

REPORTE ANUAL DEL MONITERIO
DE TORTUGA VERDE Y TORTUGA
LORA EN EL PACÍFICO SUR DE
COSTA RICA
PLAYAS RIO ORO Y PEJEPERRO



Temporada 2022-2023

Bióloga Regente: Katya Barrantes

Co-Investigadora: Laura Exley

Autores: Lucia Heredero,

Isabel Hidalgo, Alba López, Irene Pulido, Irene Villegas.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. METODOLOGÍA.....	7
2.1 ÁREA DE ESTUDIO	7
2.2 ESPECIE DE ESTUDIO	9
2.3 MUESTREO EN PLAYA.....	10
2.4 TORTUGAS ANIDANTES	12
2.5 NIDOS	15
3. RESULTADOS	18
3.1 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE NIDOS	18
3.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS NIDOS.....	22
3.3 EXHUMACIONES	27
3.4 DEPREDACION Y SAQUEO	29
3.5 BIOMETRÍA	30
3.6 INFLUENCIA DE LA VEGETACIÓN EN NIDOS DE TORTUGA VERDE.....	31
3.7 PROGRAMA DE MARCAJE.....	33
4. DISCUSIÓN.....	35
4.1 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LOS NIDOS.....	35
4.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS NIDOS.....	35
4.3 EXHUMACIONES	36
4.4 DEPREDACIÓN Y SAQUEOS.....	37
4.5 INFLUENCIA DE LA VEGETACIÓN EN NIDOS DE TORTUGA VERDE.....	37
4.6 PROGRAMA DE MARCAJE	38
5. PLAN DE MANEJO	39
5.1 ESTACION METEOROLÓGICA	39
5.2 TEMPERATURAS.....	39
5.3 MUESTRAS DE SANGRE EN TORTUGA VERDE.....	40
5.4 TELEMETRIA EN HEMBRAS TORTUGA VERDE.....	41
5.5 DATOS BIOMÉTRICOS EN NEONATOS	42

5.6	REFORESTACION PLAYA RÍO ORO Y PEJEPERRO	42
5.7	VIVERO.....	43
6.	AGRADECIMIENTOS	44
7.	BIBLIOGRAFIA.....	45

RESUMEN

El presente informe pretende hacer una valoración del monitoreo de la temporada de anidación 2022- 2023 llevada a cabo por el proyecto comunitario de conservación de tortugas marinas COPROT en las playas Carate, Rio oro y Pejeperro entre el mes de junio de 2022 hasta el mes de marzo de 2023.

Se han registrado un total de 6623 actividades de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*), de las cuales 5112 fueron identificados como nidos y 1511 como salidas falsas. 2551 de los nidos fueron depositados en zona 2, lo cual corresponde al 93,4%

Se han documentado un total de 1050 actividades de tortuga verde (*Chelonia mydas*), de las cuales 346 fueron identificadas como nidos y 710 como salidas falsas.

Se exhumaron 85 nidos de tortuga lora y 62 nidos de tortuga verde en total en ambas playas con éxitos de eclosión de $64.58\% \pm 35.98$ y 84.02 ± 27.35 respectivamente.

de 28 tortugas verdes recapturadas durante la temporada. De las cuales, 9 tortugas se habían marcado en temporadas anteriores y 19 fueron marcadas este año.

Un 5% de nidos de tortuga verde fueron saqueados, siendo mucho mayor esta actividad en la playa de Pejeperro con un total de 15 nidos saqueados, mientras que solo el 1,1% fue depredado. En el caso de las loras un 4,2% de los nidos fue depredado y un 2,4 % fue saqueado.

1. INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas han sido consideradas a través del tiempo como especies emblemáticas, despertando el interés ecológico general debido a que son proveedoras de sustento alimentario, económico y cultural (Briones, 2018). Han sido objeto de planes de conservación alrededor del mundo debido a su importante papel ecológico (Pizarro, 2015). Son animales que actúan como especies paraguas, cuya protección conlleva a proteger poblaciones de otras especies simpátricas, de un nivel trófico inferior y grandes secciones en el ecosistema, por lo que han servido para elegir y diseñar áreas protegidas (Catalá, 2011).

En la actualidad, las tortugas marinas presentan numerosas amenazas, siendo la gran mayoría de origen humano. Tales amenazas pueden ser de acción directa como el consumo y tráfico de su carne y huevos (Briones, 2018), el enganche en plásticos, la captura accidental por distintas pesquerías (Lewison & Crowder, 2006). También pueden ser amenazas indirectas como la destrucción, contaminación y erosión de sus hábitats de desarrollo y anidación (Briones, 2018), y la presencia de animales domésticos como perros que excavan los nidos y depredan tanto huevos como neonatos (Pintos *et al.*, 2013). Como consecuencia de todas estas amenazas, seis de las siete especies de tortugas marinas que habitan el planeta se encuentran en peligro o en estado vulnerable según la UICN (UICN, 2021).

Las costas del sur del Pacífico en Costa Rica, concretamente de la Península de Osa, son importantes zonas de anidación para la tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), y la tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) (Venegas *et al.*, 2015). Las playas de Pejeperro y Río Oro (Pejeperrito) se consideran puntos calientes de anidación para dichas especies en especial para la tortuga verde y lora (Chacón *et al.*, 2007). Localizadas en el territorio de Carate y Río Oro, son dos áreas dentro del

distrito de Puerto Jiménez. La zona está poco poblada y es una de las regiones socioeconómicamente más desfavorecidas de Costa Rica (Friedlander *et al.*, 2022). La economía local depende principalmente del turismo y de industrias primarias como la ganadería y las plantaciones de palma aceitera (Friedlander *et al.*, 2022). Un desarrollo adecuado a pequeña escala puede equilibrarse con algunas prácticas medioambientales para ofrecer oportunidades sociales y económicas sostenibles (Friedlander *et al.*, 2022).

Las amenazas a nivel local en estas playas son algunas de las ya mencionadas, siendo las más destacadas el saqueo de nidos para su posterior venta, la depredación de nidos por perros de compañía y la deforestación derivada de la ganadería en las zonas colindantes, que afecta tanto a la vegetación rastrera como a los arbustos y a los bosques que terminan en la playa (Landes, *et al.*, 2020). Más del 60% de las hembras anidantes de tortuga verde en las playas de Pejeperro y Río Oro anidan en zona de vegetación (Exley, *et al.*, 2022) por lo que la deforestación tiene un impacto especialmente negativo para esta especie. Por estas razones, es necesaria la protección de estas poblaciones mediante programas y proyectos de conservación.

