72 nidadas (10-392 huevos)
Tortuga verde	<i>Chelonia mydas</i>	Marcación por medio de placas externas	5
Tortuga verde	<i>Chelonia mydas</i>	Medidas morfológicas	6
Tortuga verde	<i>Chelonia mydas</i>	Colección temporal (<1 h) de huevos para relocalizarlos en áreas más seguras de la playa	20 nidadas (2.020 huevos)
Tortuga baula	<i>Dermochelys coriacea</i>	Marcación por medio de placas externas	42
Tortuga baula	<i>Dermochelys coriacea</i>	Marcación por medio de PIT	36
Tortuga baula	<i>Dermochelys coriacea</i>	Medidas morfológicas	78
Tortuga baula	<i>Dermochelys coriacea</i>	Colección temporal (<1 h) de huevos para relocalizarlos en áreas más seguras de la playa	137 nidadas (10.452 huevos)

c. **Uso del material colectado:** Todos los materiales colectados fueron de manera temporal con excepción de la muestras de tejidos (piel y caparazón) cuales van a estar almacenadas hasta van a estar mandado al laboratorio para el análisis de los isótopos estables por el laboratorio de isótopos estables del *Smithsonian Tropical Research Institute* en Panamá. Las tortugas adultas y neonatos se quedaron en el sitio donde anidaron o nacieron y fueron liberados en una vez cuando se terminó la colecta de datos. Según los protocolos del MINAE/SINAC, las manipulaciones de las tortugas (adultas y neonatas) y sus huevos solamente se realizaron con guantes de látex puesto para prevenir la propagación de patógenos. Sitios de muestreos o de marcación fueron desinfectados con tintura de yodo y todas las herramientas se limpiaron con alcohol después de cada uso.

d. **Destino del material:** Todos los materiales colectados fueron de manera temporal con excepción de la muestras de tejidos (piel y caparazón) cuales van a estar almacenadas hasta van a estar mandado al laboratorio para el análisis de los isótopos estables por el laboratorio de isótopos estables del *Smithsonian Tropical Research Institute* en Panamá.

V.2 INFORME DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

V.2.a. Análisis de datos y discusión:

V.2.a.i Actividad de Anidación

Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*)

Actividad de Anidación (Temporal y Espacial)

Entre el 1 de marzo hasta el 15 de Noviembre 2023 se registraron 101 nidadas de la tortuga carey en la playa principal de Gandoca y las tres playitas monitoreados. La primera nidada fue puesta el 26 de Abril y la última nidada fue puesta el 28 de octubre 2023. La mayor actividad de anidación se registró en los meses Mayo hasta el Septiembre con un pico en Junio (n=32 nidadas, Figura 10)

Un gran parte de las nidadas (n=31 nidadas) fue puesta en la Playita principal (Figura 2) pero la playa principal de Gandoca tuvo la actividad mayor de la anidación este año (n=54 sobre los tres sectores, Figura 11). Cinco nidadas fueron registrados en la playita de la cueva en Manzanillo, una nidada en la playa Pablo Mena, y una nidada en frente de Punta Mona.

En comparación con la actividad durante los últimos 26 años (Figura 12), el número de las nidadas en cuatros tres años pasados a está mucho más alto que en los años para cuales tenemos datos. Anteriormente, los años con la mayor cantidad de nidadas registradas (1997, 2009, y 2018) encontraron al redor de 60 nidadas. La cantidad de nidadas fue un poquito más alto en los tres años pasados (nidadas: n=152 en 2020, n=135 en 2021, n=99 en 2022), pero eso puede ser un efecto climático. Generalmente parece que hay una incrementación en anidación de la tortuga carey en la playa de Gandoca, y probablemente también registramos generalmente más nidadas que en el pasado debido a un mayor esfuerzo de monitoreo de las playitas y especialmente durante los meses de alta actividad de anidación de la tortuga carey (Julio a Octubre) cuales normalmente están en el fin de la temporada de la tortuga baula, el foco único de los estudios en el pasado.

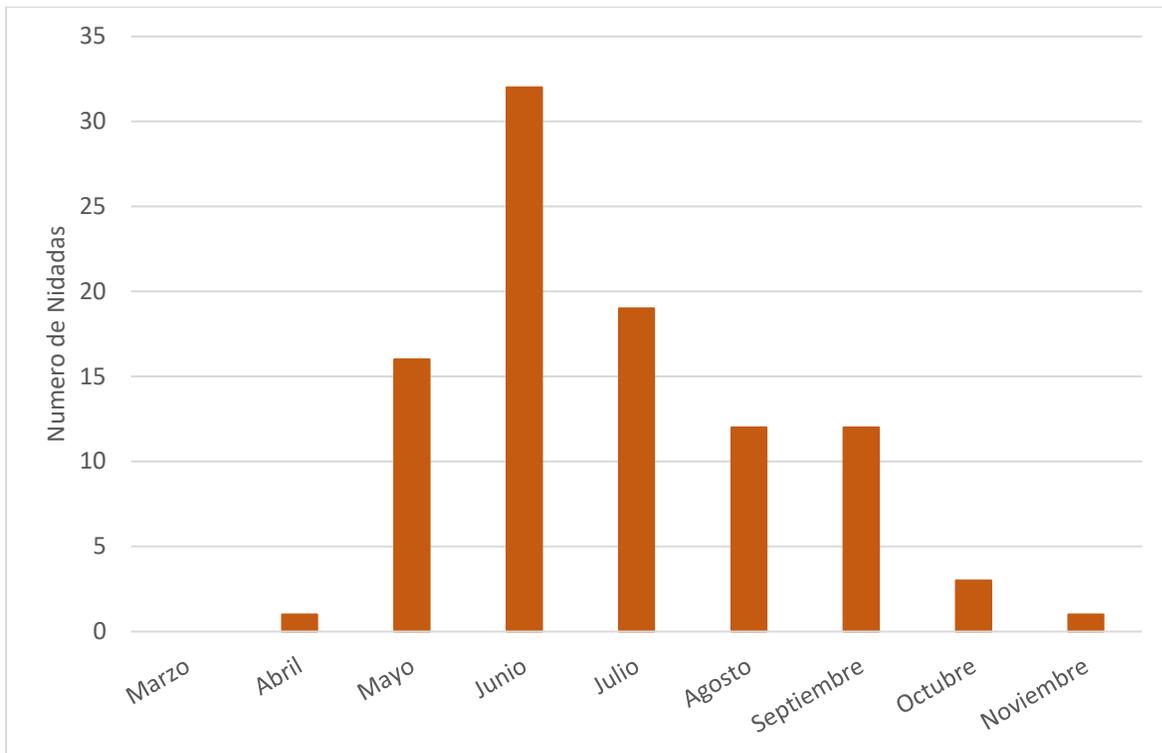


Figura 10. Actividad de anidación de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en el Refugio de la Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo durante la temporada 2023.

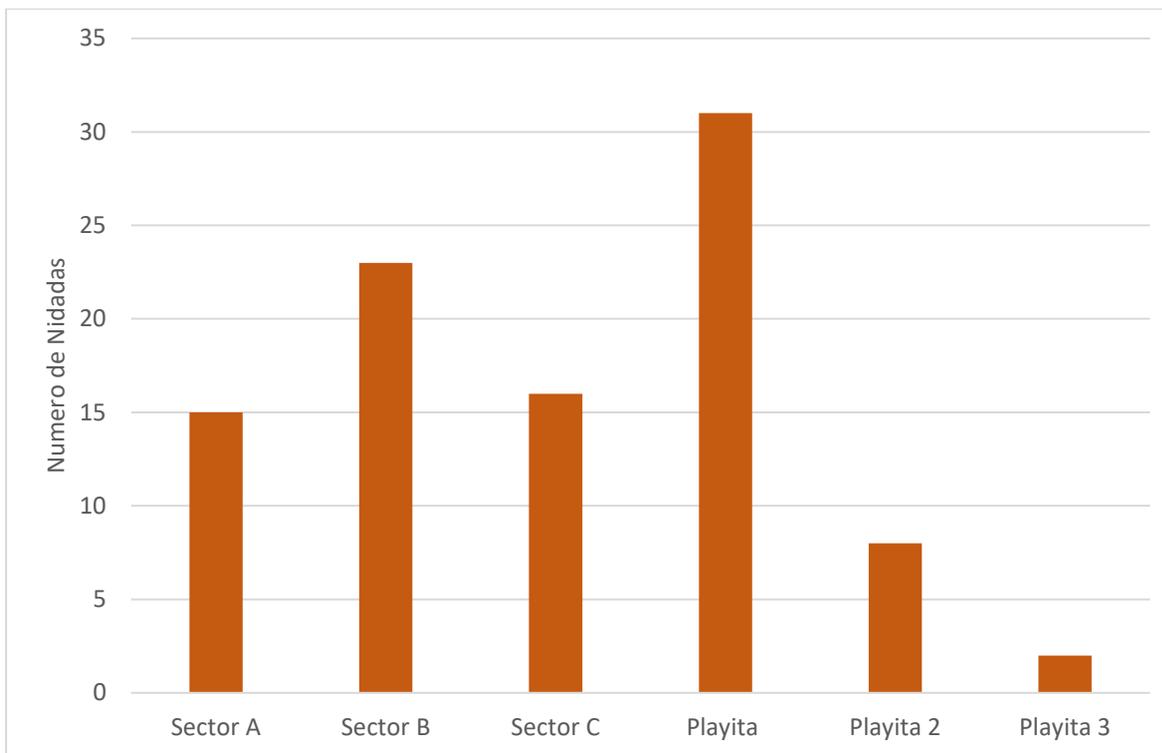


Figura 11. Actividad de anidación de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en el Refugio de la Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo durante la temporada 2023 por sector en la playa.

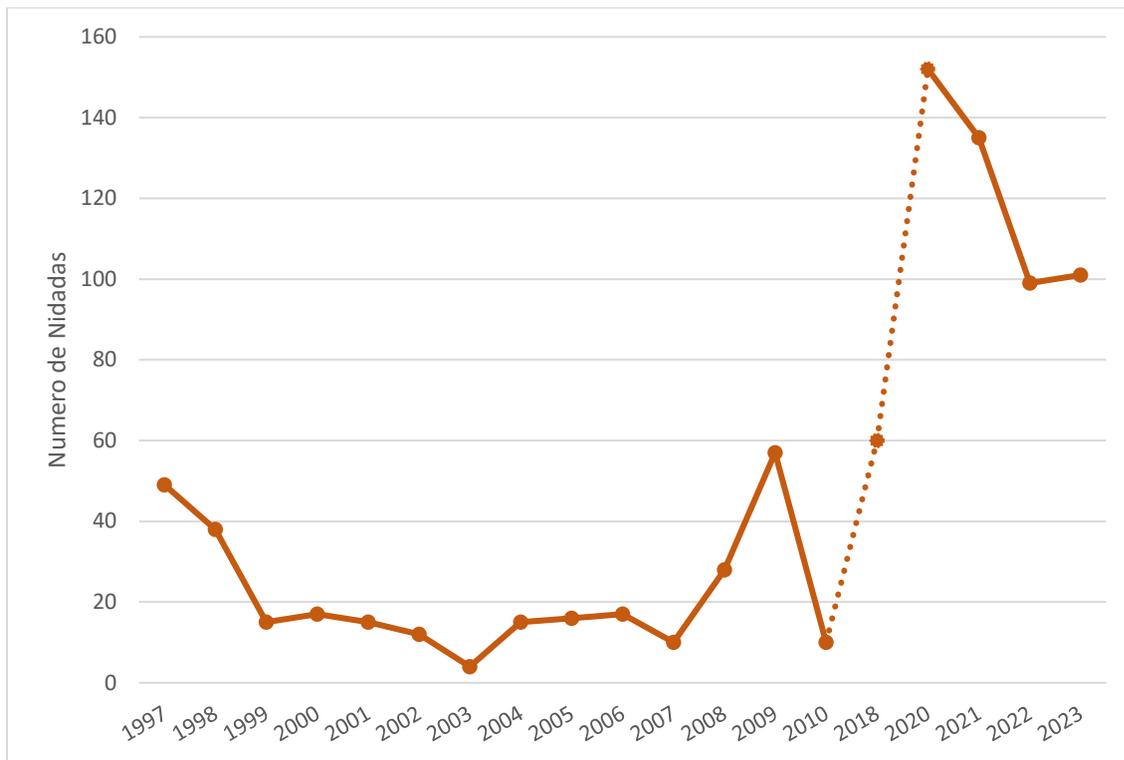


Figura 12. Actividad histórica de anidación de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en el REGAMA.

Destino de las Nidadas

La mayoría de las nidadas de la tortuga carey puestas (n=74 nidadas) fue relocalizada con éxito a sitios más seguros en la playa. En total se robaron cuatro nidadas por humanos (Figura 13). La mayoría de esas nidadas fueron robadas en el sector A probablemente por gente caminando hacia Puna Mona y el sector C cerca de la laguna de Gandoca probablemente de pescadores que entraron en la noche. Esta temporada ninguna nidada de carey fue depredado como ya se han implementado medidas exitosamente para prevenir ese tipo de depredaciones.

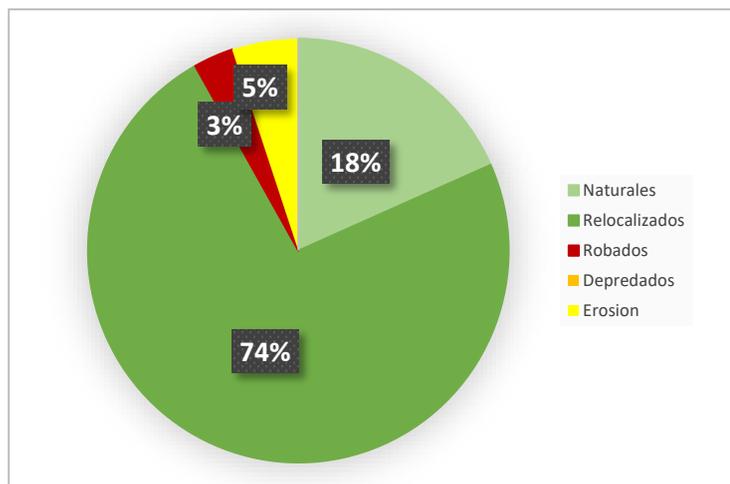


Figura 13. Destino de las nidadas puestas de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) durante la temporada 2023 en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo.

Éxito de las Nidadas y Cantidad de Crías Producidas

El éxito de nidadas de carey en 2023 fue de un 91.8 % (90 de 98 nidadas incubaron exitosamente).

El por medio del periodo de la incubación fue de 70.5 días (n=49; rango 55-108; SD \pm 15.6).

El éxito de eclosión de las nidadas fue por medio de un 60,7 % (n=68; rango 0-94,9; SD \pm 33,7). El éxito de eclosión fue generalmente mas baja esa temporada que temporadas anteriores. En el caso del carey muy probable por la falta de lluvia esa temporada.

El éxito de emergencia fue por medio de un 55,4 % (n=68; rango 0-94,9; SD \pm 34,4) y es parecido a lo de otras poblaciones de carey en el Caribe, incluso Tortuguero en Costa Rica (Witzell 1983; Bjorndal *et al.* 1985). También se debería mencionar que a veces sacamos las crías si las mareas estaban altas para que no se murieron atrapados en los nidos. Por las exhumaciones que ejecutamos unos 24 horas hasta 48 horas después que nació la mayoría de los neonatos, muchos bebés se pudieron rescatar y liberar.

El tamaño de los bebés fue por medio de un 4,7 cm largo del caparazón recto (LCR) (n=5 nidadas (50 neonatos); rango 3,8-7,8; SD \pm 1,8) y de un 2,7 cm ancho del caparazón recto (ACR) (n=5 nidadas (50 neonatos); rango 2,5-2,9; SD \pm 0,16). Los neonatos de la carey pesaron por medio 15,3 g (n=5 nidadas (50 neonatos); rango 13,3-16,7; SD \pm 1,2). Esos datos son parecidos a los de otras poblaciones (Witzell 1983) y de las temporadas anteriores.

Basado en la cantidad de nidadas puestos y los cascaras de huevos contados durante las exhumaciones, estimamos que 8.195 neonatos de la tortuga carey nacieron y emergieron exitosamente en el REGAMA en el 2023.

Población Anidadora y Marcado-Recaptura

Se identificaron 29 hembras anidadoras diferentes durante la temporada. Una hembra llegó con placas externas de otros proyectos y 28 fueron marcados por nosotros. De las hembras marcadas por nosotros, 25 eran neófitas y tres fueron marcadas en temporadas anteriores. La cantidad media de nidadas por hembra son de tres a cuatro nidadas (Witzell 1983; Spotila 2004) y estimamos que unas 25-33 hembras llegaron al REGAMA a anidar en la temporada 2023.

El tamaño por medio de las hembras anidadoras fue de un 88,2 cm largo del caparazón curvado (LCC) (n=29; rango 80,8-98,7 cm; SD \pm 4,2) y de un 77,2 cm ancho del caparazón curvado (n=29; rango 48,7-84,3 cm; SD \pm 5,7)

Cada hembra anidadora de la tortuga carey puso un por medio de 151 huevos por nidada (n=90; rango 45-209 huevos; SD \pm 28,0) y en total logramos salvar 10,392 huevos de robo, depredación y erosión.

Tabla 1. Lista de hembras individuales de la tortuga carey identificado y marcado en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo durante la temporada 2023. Estado Migratorio se refiere a tres categorías: hembras previamente marcados en otras temporadas (remigrante – REM), hembras marcados en la misma temporada pero en otras playas (reanidante – REN) e hembras marcadas por la primera vez en la temporada presente (recluta – REC).

Individuo #	Placa Izquierda	Placa Derecha	Estado Migratorio
1	0027CR	0026CR	REM
2	0069CR	0224CR	REM
3	0156CR	0160CR	REC
4	0175CR	0227CR	REM
5	0202CR	NONE	REC
6	0205CR	0206CR	REC
7	0209CR	0210CR	REC
8	0213CR	0214CR	REC
9	0217CR	0218CR	REC
10	0219CR	0220CR	REC
11	0222CR	0223CR	REC
12	0227CR	0175CR	REC
13	0230CR	0231CR	REC
14	0235CR	0234CR	REC
15	0239CR	0240CR	REC
16	0241CR	0186CR	REC
17	0243CR	0244CR	REC
18	0250CR	0249CR	REC
19	0251CR	0226CR	REC
20	0254CR	0253CR	REC
21	0257CR	0258CR	REC
22	0263CR	0285CR	REC
23	0265CR	NONE	REC
24	0267CR	0201CR	REC
25	0273CR	0274CR	REC
26	0276CR	8343	REM
27	0291CR	0292CR	REC
28	NONE	0048CR	REM
29	NONE	0288CR	REC

Estudio Ecológico de nicho trófico y el uso de hábitat de la tortuga carey

Durante la temporada 2023 se colocó NINGUN transmisor satelital en una tortuga carey.