Aunque los planes de conservación de tortugas marinas son una manera más de desarrollo local (Villate, 2012), cambiar los hábitos de las comunidades costeras que normalmente dependen de estas poblaciones para subsistir es el reto más complejo al que puede enfrentarse cualquier proyecto. El uso de los recursos naturales es una fuente vital de ingreso, por lo que es necesario trabajar mano a mano con las comunidades, hacer que se sientan atraídos hacia la conservación y la investigación, y proponer alternativas después de haber evaluado los posibles problemas tanto sociales como económicos (Eckert *et al.*, 2000).

Por lo que, un proyecto de monitoreo, investigación y trabajo con la comunidad como lo es COPROT, contribuye a la protección y conservación de las especies de tortugas marinas mediante la colaboración de gente local, asistentes de campo, internos, voluntarios y otras organizaciones de conservación. En el siguiente reporte se muestran los resultados de esta organización en el monitoreo e investigación de las especies de tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*) y tortuga verde (*Chelonia mydas*) durante la temporada 2022 - 2023 en las playas de Pejeperro y Río Oro.

2. METODOLOGÍA

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio (Figura 1) se extiende a lo largo de dos playas de anidación de tortugas marinas, Playa Pejeperro (8°26'12.46"N, 83°23'59.90"W) y Playa Río Oro (8°32'08.95"N, 83°18'14.09"W). Dichas playas son contiguas y están localizadas en el sur de la Península de Osa, en el extremo suroeste de la costa sur del Océano Pacífico de Costa Rica, considerada uno de los lugares con mayor biodiversidad del país, sino del mundo (Sellés-Ríos *et al.*, 2022; Friedlander *et al.*, 2022).

El área de estudio pertenece a los Refugios de Vida Silvestre Pejeperro y Río Oro que son administrados bajo el Área Conservación Osa (ACOSA) (Quesada-Alpíza & Cortes, 2006). Estos son notablemente ricos en relación a la biodiversidad de hábitats y especies terrestres y marinos. Además, tienen un desarrollo costero relativamente bajo (Quesada-Alpíza & Cortes, 2006; C. R. I., 2013). Sin embargo, la biodiversidad y los entornos marino-costeros se han visto degradados por las actividades humanas, principalmente debido a la rápida expansión del desarrollo agrícola y turístico y a la contaminación del suelo (Arozarena *et al.*, 2015; Friedlander *et al.*, 2022).

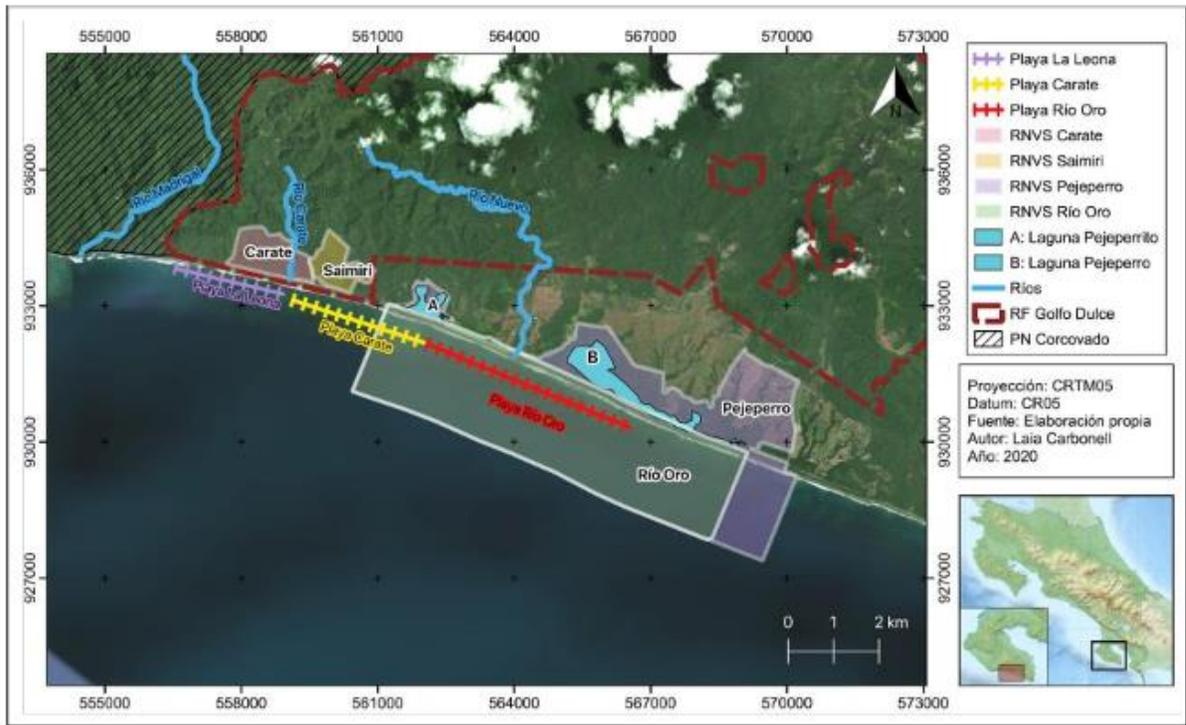


FIGURA 1: ZONA DE MUESTREO.

El clima en esta parte del Pacífico sur de Costa Rica es cálido y húmedo. Se caracteriza por tener una estación lluviosa pronunciada, con fuertes precipitaciones que son especialmente intensas desde agosto hasta principios de diciembre y una estación seca desde finales de diciembre hasta abril en la que la lluvia disminuye, las temperaturas son más altas y hay más horas de sol (Quesada-Alpíza & Cortes, 2006, Brumberg *et al.*, 2021). Las temperaturas medias anuales oscilan entre 24,5 °C y 26,5 °C, y las precipitaciones entre 3000 y 7000 mm (Brumberg *et al.*, 2021).

La playa de Río Oro tiene una longitud aproximada de 3 km que se extienden desde la laguna costera de Pejeperro hasta la desembocadura del río Oro. Por otro lado, la playa de Pejeperro tiene una longitud de 3,5 km desde la desembocadura del río Oro hasta la laguna costera de Pejeperro (Ávila-Aguilar, 2015; C. R. I., 2013). Ambas playas son muy inclinadas, bañadas por las mareas y la composición de la arena difiere a lo largo de las playas entre fina y guijarrosa (Sellés-Ríos *et al.*, 2022). Las lagunas costeras que definen los límites de las playas son ecosistemas vulnerables e importantes con manglares y bosques inundados y son sitios de

reproducción para muchos anfibios, reptiles y aves (C. R. I., 2013). Además, la fuerte conexión entre los entornos marinos y de agua dulce de estas regiones son de especial importancia ya que favorecen la productividad de los ecosistemas de la zona (Friedlander *et al.*, 2022). Los hábitats terrestres circundantes consisten principalmente en selva tropical de tierras bajas, bosque nuboso de tierras altas, bosque de palma de yolillo y manglares (Friedlander *et al.*, 2022).

2.2 ESPECIE DE ESTUDIO

La tortuga verde del pacífico (*Chelonia mydas*) y la tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) son las especies de tortugas marinas estudiadas. Los sedimentos blandos y las extensas playas les proporcionan un hábitat óptimo para su anidamiento (Friedlander *et al.*, 2022). Ambas se encuentran listadas como amenazadas de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), por causas principalmente antrópicas como la contaminación marina, el saqueo de nidos y la captura accidental en redes de pesca industriales y artesanales (UICN, 2013).

a) Tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*)

Es considerada la más pequeña de las tortugas marinas y la más abundante (Limpus, 1995). Se puede observar con frecuencia en la costa pacífica costarricense. Las hembras pueden realizar anidaciones solitarias o en arribadas, siendo playa Ostional y Nancite los dos sitios más importantes de arribadas en el país (Plotkin, 2007). A diferencia de otras especies de tortugas marinas que se reproducen cada 2 o 3 años, la tortuga lora suele hacerlo anualmente (Tripathy y Pandav, 2007). Dependiendo de la población, esta especie puede anidar de 1 a 3 veces por temporada, en intervalos variables dependiendo del tipo de anidación, siendo entre 14 y 24,5 días cuando anidan en solitario (Matos *et al.*, 2012) (Dornfeld *et al.*, 2015) y se extiende a unos 30 días cuando se trata de una arribada (Miller, 1997). Su dieta es omnívora, conformada principalmente de crustáceos, moluscos, peces, medusas y gasterópodos, incluso en algunas ocasiones algas marinas. Su cabeza es de tamaño mediano presentando dos pares de escamas prefrontales. La longitud de su caparazón longitud varía entre los 52-72cm. Su peso se encuentra

entre los 30-50kg. Depositán un promedio de 90 a 100 huevos, que tienen un periodo de incubación de 45 a 60 días. (Bastarda, n.d.).

b) Tortuga verde (*Chelonia mydas*)

Su nombre se explica por el color de su grasa subcutánea debido a su dieta herbívora al llegar al estado adulto. Esta especie tiene un ciclo de anidación cada 2-3 años durante los meses cálidos de diciembre a junio, con un máximo de anidación en febrero/marzo. El intervalo de anidación para la tortuga verde varía de 9 a 15 días (Zárate & Dutton, 2002), (Sánchez, Díaz-Fernández & Fernández, 2007). Proporcionalmente su cabeza es bastante más pequeña que su cuerpo, que oscila entre 90 y 160 cm. Su caparazón presenta 4 pares de escudos costales y en la cabeza presentan 2 placas prefrontales. Su peso puede variar entre 80 y 150kg. El número de huevos varía entre 65-87 y los huevos tienen un periodo de incubación de 45-70 días. (Tortugas de la costa pacífica de costa rica, s. f.), (CRAM, 2015). Las zonas de anidación de esta especie son cerca de la línea de vegetación, o directamente en ésta, siendo sus lugares preferidos los que presentan una mayor vegetación y cobertura de dosel (Cornelius 1976), (Chopin *et al.*, 2020).

2.3 MUESTREO EN PLAYA

Colocamos marcadores en la vegetación para dividir la longitud de la playa en sectores, cada 25 metros. Para facilitar la interpretación y el análisis de datos, agrupamos los sectores de 4 en 4, dividiendo la playa en 50 sectores, con una distancia de 100m entre ellos. Adicionalmente, para cada sector se categorizó la vegetación en 4 tipos que fueron los más comunes; almendro de playa, palmera, arbusto y vegetación rastrera. También se consideró la madurez de cada tipo de vegetación; joven (altura menor de 1,5 m) y viejo (altura mayor de 1,5 m). por último, se asignó un tipo de vegetación para cada sector atendiendo al tipo más abundante (mayor del 50%). Además, dividimos las playas en 3 zonas considerando el eje perpendicular a la línea de marea alta (desde el mar hasta la vegetación) siendo zona 1; por debajo de la línea de marea alta, zona 2; entre la línea de marea alta y la vegetación y zona 3; en la vegetación (Figura 2).

Muestreamos ambas playas desde el mes de junio de 2022 hasta el mes de marzo de 2023. Debido a que el campamento biológico de COPROT se encuentra en el extremo Este de la desembocadura del río Oro, algunas noches durante la temporada lluviosa no se pudo patrullar en la playa de río Oro en consecuencia del aumento del caudal del río.



FIGURA 2: DISPOSICIÓN VERTICAL DE LA PLAYA EN ZONAS.

Durante la temporada de anidación de tortuga verde (octubre-marzo) y lora (junio-septiembre) las patrullas duran una media de 4h, pudiendo alargarse en la temporada de verdes, o ser algo menor en la temporada de loras, dependiendo de la actividad que haya en la playa. El objetivo de estas patrullas consiste en tomar el mayor número posible de datos directamente de las hembras. Teniendo en cuenta que la subida de la marea puede favorecer la salida de las tortugas (Reina *et al.*, 2002), el equipo sale a playa 2h antes de la marea alta. Durante las patrullas nocturnas, marcamos, identificamos y tomamos datos biométricos de todas las tortugas que encontramos, así como marcar e identificar todos los eventos de anidación. Adicionalmente, realizamos patrullas matutinas o censos en los que anotamos todos los eventos ocurridos la noche anterior, siendo; nido (N) cuando la tortuga ha realizado la puesta con éxito, rastro falso (RF) si la tortuga regresa al mar sin haber anidado, saqueo (S) si existe nido, pero ha sido robado por humanos y depredado (P) en caso de que algún animal haya sacado los huevos del nido para alimentarse. En la temporada de diciembre a marzo hemos añadido la actividad aborto (A) para referirnos a los indicios de que la tortuga comenzó a excavar la cámara del nido, pero no finalizó la actividad y por tanto no hubo desove. y revisamos los nidos marcados que están próximos a su nacimiento y Cama (CA) cuando solo encontramos la cama, pero la tortuga ni anidó ni empezó a excavar la cámara.

2.4 TORTUGAS ANIDANTES

El área de estudio se extiende a lo largo de dos playas de anidación de tortugas marinas, Playa Pejeperro (8°26'12.46"N, 83°23'59.90"W) y Playa Río Oro (8°32'08.95"N, 83°18'14.09"W). La toma de datos comienza registrando la especie, la hora y la actividad que está realizando la tortuga en el momento en que la vemos por primera vez. Posteriormente se irán indicando las horas y los cambios de actividad que lleva a cabo. Según nuestra metodología pueden darse 7 actividades distintas: subiendo: si la tortuga se encuentra ascendiendo desde el mar hacia la zona de anidación, haciendo cama: una vez encontrada la zona de anidación, limpia la zona de arena para evitar el colapso del nido, cavando: momento en el que excava la cámara del nido, poniendo: cuando comienza a desovar, tapando: momento en que cubre los huevos con arena para cerrar el nido, y por último bajando: momento en el que regresa de nuevo al mar. A esta información añadimos si finalmente la tortuga ha puesto un nido o si se trata de un rastro falso, en caso de que no tenga lugar el desove, así como el sector y la zona en la que está ocurriendo la actividad.