Tortuga Baula (*Dermochelys coriacea*)

Actividad de Anidación (Temporal y Espacial)

Entre el 1 de Marzo hasta el 15 de Noviembre de 2023 se registraron 153 nidadas de la tortuga baula en la playa principal de Gandoca. La primera nidada fue puesta el 17 de Febrero 2023, antes que nuestro permiso de investigación fue otorgado y se quedó natural, y la última nidada fue puesta el 21 de Julio 2023. La mayor actividad de anidación se observó en los meses Marzo y Abril (Figura 17). No es un patrón típico. Por el general la temporada alta de anidación de tortugas baulas en el Caribe son los meses de abril y mayo. La única explicación de este patrón inusual era la seca en abril y mareas altas, las inundaciones y la desaparición de la playa durante los meses siguientes que resultaron en un número mas bajo de nidos durante la temporada alta. Además era atípico por la cantidad de nidadas. En las últimas tres temporadas hemos observado a penas un tercer de la cantidad porque durante la temporada alta de la baula no había playa en Gandoca.

El mayor parte de las nidadas registradas (n= 55) fue puesta en el sector C de la playa principal de Gandoca (Figura 18).

En comparación con la actividad durante los últimos 28 años (Figura 19, Chacón-Chaverri and Eckert (2007)), el número de las nidadas en los últimos años está mucho más bajo que en los años de los 1990s y 2000s para cuales tenemos datos. Eso puede ser una indicación que la población de la tortuga baula en el Caribe está disminuyendo o que la playa de Gandoca ya no es apta para la anidación de tortugas baulas, debido a las erosiones fuertes.

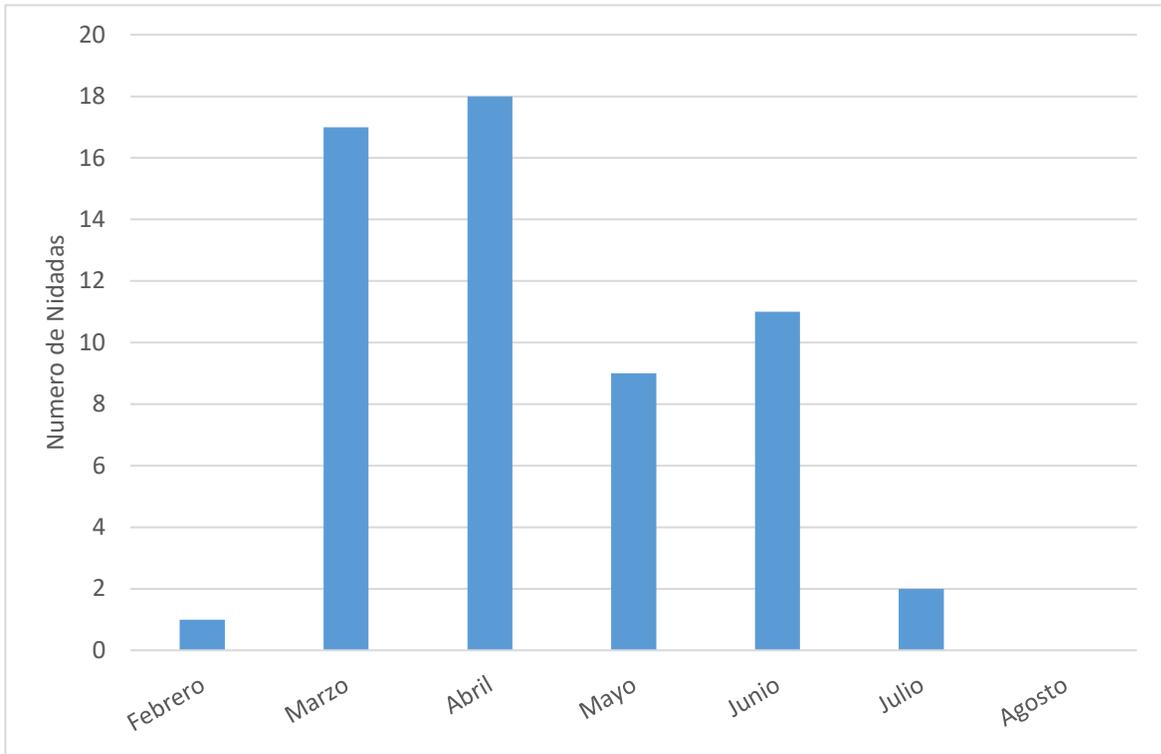


Figura 17. Actividad de anidación de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) en el Refugio de la Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo durante la temporada 2023.

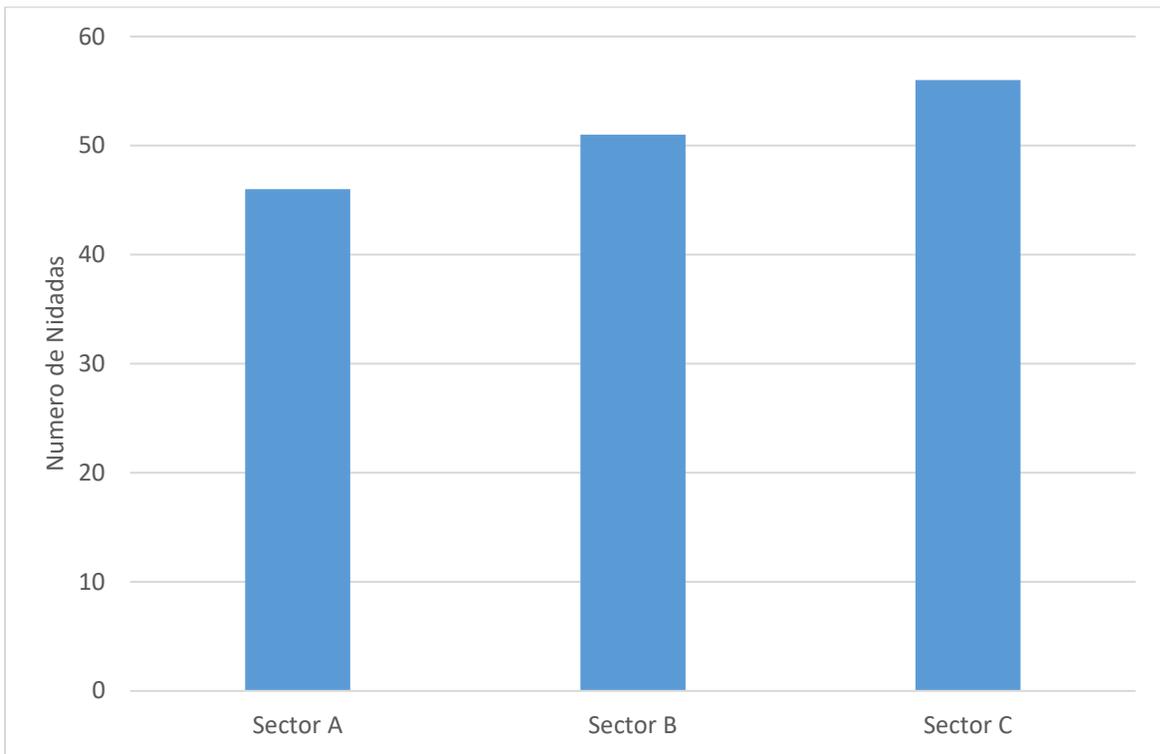


Figura 18. Actividad de anidación de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) en el Refugio de la Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo durante la temporada 2023 por sector en la playa.

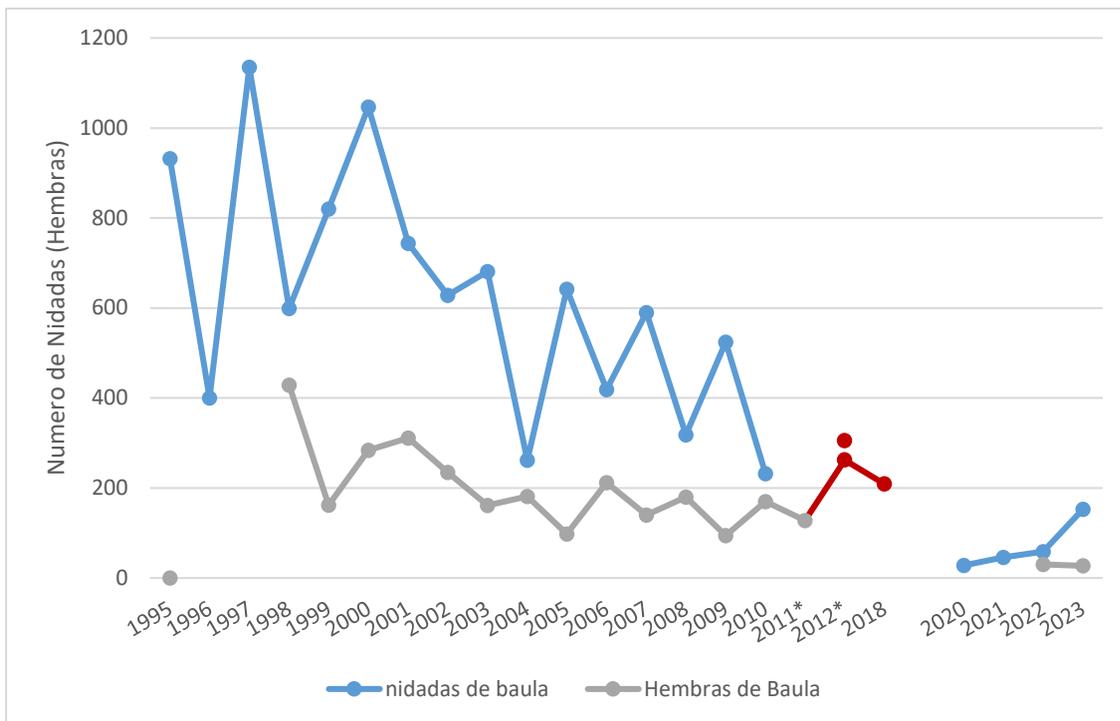


Figura 19. Actividad histórica de anidación de la tortuga baula en el REGAMA. Los datos del año 2011 y 2012 no son muy fiables y los datos de la temporada 2020 son incompletos.