Una vez la tortuga comienza a desovar, se cuenta el número de huevos y se introduce una placa metálica única para cada nido, en la que se apunta la fecha, la hora a la que se vio la tortuga por primera vez y la especie. El marcaje y la toma de datos biométricos comienza cuando la tortuga ha terminado de desovar para minimizar el impacto y asegurarnos de no interrumpirla durante el proceso de desove. Primero observamos si la tortuga presenta una placa metálica y la anotamos, si este no fuera el caso marcamos a la tortuga con una placa metálica INCONEL en ambas aletas delanteras, en la segunda escama, dejando el espacio suficiente para evitar daños en el futuro a causa del crecimiento de la piel del reptil. Preferentemente se utilizarán números de placa consecutivos y se colocará el menor en la aleta izquierda y el mayor en la derecha (Figura 3).

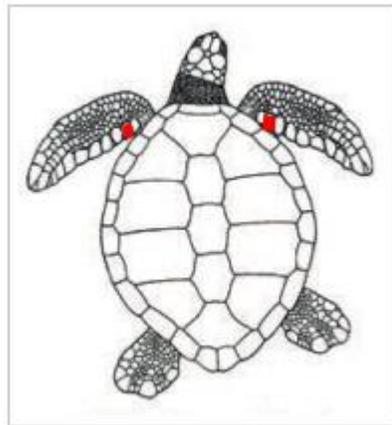


FIGURA 3: POSICIÓN DE MARCAJE DE LA TORTUGA VERDE (CHELONIA MYDAS)

No se marcaron tortugas loras debido al bajo porcentaje de recaptura (Aguilar, 2015) a excepción de algunas como parte del entrenamiento de los asistentes de investigación, en cuyo caso, se colocó una única marca en la segunda escama de la aleta derecha.

Una vez terminado el marcaje, se procede a la toma de medidas utilizando una cinta métrica. Se mide tres veces el ancho y largo del caparazón de la tortuga, para reducir el margen de error y sacar una media ponderada de las tres medidas. La medida longitudinal (CCL) se toma desde el borde superior del caparazón en contacto con el tejido blando, hasta las escamas supra caudales, cubriendo de esta forma todo el largo del caparazón. Para la anchura del caparazón (CCW) se toma la medida por la zona más ancha del lado izquierdo, perpendicular al eje longitudinal del cuerpo (Figura 4).

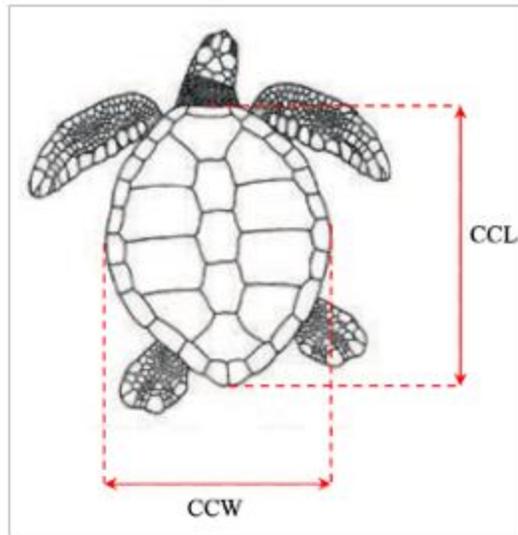


FIGURA 4: MEDIDAS BIOMÉTRICAS DEL CAPARAZÓN DE LA TORTUGA VERDE (CHELONIA MYDAS).

Por último, revisamos si las hembras anidantes presentan características distintivas como cicatrices o presencia de cirrípedos, así como signos de enfermedad o estado de salud desfavorable.

Definimos el periodo de entre puestas observado (OIP por sus siglas en inglés) como el número de días entre eventos de anidación confirmados. Solo calculamos este valor para tortuga verde ya que no realizamos programada de marcaje con la tortuga lora, y es la única manera de asegurar que se trata de la misma tortuga en distintas ocasiones. Descartamos los valores que fueron más del doble que el mínimo OIP debido a que pudimos no encontrar a la tortuga entre eventos de anidación. Estimamos la frecuencia de anidación (ECF) para cada tortuga dividiendo el número de días entre la primera y la última anidación por el OIP medio y añadiendo uno (Steyermark *et al.* 1996; Reina *et al.* 2002). Definimos la frecuencia de anidación observada (OCF) como el número de nidos confirmados para cada tortuga. Por último, estimamos el éxito reproductivo estacional multiplicando el número de huevos medio de las nidadas por el ECF para cada hembra. (Santidrian *et al.*, 2015).

2.5 NIDOS

Marcamos nidos en las patrullas nocturnas mientras la tortuga está poniendo los huevos y triangulamos la localización exacta. En el momento en que la tortuga empieza la puesta, se decidirá el destino del nido: “in situ” si es lugar original donde se colocó la tortuga, o “reubicado” si se coloca en un lugar más seguro de la playa, intentando imitar al máximo las condiciones del lugar original. La reubicación tendrá lugar en caso de peligro de saqueo o de ser lavado por la marea. Para la triangulación, medimos la distancia que existe entre el nido y el marcador de sector más cercano al nido situado en el oeste y en el este de la playa. Adicionalmente tomamos un tercer punto en la vegetación, en línea recta hacia el nido. Además, se registrarán las coordenadas GPS norte y oeste, con una precisión de 3m al nido.

Durante las patrullas matutinas se verifico que las triangulaciones hechas la noche anterior fueron bien realizadas y también se revisarán los nidos marcados próximos al momento de su eclosión. Para ello, se monitorean los nidos 11 días antes de la fecha estimada, dependiendo del tiempo de eclosión de cada especie (45-55 para *Lepidochelys olivacea* y 55-70 para *Chelonia mydas*), en busca de indicios que muestren que las tortugas han salido del nido. Excavamos los nidos para estimar el éxito de eclosión y el éxito de emergencia y la fertilidad de las nidadas dos días después de observar el nacimiento de los neonatos, o a los 10 días posteriores a la fecha estimada de eclosión si no vimos ningún indicio de nacimiento. En caso de que comencemos a vaciar el nido y encontremos más de 10 crías vivas en el interior, o huevos en buen estado aún sin eclosionar, volveremos a cubrirlo y le daremos unos días más antes de la exhumación.