Destino de las Nidadas

Dos nidadas de la tortuga baula fueron puestas antes del 1 de marzo (cuando salió nuestro permiso de investigación) y se quedaron naturales. Desafortunadamente, 13 de nidadas naturales se perdieron por erosión d (Figura 20). Cientotrentaytres nidadas fueron relocalizadas con éxito a sitios más seguros en la playa (Figura 20). Seis nidadas fueron robadas por humanos y ninguna nidada de la tortuga baula fue depredada. Este año contamos primero con muy poca lluvia, temperaturas muy altas y mareas muy bajas que prevenieron la erosion de la playa en Abril y Mayo y parte de Junio pero afectaron el exito de eclosion de las nidadas. En Junio y Julio otra vez llegaron lluvias fuerte y mareas muy altas , donde las mareas llegaron varias veces hasta la vegetación y más allá y por semanas no habia playa. Por esta razón se perdieron casi todas las nidadas naturales por inundación y erosión y nidos relocalizadas sufrieron bajo la falta de lluvia y temperaturas altas. Si todas las nidadas se hubieran dejado naturales, todas habrían perecido. **Debido a las condiciones drásticas que se observan en la playa de Gandoca desde hace décadas (erosion, mareas altas y falta de playa) no es posible de manejar un vivero en la playa de Gandoca, como estamos haciendo en otras playas. Además, la comunidad de científicos ya no recomienda viveros como medida principal para aumentar la cantidad de crias de tortuas marinas por las altas temperaturas que existen en viveros, no importa si hay sombra artificial o no.**

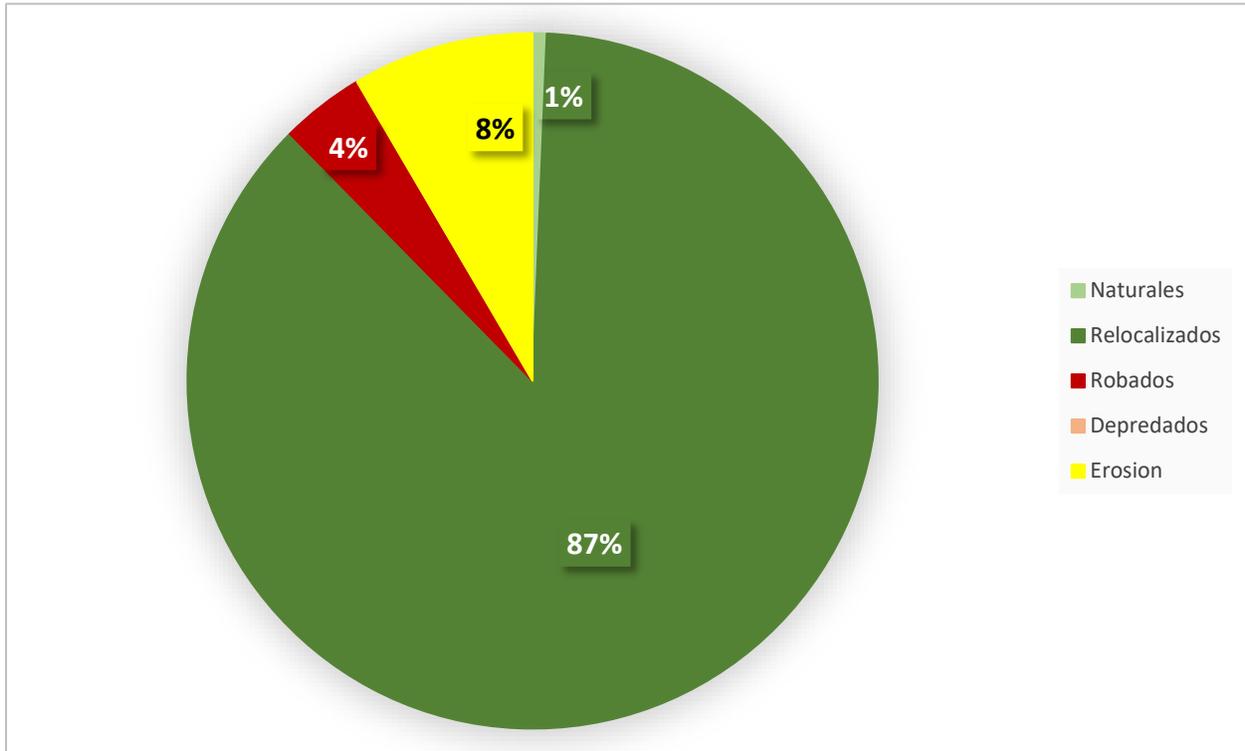


Figura 20. Destino de las nidadas puestas de la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) durante la temporada 2023 en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo.

Éxito de las Nidadas y Cantidad de Crías Producidas

El éxito de nidadas de la tortuga baula en 2023 fue de un 86,9 % (133 de 153 nidos incubaron exitosamente).

El por medio del periodo de la incubación fue de 81 días (n=98; rango 57-118 días; SD \pm 19,8), unos días menos por medio que en la temporada anterior. Eso seguramente es debido a las lluvias frecuentes y temperaturas bajas durante la temporada pasada.

El éxito de eclosión de las nidadas fue por medio de un 32,8 % (n=98; rango 0-91,0 %; SD \pm 33,6). El éxito de emergencia fue por medio de un 29,8 % (n=98; rango 0-91,3 %; SD \pm 31,9). Tres nidos no nacieron por mareas altas. En algunos nidos las crías se quedaron atrapadas adentro de raíces adentro del nido y no pudieron salir solos. Por las exhumaciones que ejecutamos unos 24 horas hasta 48 horas después que nació la mayoría de los neonatos, muchos bebés se pudieron rescatar y liberar.

El tamaño de bebés fue por medio de un 5,8 cm largo del caparazón recto (LCR) (n=9 nidadas (90 neonatos); rango 4,6-6,3; SD \pm 0,5) y de un 3,8 cm ancho del caparazón recto (ACR) (n=9 nidadas (90 neonatos)); rango 3,1-4,2; SD \pm 0,3). Los neonatos de la baula pesaron por medio 44,5 g (n=9 nidadas (90 neonatos); rango 35,0-51,18; SD \pm 5,2).

Basado en la cantidad de cascaras contadas durante los exhumaciones estimamos que un total de 3,428 neonatos de la tortuga baula nacieron y emergieron exitosamente en el REGAMA durante 2023..

Población Anidadora y Marcado-Recaptura

Se identificaron 78 hembras anadoras diferentes durante la temporada. Cinuentraycuatro hembras llegaron con marcas de otros proyectos y 24 fueron marcado por primera vez por nosotros, de cual fueron 22 neofitas y 2 de temporadas anteriores. Nosotros vimos cada una de las hembras que llegaron a anidar. La cantidad media de nidadas por hembra son de cinco a siete nidadas pero no son muy fieles a un solo sitio (Spotila 2004; Eckert *et al.* 2012). Nuestras hembras tampoco depositaron todas sus nidadas en la playa Gandoca. Más bien, la mayoría solamente puso una nidada.

El tamaño por medio de las hembras medidas fue 151,3 cm largo del caparazón curvado (LCC) (n=78; rango 104,1-169,7; SD \pm 8,7) y 111,5 cm ancho del caparazón curvado (ACC) (n=78; rango 99,3-148,7; SD \pm 7,3).

Cada hembra anadora de la tortuga baula puso un por medio de 78 huevos por nidada (n=133; rango 20-118 huevos; SD \pm 17,1). Logramos salvar 10,452 huevos de robo, depredación y erosión.

Tabla 2. Lista de hembras individuales de la tortuga baula identificado en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo durante la temporada 2023. Estado Migratorio se refiere a tres categorías: hembras previamente marcados en otras temporadas (remigrante – REM), hembras marcados en la misma temporada pero en otras playas (reanidante – REN) e hembras marcadas por la primera vez en la temporada presente (recluta – REC).