Atendiendo a nuestra metodología, de cada nido exhumado registraremos la información del número de tortugas vivas, muertas, cascaras, pipped, huevos no eclosionados y huevos indeterminados que encontremos. También se hacen registro de observaciones particulares como la presencia de hongos, bacterias, larvas, hormigas, así como otras posibles observaciones como malformaciones o leucismo en los neonatos. Contaremos como cascaras, aquellas que presenten más del 50% de la cascara en una sola pieza. Entendemos por pipped aquel huevo que la tortuga ha comenzado a abrir, pero no ha salido completamente del cascarón. En estos casos podemos encontrarnos tortugas vivas y ayudarles a despegarse de los restos de cáscara, o tortugas muertas que no terminaron de eclosionar. Por último, se abrieron los huevos no

eclosionados y se clasificaron en 5 estadios según el espacio que el embrión ocupa dentro del huevo, atendiendo a la metodología de Chacón & Sánchez (2023) (Figura 5):

- Estadio 0: Embrión no ha comenzado su desarrollo.
- Estadio I: Embrión cubre de 0 a 25% de la cavidad amniótica del huevo.
- Estadio II: Embrión cubre de 26 a 50% de la cavidad amniótica del huevo.
- Estadio III: Embrión cubre del 51 a 75% de la cavidad amniótica del huevo.
- Estadio IV: Embrión cubre del 76 a 100% de la cavidad amniótica del huevo

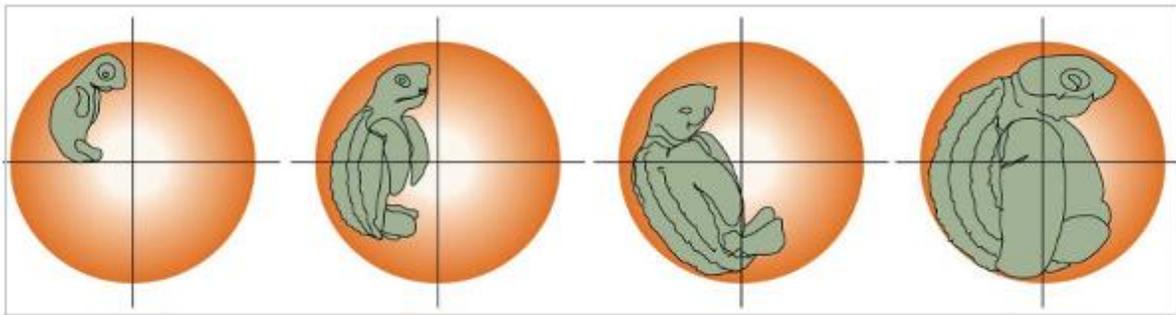


FIGURA 5: ESQUEMA DE LAS DISTINTAS FASES DEL DESARROLLO EMBRIONARIO DE LAS TORTUGAS (CHACÓN & SÁNCHEZ, 2023)

Se consideran como desconocidos a los huevos no eclosionados, que es imposible saber el estadio en el que se detuvo el desarrollo.

Registramos huevos como indeterminados, cuando éste ha eclosionado pero la tortuga está en fase de descomposición y no podemos clasificarlo con exactitud en ninguna de las anteriores categorías.

Estimamos el éxito de eclosión (EC) usando la fórmula:

$$EC = \frac{\text{Cascaras}}{\text{Número total de huevos}} \times 100$$

También estimamos el porcentaje de fertilidad por nidadas (PF) usando la fórmula:

$$PF = \frac{\text{Cascaras} + \text{HNE en desarrollo} + \text{Pipped} + \text{Indeterminados}}{\text{Número total de huevos}} \times 100$$

Donde HNE en desarrollo corresponde a los huevos no eclosionados clasificados en los estadios I, II, III y IV.

Por último, estimamos el porcentaje de emergencia por nidada (PE) mediante la fórmula:

$$PE = \frac{\text{Cascaras} - \text{Neonatos muertos} - \text{Neonatos vivos}}{\text{Número total de huevos}} \times 100$$

En todas las fórmulas el número total de huevos incluye la suma de las cascaras, los pipped, el total de huevos no eclosionados (con y sin desarrollo aparente) y los huevos indeterminados.

Adicionalmente se seleccionaron 8 sectores categorizados con un tipo de vegetación representativa (3 con almendro de playa, 3 con palmera, 1 con arbusto y 1 con vegetación rastrera) y se excavaron 8 nidos artificiales en los que se introdujeron dispositivos de registro de temperatura (HOBO pendant UA-001-08 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$)). Dichos nidos presentaron una profundidad de 70cm, profundidad media de un nido de tortuga verde. Para determinar la influencia del tipo de vegetación en la temperatura de la arena en nidos artificiales control (excavados por humanos y sin huevos en su interior) se realizó una prueba ANOVA de una vía seguida de un test de Tukey (test para hacer comparaciones múltiples) mediante el software R-studio. También realizamos una prueba Anova de un factor en R-studio (versión 2021.09.1). para comprobar la hipótesis nula de que no hay una diferencia significativa de temperatura en los nidos dependiendo de los distintos tipos de vegetación. Para facilitar la lectura, hemos agrupado «PTO1» y «PTO2» en «PTO» promediando los datos.

3. RESULTADOS

3.1 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE NIDOS

a) Tortuga lora

El monitoreo de tortuga lora se ha llevado a cabo entre los meses de junio (2022) y marzo (2023). Los meses de más actividad en ambas playas fueron entre los meses de julio y noviembre. Se han registrado un total de 6623 actividades, de las cuales 5112 fueron identificados como nidos y 1511 como salidas falsas. En la Figura 6 se representan los nidos y los rastros falsos por cada mes de la temporada y por cada playa, representando por a) la playa de Pejeperro y por b) la playa de Río Oro.

En la playa Pejeperro se ha contabilizado un total de 3573 actividades, de las cuales 2731 fueron identificados como nidos y 842 fueron identificados como salidas en falso. Los meses de más actividad en la playa para esta especie fueron septiembre, octubre y noviembre, siendo el pico de anidación en el mes octubre con 762 nidos. En septiembre y noviembre se contabilizaron 503 y 496 nidos respectivamente (Tabla 1).

En la playa Río Oro se contabilizaron un total de 3050 actividades, de las cuales 2381 fueron identificados como nidos y 669 fueron identificados como salidas en falso. Los meses de más actividad en la playa para esta especie fueron septiembre, octubre y noviembre. Septiembre y octubre presentaron un número similar de nidos, 495 y 463 respectivamente (Tabla 2).

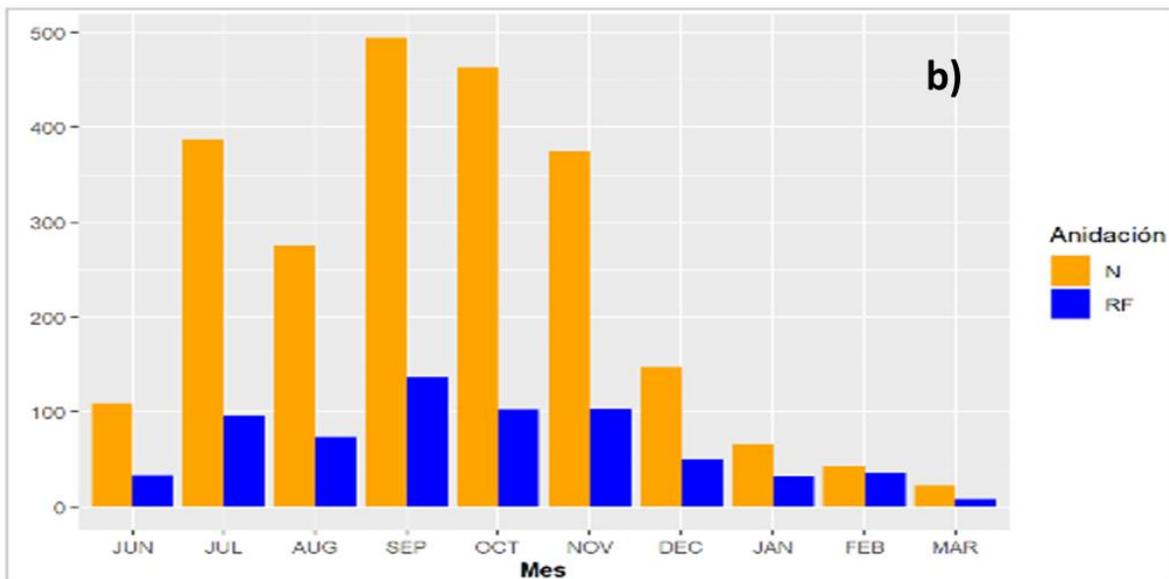
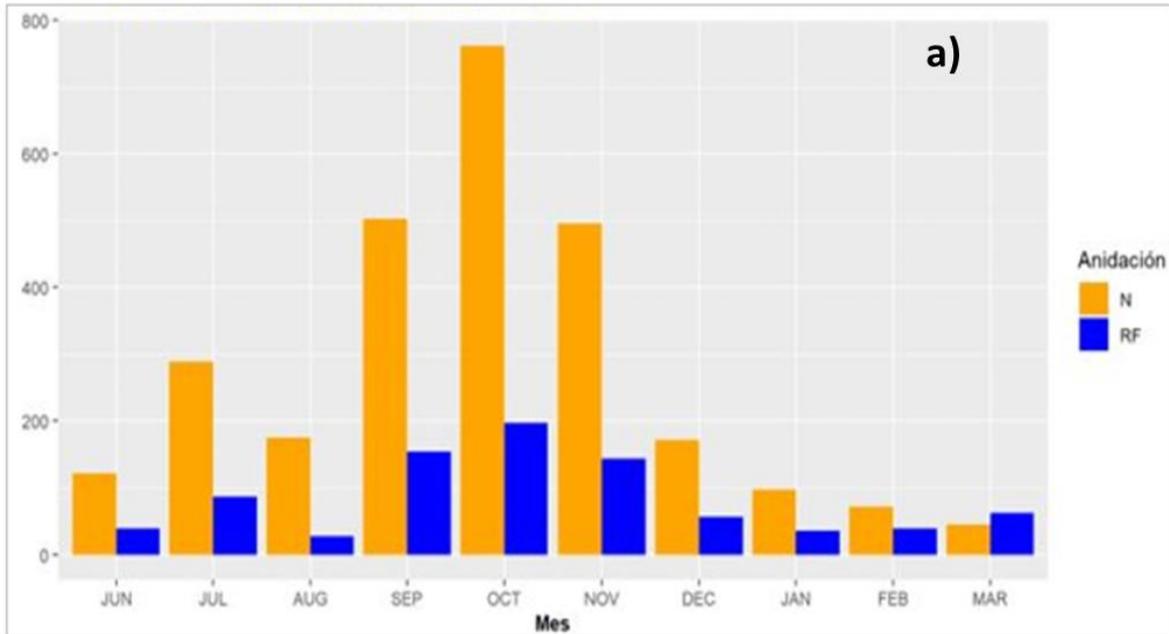


FIGURA 6: DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE NIDOS Y SALIDAS EN FALSO DE TORTUGA LORA (*LEPIDOCHELYS OLIVACEA*). TEMPORADA 22-23 EN A) PLAYA PEJEPERRO Y B) PLAYA RÍO ORO.

C	JUN	JUL	AGT	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
N	121	289	175	503	762	496	172	97	72	45
RF	39	87	27	154	197	144	57	36	39	62

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN TEMPORAL POR MESES DEL NÚMERO DE NIDOS Y SALIDAS EN FALSO DE TORTUGA LORA (*LEPIDOCHELYS OLIVACEA*). PLAYA PEJE PERRO. TEMPORADA 22-23

C	JUN	JUL	AGT	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
N	109	387	275	495	463	375	147	65	43	22
RF	33	50	74	136	102	103	50	32	35	8

TABLA 2: DISTRIBUCIÓN TEMPORAL POR MESES DEL NÚMERO DE NIDOS Y SALIDAS EN FALSO DE TORTUGA LORA (LEPIDOCHELYS OLIVACEA). PLAYA RÍO ORO. TEMPORADA 22-23

b) Tortuga verde

El periodo de anidación de tortuga verde ha sido de aproximadamente 6 meses, comprendidos entre el mes de octubre y marzo, aunque hay algunos registros de actividad para esta especie desde el mes de junio. Se han documentado un total de 1050 actividades, de las cuales 346 fueron identificadas como nidos y 710 como salidas falsas. El pico de anidación para ambas playas fue enero y febrero. En la Figura 7 se representan los nidos y los rastros falsos por cada mes de la temporada y por cada playa, representando por a) la playa de Pejerperro y por b) la playa de Río Oro.

La playa de Pejerperro presentó un total de 149 nidos y 366 salidas en falso. El número de salidas en falso para esta especie en esta playa es muy elevado. Un 71% de las actividades de la playa son rastros falsos y un 29% se traducen en anidación efectiva. La distribución de estos nidos durante la temporada muestra que los meses de más actividad fueron enero y febrero, con 29 y 33 nidos respectivamente (Tabla 3).

La playa de Río Oro presentó un total de 197 nidos y 404 salidas en falso. Del total de la actividad de la playa solo el 33% fue anidación efectiva y un 67% corresponde a las salidas en falso. La distribución de estos nidos durante la temporada muestra que los meses de más actividad en la playa de Río Oro son enero y febrero, con 57 y 48 nidos respectivamente (Tabla 4).