Individuo #	Placa Izquierda	Placa Derecha	PIT	Estado Migratorio
1	-	VC7382	-	REM
2	-	VC7382	-	REM
3	-	LLT564	AVID*604*565*383	REM
4	1011CR	1205CR	0985120009989272	REM
5	1023CR	-	AVID*604*565*078	REM
6	1029CR	1254CR	AVID*604*564*795	REM
7	1035CR	1036CR	AVID*604*563*296	REM
8	1039CR	1040CR	0985121020473124	REM
9	1057CR	1212CR	AVID*604*571*624	REC
10	1066CR	VA5601	AVID*029*296*319	REM
11	1067CR	1068CR 1303CR	AVID*029*323*864	REM
12	1069CR 1065CR	1070CR	AVID*604*566*845	REC
13	1071CR	1072CR	AVID*604*569*108	REC
14	1073CR	1074CR	AVID*604*554*563	REC
15	1075CR	1076CR	AVID*604*558*266	REC
16	1079CR	1080CR	AVID*604*562*638	REC
17	1203CR	1204CR	-	REC
18	1207CR	1208CR 1253CR	AVID*604*567*122	REC
19	1209CR	1210CR	-	REC

20	1213CR	1214CR	AVID*604*560*769	REC
21	1215CR	1216CR	123727797A	REM
22	1219CR	VC6419	126476777A	REM
23	1223CR	1224CR	0989001001695065	REM
24	1226CR	1227CR	AVID*604*552*837	REC
25	1229CR	1230CR	0982000409278814	REM
26	1232CR	1233CR	AVID*604*571*629	REC
27	1235CR	1236CR	AVID*604*564*565	REC
28	1238CR	1239CR	AVID*604*563*119	REC
29	1242CR	1243CR	AVID*604*574*010	REC
30	1246CR	1247CR	AVID*604*564*775	REC
31	1249CR	1250CR	AVID*604*564*011	REC
32	1251CR	1252CR	AVID*604*650*615	REC
33	1255CR	1256CR	NO TIENE	REC
34	1257CR	1258CR	AVID*604*571*303	REC
35	1265CR	1266CR	NO TIENE	REC
36	1271CR	1272CR	NO TIENE	REC
37	1273CR	1274CR	AVID*604*569*883	REC
38	CH12294	CH12295	AVID*604*574*082	REM
39	CH12620	CH12621	AVID*604*569*266	REM
40	CHB0266	1241CR	4A0B26110B	REM
41	CHB0458	CHB0459	-	REM
42	CHB0709	CHB1568	-	REM
43	CR11736	CR117367	AVID*604*571*801	REM
44	ELT2805	ELT2806	AVID*604*555*036	REM
45	EPI00352	EPI00215	NOT CHECKED	REM
46	EPI00533	EPI00534	0982000408443950	REM
47	EPI00581	PN5392	0982000410281079	REM
48	HB1584	-	AVID*604*557*257	REM
49	PN1698	-	-	REM
50	PN1930	CH8884	AVID*604*558*298	REM
51	PN5346	PN5345	133154271A	REM
52	VC1768	VC7117	131956696A	REM
53	VC2476	VC6878	-	REM
54	VC2978	CHB0322	AVID*604*555*085	REM
55	VC2994	VC8662	-	REM
56	VC6454	VC8168	-	REM
57	VC7333	VC7363	AVID*604*554*007	REM
58	VC7466	VC7467	-	REM
59	VC7804	1058CR	-	REM
60	VC7846	VC7847	AVID*604*573*338 or AVID*604*573*336	REM

61	VC7848	1217CR	AVID*604*564*036	REM
62	VC7903	1211CR	0989001006601658	REM
63	VC7909	1220CR	-	REM
64	VC8079	VC8199	AVID*604*564*067	REM
65	VC8082	1078CR	AVID*604*564*806	REM
66	VC8143	1222CR 1221CR	AVID*604*571*086	REM
67	VC8201	VC8202	AVID*604*563*086	REM
68	VC8254 or VC8554	1022CR	AVID*604*567*096	REM
69	VC8401 or VC8431	1206CR	AVID*604*565*826	REM
70	VC8445	VC7803	0985111000928494	REM
71	VC8448	VC8449	AVID*604*557*285	REM
72	VC8450	CH11879	-	REM
73	VC8464	VC8465	0985111000928827	REM
74	VC8570	VC8571	AVID*604*570*294	REM
75	VC8577	VC8578	AVID*604*565*056	REM
76	VC8583	VC8585	-	REM
77	WC17253	WC17290	-	REM
78	WC18409	1202CR (previous season) 1064CR	AVID*604*554*022	REM

Tortuga Verde (*Chelonia mydas*)

Actividad de Anidación (Temporal y Espacial)

Entre el 1 de marzo y el 15 de Noviembre de 2023 se registraron 23 nidadas de la tortuga verde en la playa principal de Gandoca. La primera nidada fue puesta el 26 de Marzo de 2023 y la última nidada fue puesta el 10 de Noviembre 2023. La mayor actividad de anidación se registró en los meses de Julio y Agosto (n=14 nidadas, Figura 21)

Un gran parte de las nidadas (n=13 nidadas) fue puesta en el sector C de la playa principal de Gandoca (Figura 22). En comparación con la actividad durante los últimos 25 años (Figura 3), el número de las nidadas está adentro del rango de los años para cuales tenemos datos pero el más alto en las últimas cuatro temporadas.

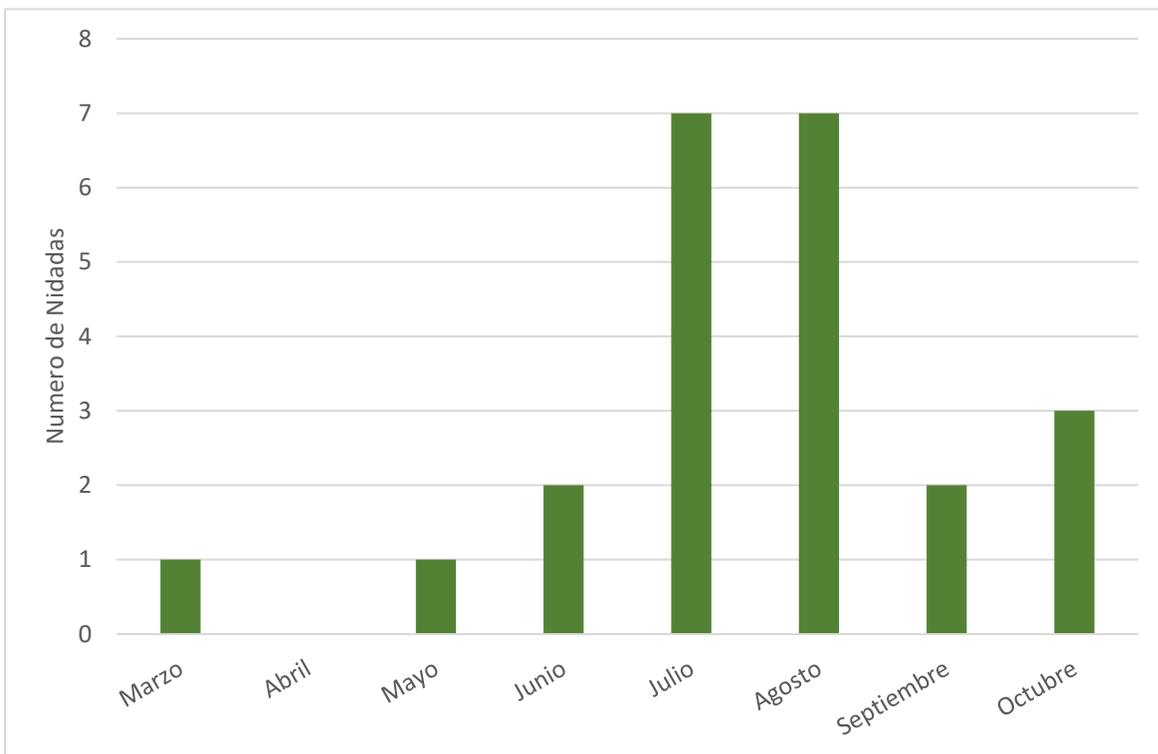


Figura 21. Actividad de anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el Refugio de la Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo durante la temporada 2023.

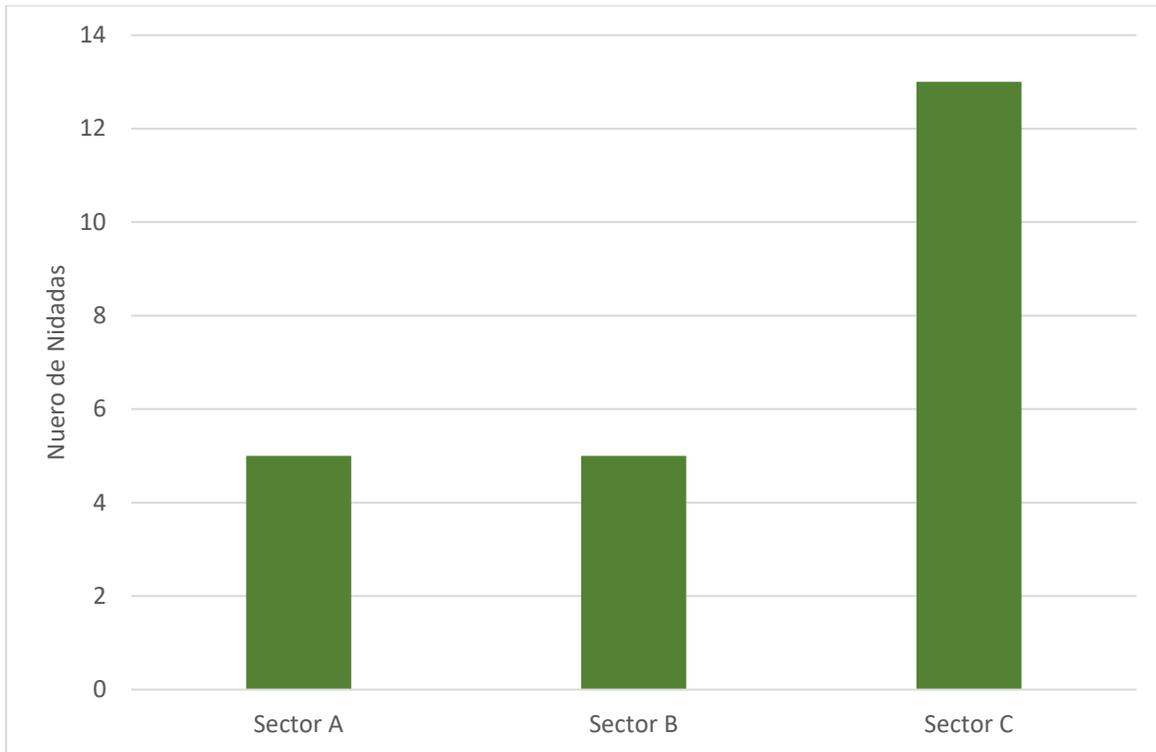


Figura 22. Actividad de anidación de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el Refugio de la Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo durante la temporada 2023 por sector en la playa.

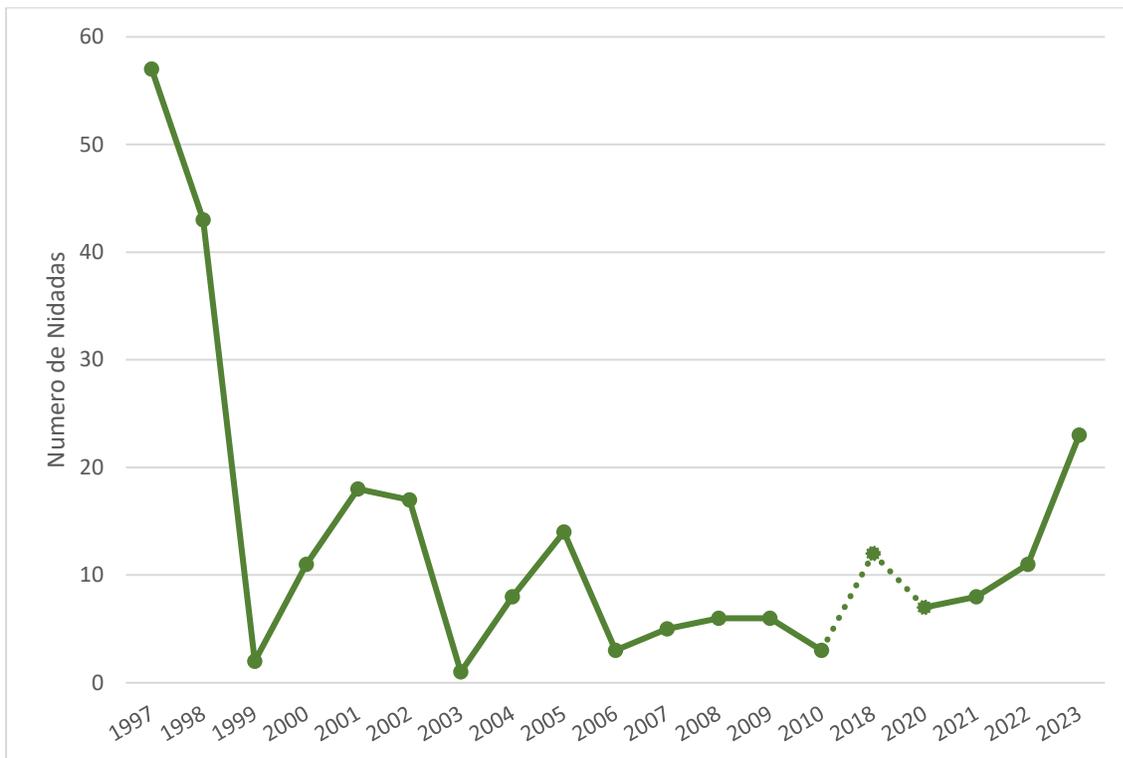


Figura 23. Actividad histórica de anidación de la tortuga verde en el REGAMA.

Destino de las Nidadas

Veintidos de las nidadas de la tortuga verde fueron relocalizado con éxito a sitios más seguros en la playa. Una nidada fue saqueados por humanos (Figura 24).

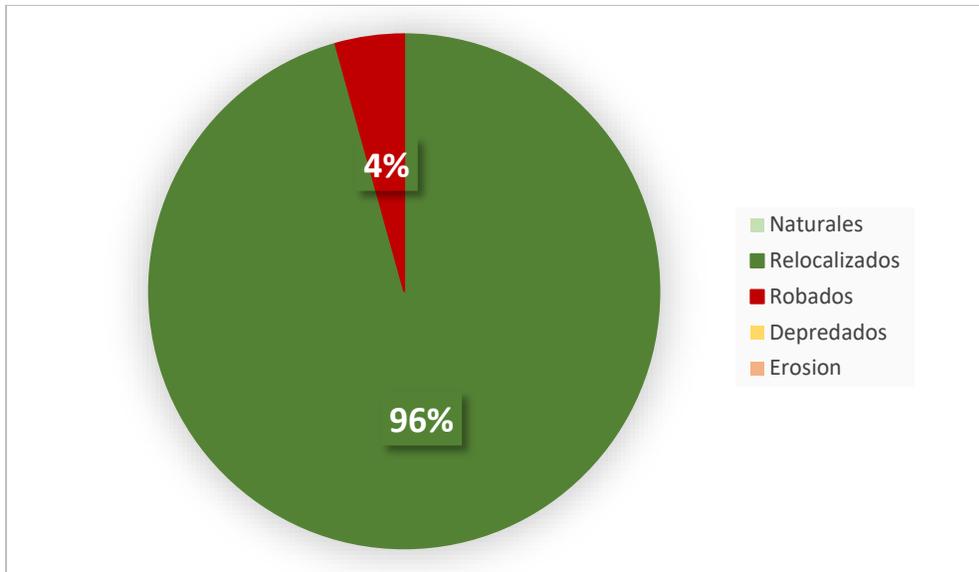


Figura 24. Destino de las nidadas puestas de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) durante la temporada 2023 en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo.

Éxito de las Nidadas y Cantidad de Crías Producidas

El éxito de nidadas de la tortuga verde en 2023 fue de un 95,2 % (20 de 21 nidadas incubaron exitosamente).

El por medio del periodo de la incubación fue de 57,1 días (n=17; rango 50-71 días; SD \pm 6,7), un poco más que en la temporada anterior.

Exhumamos todas las nidadas de la tortuga verde. El éxito de eclosión de las nidadas fue por medio de un 69,1 % (n=17; rango 32,3-92,0 %; SD \pm 21,5). El éxito de emergencia fue por medio de un 65,3 % (n=17; rango 31,3-85,4%, SD \pm 20,2). En algunos nidos las crías se quedaron atrapadas adentro de raíces adentro del nido y no pudieron salir solos. Por las exhumaciones que ejecutamos unos 24 horas hasta 48 horas después que nació la mayoría de los neonatos, muchos bebés se pudieron rescatar y liberar.

El tamaño de bebés fue por medio de un 5,1 cm largo del caparazón recto (LCR) (n=2 nidadas (20 neonatos); rango 5-5,3; SD \pm 0,3) y de un 3,9 cm ancho del caparazón recto (ACR) (n=2 nidadas (20 neonatos)); rango 3,5-4,2; SD \pm 0,4). Los neonatos de la verde pesaron por medio 24,7 g (n=2nidadas (20 neonatos); rango 21,4-29,4; SD \pm 3,1).

De todas las nidadas puestos nacieron y se liberaron 1.396 neonatos de la tortuga verde en el REGAMA durante 2023.

Población Anidadora y Resultado de Marcado-Recaptura

Se identificaron seis hembras anidadoras diferentes durante la temporada. Una hembras llego con placas de un otro proyecto, el resto llego sin placas y fue marcado por nosotros.

El tamaño por medio de las hembras anidadoras fue de un 103,4 cm largo del caparazón curvado (LCC) (n=7; rango 91,7-126,3 cm; SD \pm 11,3) y de un 86,9 cm ancho del caparazón curvado (n=7; rango 72,4-96,3 cm, SD \pm 7,6)

Cada hembra anidadora de la tortuga verde puso un por medio de 101 huevos por nidada (n=20; rango 32-150 huevos; SD \pm 27,1). En total logramos salvar de robo y erosión 2.020 huevos.

Tabla 3. Lista de hembras individuales de la tortuga verde identificado y marcado en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo durante la temporada 2023. Estado Migratorio se refiere a tres categorías: hembras previamente marcados en otras temporadas (remigrante – REM), hembras marcados en la misma temporada pero en otras playas (reanidante – REN) e hembras marcadas por la primera vez en la temporada presente (recluta – REC).