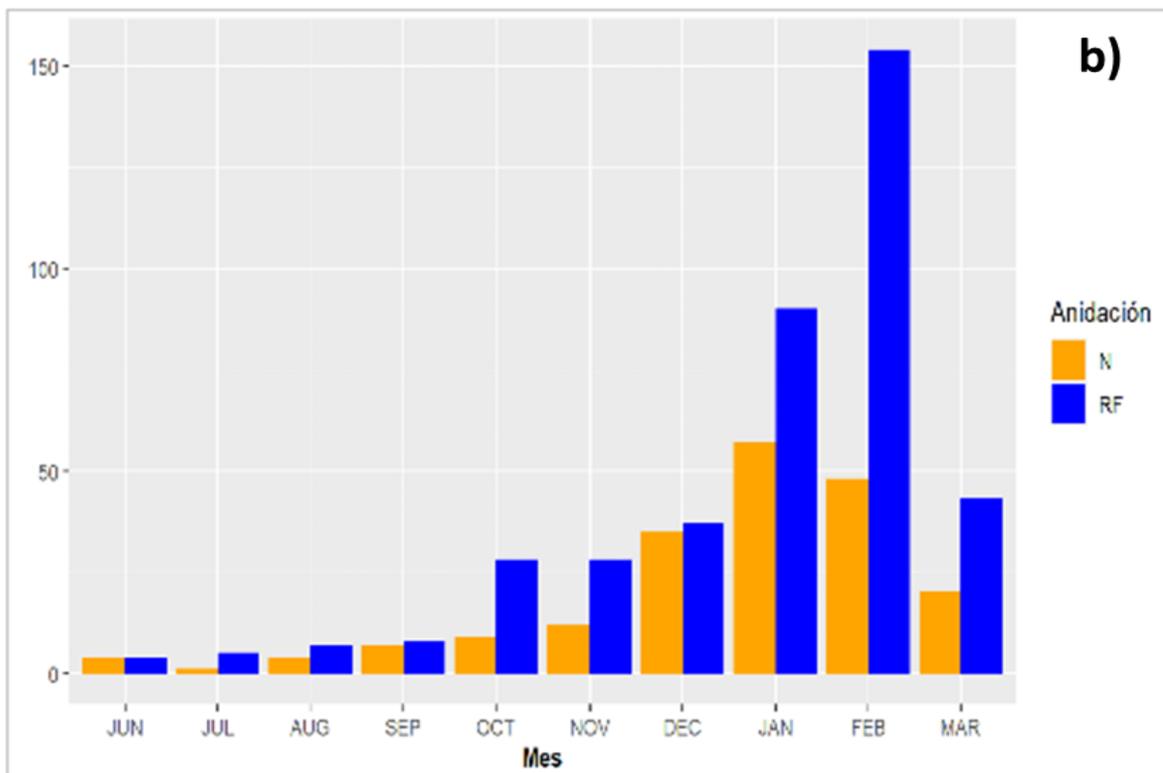
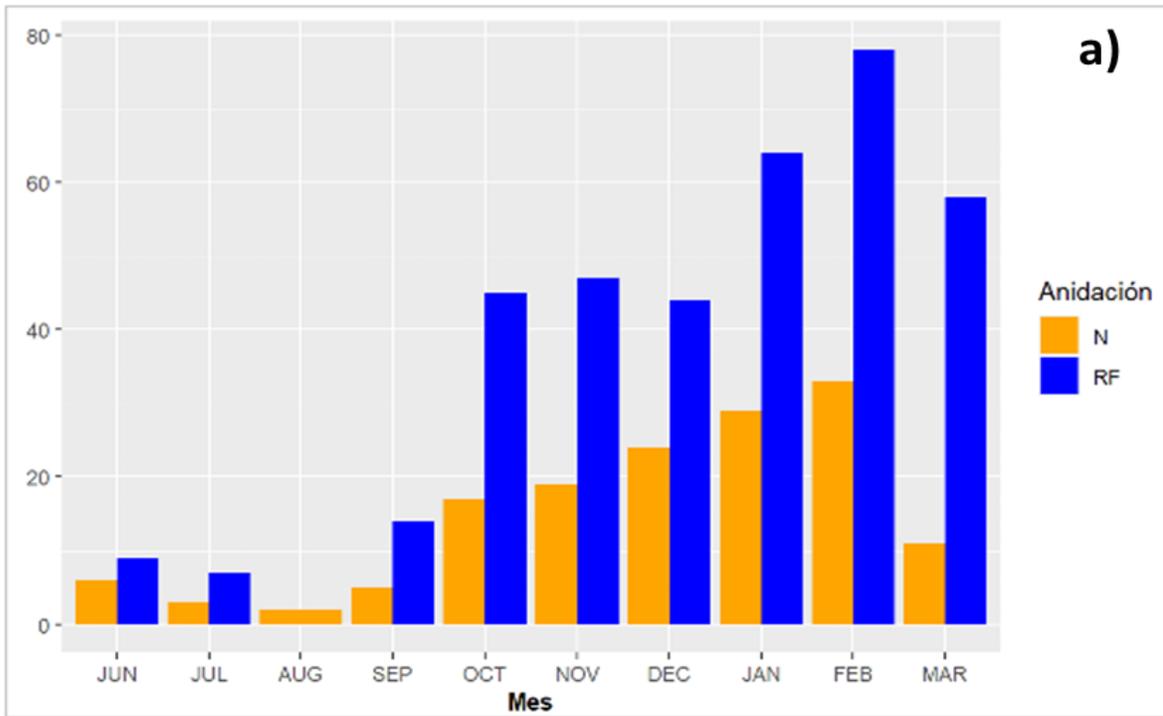


FIGURA 7: DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE NIDOS Y SALIDAS EN FALSO DE TORTUGA LORA (*LEPIDOCHELYS OLIVACEA*). TEMPORADA 22-23 EN A) PLAYA PEJEPPERRO Y B) PLAYA RÍO ORO.

C	JUN	JUL	AGT	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
N	6	3	2	5	17	19	24	29	33	11
RF	9	7	0	14	45	47	44	64	78	58

TABLA 3: DISTRIBUCIÓN TEMPORAL POR MESES DEL NÚMERO DE NIDOS Y SALIDAS EN FALSO DE TORTUGA VERDE (CHELONIA MYDAS). PLAYA PEJE PERRO. TEMPORADA 22-23

C	JUN	JUL	AGT	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
N	4	1	4	7	9	12	35	57	48	20
RF	4	5	7	8	28	28	37	90	154	43

TABLA 4: DISTRIBUCIÓN TEMPORAL POR MESES DEL NÚMERO DE NIDOS Y SALIDAS EN FALSO DE TORTUGA VERDE (CHELONIA MYDAS). PLAYA RÍO ORO. TEMPORADA 22-23

3.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS NIDOS

a) Tortuga lora

Los nidos se distribuyen uniformemente por toda la playa de Pejeeperro y observamos un número bajo de salidas en falso (Figura 8, a). De los 2731 nidos registrados, 2551 fueron depositados en zona 2, lo cual corresponde al 93,4%. Tanto la zona 1 como la zona 3 apenas presenta anidación, únicamente se observaron 106 nidos y 74 nidos respectivamente (Figura 9, a), lo que corresponde al 3,9 % y 2,7 %.