Individuo #	Placa Izquierda	Placa Derecha	Estado Migratorio
1	0230CR	0231CR	REC
2	1261CR	1262CR	REC
3	NO TIENE	1308CR	REC
4	1311CR	1312CR	REC
5	1314CR	1313CR	REC
6		CH12565	REM

V.2.b. Recomendaciones de manejo:

El reporte de nosotros demuestra que **todavía existe una actividad importante de anidación de tortugas marinas en el REGAMA**, aunque ahora la especie mas dominante e importante es la tortuga carey. Nosotros recomendamos seguir con un monitoreo de actividades de anidación a largo plazo. Recomendamos que el monitoreo empieza en Febrero y sigue hasta el fin de Enero del proximo año para capturar toda la actividad de anidación de la tortuga baula y de la tortuga carey y tambien terminar la colecta de datos acerca de nidos nacidos.

Además, recomendamos **seguir a combinar la colección de datos con medidas de protección de las nidadas. Pero, las medidas de protección de las nidadas NO SE DEBERIA HACER EN ABSOLUTO con un vivero o peor en un criadero tipo hieleros**. Debido a las erosión drastica que se esta observan en la playa de Gandoca desde hace decadas y la inestabilidad de la playa y falta de falta no es posible de manejar un vivero en la playa de Gandoca, como estamos haciendo en otras playas. Además, la comunidad de cientificos ya no recomienda viveros (o criaderos) como medida principal para aumentar la cantidad de crias de tortugas marinas por las altas temperaturas que existen en viveros y criaderos, no importa si hay sombra artificial o no, y resultan en exitos de eclosion muy bajas y feminización de poblaciones.

Recomendamos seguir con medidas mecánicas para prevenir depredación de nidadas de carey por mapaches y zorillos. Además, para evitar el robo de nidadas por humanos se debería mantener una cantidad adecuada de gente trabajando en la playa para cubrir la playa suficiente seguida.

También, el constante apoyo de los guarda parques en conjunto con un refuerzo por lado de las Esfuerzas Publicas, Guarda Costas o similar será invaluable para próximas temporadas para prevenir la entrada a la playa de gente no autorizados en las noches.

La limpieza de la playa es un tema que necesita más atención en el futuro porque no hay esfuerzos constantes para quitar madera deriva cual está impidiendo la anidación de las tortugas y que los recién nacidos están llegando al agua. Además, los desechos de plásticos traídos por visitantes y por el mar muchas veces se quedan en la playa si no hay más limpiezas durante el año. Estamos recomendando una colaboración seguida con la comunidad de Gandoca para limpiar las playas frecuentemente y encontrar una manera para mejorar el manejo de la basura que los visitantes dejan en la playa.

Por lo tanto, nos gustaría solicitar una renovación de nuestro permiso de investigación para la temporada 2024.

VII. ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

La estrategia de comunicación de nuestros resultados es una estrategia integral. El informe que estamos presentando en este momento, va a estar subido a nuestras páginas de web en español e inglés, además estaría subido a varias plataformas como la de ResearchGate.

Los resultados van a estar también presentados en el próximo simposio de la biología y conservación de tortugas marinas (ISTS 2024 en Thailandia) y además hay dos artículos científico en preparación, de cual una esta para la revista *Chelonian Conservation and Biology*.

Hemos participado en el proceso de la "Actualización de los vacíos de conservación marinos y costeros de Costa Rica" para el informe GRUAS II, volumen III, organizado por el SINAC.

Esperamos que podríamos también participar en otros talleres nacionales y locales para compartir nuestros resultados y tener parte en discutir mejor estrategias para la protección y conservación de tortugas marinas en Costa Rica y específicamente en el Caribe.

En el futuro, los rastros de nuestras tortugas con transmisores satelitales van a estar visible para el público por lado de una plataforma parecido a *OCEARCH*, que forma una base de datos para el estudio de la migración de diferentes especies marinas y cual también se dedica a la comunicación de la ciencia en general.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Balazs, G.H., Miya, R.K. & Beavers, S.C. (1996) Procedures to attach a satellite transmitter to the carapace of an adult green turtle. . *Fifteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, pp. 21-26. NMFS-SEFSC-387.
- Bearhop, S., Adams, C.E., Waldron, S., Fuller, R.A. & MacLeod, H. (2004) Determining trophic niche width: a novel approach using stable isotope analysis. *Journal of Animal Ecology*, **73**, 1007-1012.
- Binckley, C.A., Spotila, J.R., Wilson, K.S. & Paladino, F.V. (1998) Sex determination and sex Ratios of pacific leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*. *Copeia*, **1998**, 291-300.
- Bjorndal, K.A., Carr, A., Meylan, A.B. & Mortimer, J.A. (1985) Reproductive biology of the hawksbill *Eretmochelys imbricata* at Tortuguero, Costa Rica, with notes on the ecology of the species in the Caribbean. *Biological Conservation*, **34**, 353-368.
- Bustard, H.R. & Greenham, P. (1968) Physical and chemical factors affecting hatching in the green sea turtle, *Chelonia mydas* (L.). *Ecology*, **49**, 269-276.
- Chacón-Chaverri, D. & Eckert, K.L. (2007) Leatherback sea turtle nesting at Gandoca Beach in Caribbean Costa Rica: management recommendations from fifteen years of conservation. *Chelonian Conservation and Biology*, **6**, 101-110.
- Chacon Chaverri, D. (1999) Anidación de la tortuga *Dermochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae) en playa Gandoca, Costa Rica (1990 a 1997). *Revista de Biología Tropical*, **47**, 225-236.
- Chacon, D., McLarney, W., Ampie, C. & Venegas, B. (1996) Reproduction and conservation of the leatherback turtle *Derrnochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae) in Gandoca, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, **44**, 853-860.
- Chacón, D., Sánchez, J., Calvo, J. & Ash, J. (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. (R-055-2007 SINAC). pp. 103. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). Gobierno de Costa Rica., San Jose.
- Chan, E.H. & Liew, H.C. (1995) Incubation temperatures and sex-ratios in the Malaysian leatherback turtle *Dermochelys coriacea*. *Biological Conservation*, **74**, 169-174.
- Cortés Núñez, J. (1992) Los arrecifes coralinos del Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo, Limón, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, **40**, 325-333.
- Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energia (2018) *Estrategia Nacional para la Conservación y Protección de las Tortugas Marinas en Costa Rica*, 1 edn., San Jose, Costa Rica.
- DeNiro, M.J. & Epstein, S. (1978) Influence of diet on distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, **42**, 495-506.
- DeNiro, M.J. & Epstein, S. (1981) Influence of diet on distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, **45**, 341-351.
- Dutton, P.H., Bowen, B.W., Owens, D.W., Barragan, A. & Davis, S.K. (1999) Global phylogeography of the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*). *Journal of Zoology*, **248**, 397-409.
- Dutton, P.H., Roden, S.E., Stewart, K.R., LaCasella, E., Tiwari, M., Formia, A., Thomé, J.C., Livingstone, S.R., Eckert, S., Chacon-Chaverri, D., Rivalan, P. & Allman, P. (2013) Population stock structure of leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in the Atlantic revealed using mtDNA and microsatellite markers. *Conservation Genetics*, **14**, 625-636.
- Eckert, K.L. & Beggs, J. (2006) Marine Turtle Tagging: A Manual of Recommended Practices. *WIDECASSTechnical Report No. 2*, pp. 40. Beaufort, North Carolina.
- Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A. & Donnelly, M. (1999) Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.
- Eckert, K.L. & Eckert, S.A. (1990) Embryo mortality and hatch success in In situ and translocated leatherback sea turtle *Dermochelys coriacea* eggs. *Biological Conservation*, **53**, 37-46.

- Eckert, K.L., Wallace, B.P., Frazier, J.G., Eckert, S.A. & Pritchard, P.C.H. (2012) Synopsis of the biological data on the leatherback sea turtle, *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761). *Biological Technical Publication*. US Department of Interior, Fish and Wildlife Service.
- Figgenger, C. (2009) Playa Gandoca Hawksbill Turtle and Green Turtle Season 2009. Reporte Final MINAE/SINAC.
- Figgenger, C., Bernardo, J. & Plotkin, P.T. (2018) Successful use of the IRIDIUM satellite system to study the fine-scale movements of interesting marine turtles. *The Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation 2018*. poster presentation, Kobe, Japan.
- Figgenger, C., Chacón-Chaverri, D., Jensen, M.P. & Feldhaar, H. (2016) Paternity re-visited in a recovering population of Caribbean leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **475**, 114-123.
- Figgenger, C. & Oporta MacCarthy, A. (2021) Informe Final Resolucion N° R-SINAC-PNI-ACLAC-024-2020. COASTS, Sistema Nacional de Áreas de Conservación—SINAC.
- Figgenger, C. & Oporta MacCarthy, A. (2022) Informe Final Resolucion N° R-SINAC-PNI-ACLAC-005-2022. COASTS, Sistema Nacional de Áreas de Conservación—SINAC.
- Fonseca, L.G., Villachica, W., Algüera, H., Cerdas, M., Cortés, M., Babb, K., Saballo, J., Argueta, N., Arana, W. & Chacón-Chaverri, D. (2018) Monitoreo Ecológico Marino de la Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) y Tortuga Verde (*Chelonia mydas*) en el Parque Nacional Cahuita y el Refugio de Vida Silvestre Gandoca Manzanillo. *Monitoreo Ecológico Marino – Playa de Anidación de Tortugas Marinas*. Asociacion LAST, Costa Rica.
- Furler, S. (2005) Hatching success of the leatherback sea turtle, *Dermochelys coriacea*, in natural and relocated nests on Gandoca beach, Costa Rica Master of Science, University of Basel.
- Gautreau, S. (2007) Dipteran larvae infestation of leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) nests on Gandoca beach, Costa Rica. Master of Science, University of Guelph.
- Heidemeyer, M., Delgado-Trejo, C., Hart, C.E., Clyde-Brockway, C., Fonseca, L.A., Mora, R., Mora, M., Lara, A. & Obando, R. (2018) Long-term in-water recaptures of adult black turtles (*Chelonia mydas*) provide implications for flipper tagging methods in the Eastern Pacific. *Herpetological Review*, **46**, 653-657.
- Hobson, K.A. (1999) Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review. *Oecologia*, **120**, 314-326.
- James, M.C., Eckert, S.A. & Myers, R.A. (2005) Migratory and reproductive movements of male leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*). *Marine Biology*, **147**, 845-853.
- Krupp, L.S., Cortes, J. & Wolff, M. (2009) Growth dynamics and state of the seagrass *Thalassia testudinum* in the Gandoca-Manzanillo National Wildlife Refuge, Caribbean, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, **57**, 187-201.
- Lopez-Castro, M.C., Bjorndal, K.A. & Bolten, A.B. (2014) Evaluation of scute thickness to infer life history records in the carapace of green and loggerhead turtles. *Endangered Species Research*, **24**, 191-196.
- Mansfield, K.L., Wyneken, J., Rittschof, D., Walsh, M., Lim, C.W. & Richards, P.M. (2012) Satellite tag attachment methods for tracking neonate sea turtles. *Marine Ecology Progress Series*, **457**, 181-192.
- Marshall, H.H., Inger, R., Jackson, A.L., McDonald, R.A., Thompson, F.J. & Cant, M.A. (2019) Stable isotopes are quantitative indicators of trophic niche. *Ecology Letters*, **0**.
- Michener, R. & Lajtha, K. (2007) *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.
- Miller, E.A., McClenachan, L., Uni, Y., Phocas, G., Hagemann, M.E. & Van Houtan, K.S. (2019) The historical development of complex global trafficking networks for marine wildlife. *Science Advances*, **5**, eaav5948.
- Mortimer, J.A. (1990) The influence of beach sand characteristics on the nesting behavior and clutch survival of green turtles (*Chelonia mydas*). *Copeia*, **1990**, 802-817.

- Mortimer, J.A., Donnelly, M. & (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group) (2008) *Eretmochelys imbricata*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2008*, pp. e.T8005A12881238.
- Mrosovsky, N. & Yntema, C.L. (1980) Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: implications for conservation practices. *Biological Conservation*, **18**, 271-280.
- Reich, K.J. & Seminoff, J.A. (2010) Standardizing Sample Collection, Preparation, and Analysis of Stable Isotopes of Carbon and Nitrogen in Sea Turtle Research. *Second Workshop on Stable Isotope Techniques in Sea Turtle Research*, pp. 24. 30th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation in Goa, India.
- Reina, R.D., Mayor, P.A., Spotila, J.R., Piedra, R. & Paladino, F.V. (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.
- Rubenstein, D.R. & Hobson, K.A. (2004) From birds to butterflies: animal movement patterns and stable isotopes. *Trends in Ecology & Evolution*, **19**, 256-263.
- Santidrián Tomillo, P., Vélez, E., Reina, R.D., Piedra, R., Paladino, F.V. & Spotila, J.R. (2007) Reassessment of the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) nesting population at Parque Nacional Marino Las Baulas, Costa Rica: effects of conservation efforts. *Chelonian Conservation and Biology*, **6**, 54-62.
- Seminoff, J.A. & Southwest Fisheries Science Center, U.S. (2004) *Chelonia mydas*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2004*, pp. e.T4615A11037468.
- Semmens, B.X., Ward, E.J., Moore, J.W. & Darimont, C.T. (2009) Quantifying inter- and intra-population niche variability using hierarchical Bayesian stable isotope mixing models. *Plos One*, **4**, e6187.
- Spanier, M.J. (2010) Beach erosion and nest site selection by the leatherback sea turtle *Dermochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae) and implications for management practices at Playa Gandoca, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, **58**, 1237-1246.
- Spotila, J.R. (2004) *Sea Turtles: A Complete Guide to their Biology, Behavior, and Conservation*. John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- Spotila, J.R., Reina, R.D., Steyermark, A.C., Plotkin, P.T. & Paladino, F.V. (2000) Pacific leatherback turtles face extinction. *Nature*, **405**, 529.
- Steyermark, A.C., Williams, K., Spotila, J.R., Paladino, F.V., Rostal, D.C., Morreale, S.J., Koberg, M.T. & Arauz-Vargas, R. (1996) Nesting leatherback turtles at Las Baulas National Park, Costa Rica. Anidamiento de las tortugas baula en el Parque Nacional Marino Las Baulas, Costa Rica. *Chelonian Conserv Biol*, **2**, 173-183.
- The Northwest Atlantic Leatherback Working Group (2019) *Dermochelys coriacea* (Northwest Atlantic Ocean subpopulation). *The IUCN Red List of Threatened Species 2019*, pp. e.T46967827A83327767.
- Wallace, B.P., Tiwari, M. & Girondot, M. (2013) *Dermochelys coriacea*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2013*, pp. e.T6494A43526147.
- Witzell, W.N. (1983) Synopsis of biological data on the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766). Food & Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Wyneken, J., Burke, T.J., Salmon, M. & Pedersen, D.K. (1988) Egg failure in natural and relocated sea turtle nests. *Journal of Herpetology*, **22**, 88-96.

IX. APPENDIX I: Impacto Socio-Económico

La asociación sin fines de lucro *Costa Rican Alliance for Sea Turtle Conservation & Science (COASTS)* y el emprendimiento social *Nāmaka Conservation Science Limitada* a través de sus actividades y proyectos, ejercen un impacto en la comunidad científica, comunidad de conservacionista pero también en las comunidades en cuales trabajan y realizan proyectos. Promoviendo la investigación y la conservación de tortugas marinas en el ámbito de la biología marina y funcionando como un generador y transmisor de conocimiento científico, tanto como acciones concretas para la protección de las tortugas marinas a través de la participación comunitaria. Tanto *COASTS* como *Nāmaka* brindan lugares de encuentro para las profesionales de la conservación marina y para comunidades rurales en Costa Rica, desempeñando un papel crucial en el asesoramiento a los organismos públicos encargados de tomar decisiones en la materia de la conservación de tortugas marinas. Toda lo anterior tiene un fin, que es conservar tortugas marinas para futuras generaciones mientras generando un impacto social e impacto económico positivo para las comunidades cercanas.

Esta parte del informe se elaboró con el fin de poner a disposición información relevante y detallada a sus grupos de interés sobre sus impactos directo e indirecto en la comunidad de Gandoca durante el año 2023, desde un punto de vista socio-económico. Igualmente, también se elaboró este informe y con el fin de asegurar la transparencia en la gestión de manejar los fondos de *COASTS/Nāmaka*.

Los **impactos directos** del proyecto son principalmente a través de los salarios que pagamos a nuestros asistentes locales de investigación por sus *servicios profesionales*. En total contratamos a nueve asistentes locales por siete meses y medio en tiempo completo durante la temporada 2023 y cuatro de esos asistentes seguirán en tiempo medio haciendo censos en los meses Noviembre, Diciembre. Además, a través del alojamiento para nuestros asistentes estudiantiles, que se quedaron con una familia local en Gandoca. Además contratamos gente del pueblo por días para ayudar con las limpiezas de playa. Los **impactos indirectos** son a través de nuestra educación ambiental y del turismo promovido por nosotros. En 2023, gracias a fondos de MCAF del New England Aquarium tuvimos fondos para visitar 17 escuelas en la zona y llevar los estudiantes a la playa para conocer a nuestros esfuerzos de conservación e investigación. También visitaron varios turistas el proyecto que se quedaron con familias locales. Además había un ingreso para la comunidad por lado de los asistentes estudiantiles que compraron helados y galletas en las pulperías, contrataron gente de la comunidad para servicios de taxis, etc.

Salarios de los asistentes de investigación locales	US\$ 28.310
Hospedaje de asistentes estudiantiles	US\$ 5.450
Hospedaje y Alimentación de Voluntarios (estimado)	US\$ 3.000
Remuneraciones para la gente ayudando con las limpiezas	US\$ 2.113
Donación para la ADIG (Festival del Manatí y otro)	US\$ 200
TOTAL	US\$ 38.873

En conclusión, COASTS/ Nāmaka genero un ingreso de más de US\$ 38.873 para la comunidad de Gandoca en el 2023.



X. APPENDIX II: Restauración del Hábitat

En 2023 realizamos limpiezas de playa cada semana con el equipo de trabajo. Cada semana también clasificamos los residuos encontrados (plástico reciclable, plástico no-reciclable, aluminio/metal, vidrio) y lo mandamos a reciclar.

En total **colectamos 4.452.4 kg de residuos plasticos en la playa** durante la temporada de anidación de 2023.

Durante la temporada 2022 empezamos con un vivero de manglares y lo seguiremos en 2023. En total sembramos 543 arbolitos de mangle en la laguna de Gandoca en 2023.