Respecto a la playa de Río Oro, los nidos también se distribuyen a lo largo de toda la playa, observando una anidación mayor en el sector 59. Por otra parte, hay una menor cantidad de nidos del 49 al 52 y en el sector 76 que coinciden con la laguna de Pejeperrito y la bocana de Río Oro, cuerpos de agua que limitan la playa por ambos lados (Figura 8, b). De los 2381 nidos registrados, 2128 fueron depositados en zona 2, lo cual corresponde al 89,4%. Tanto la zona 1 como la zona 3 apenas presenta anidación, únicamente se observaron 120 nidos y 133 nidos respectivamente (Figura 9, b), lo que corresponde al 5 % y 5,6 %.

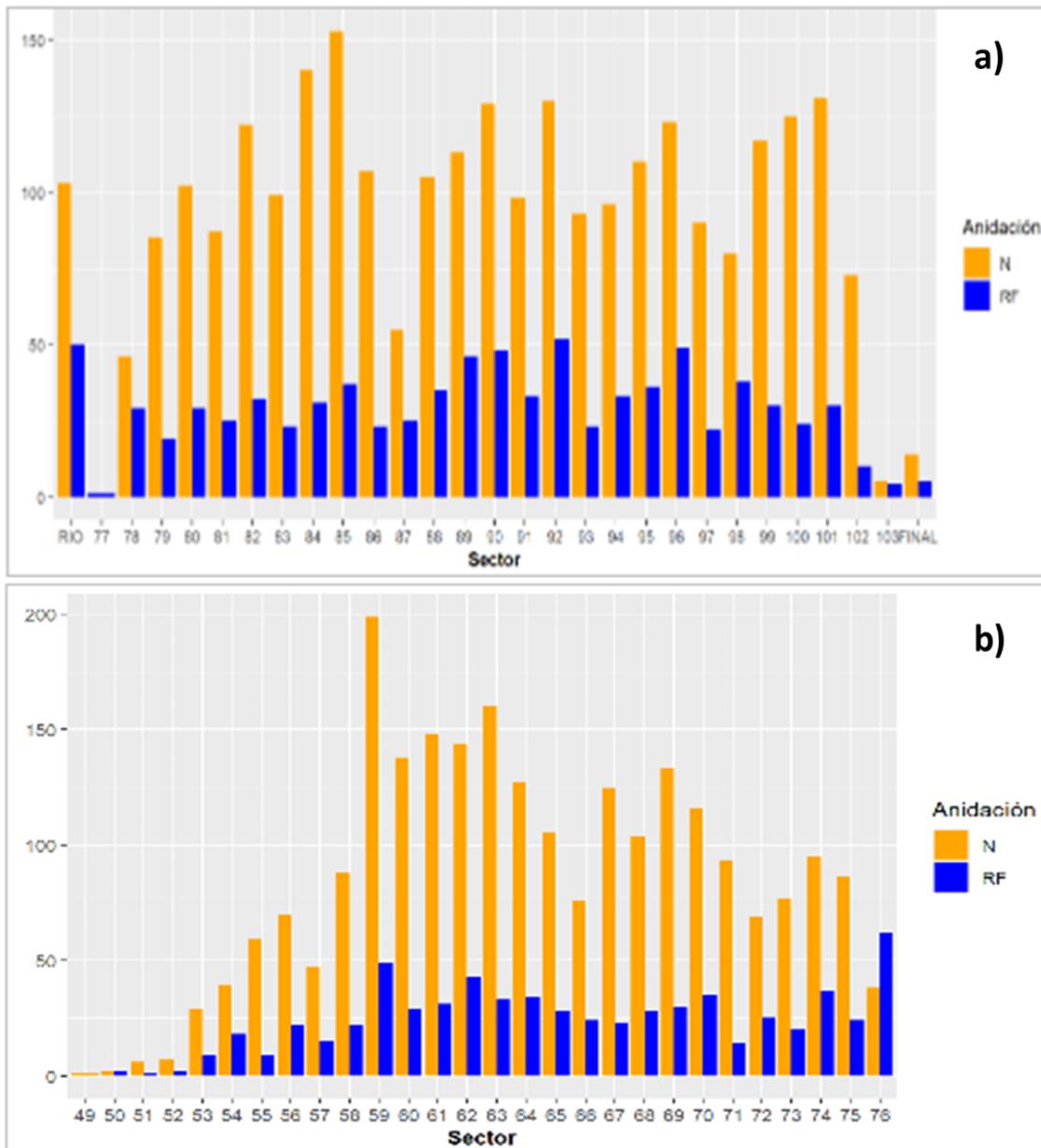


FIGURA 8: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE NIDOS Y SALIDAS EN FALSO POR SECTORES DE TORTUGA LORA (LEPIDOCHELYS OLIVÁCEA). TEMPORADA 22-23 EN A) PLAYA PEJEPPERRO Y B) PLAYA RÍO ORO.

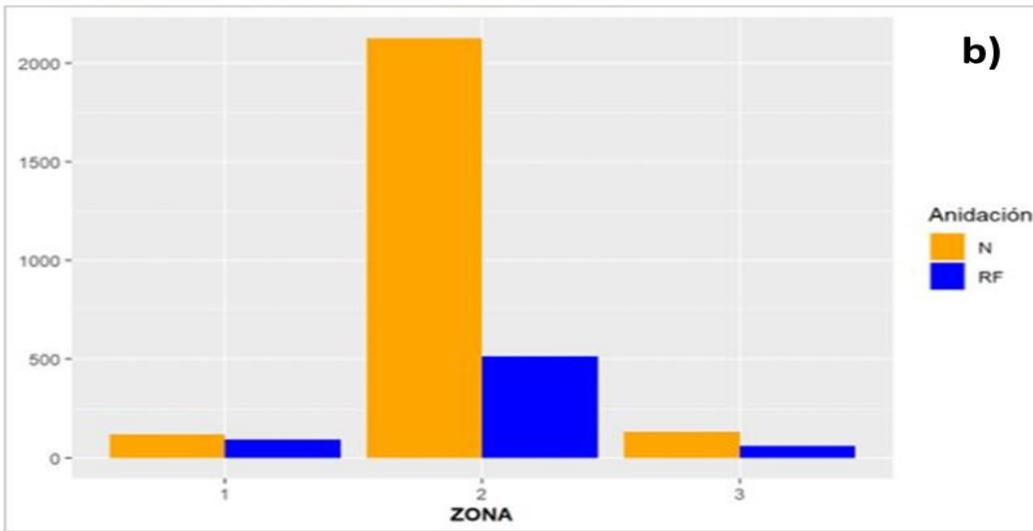
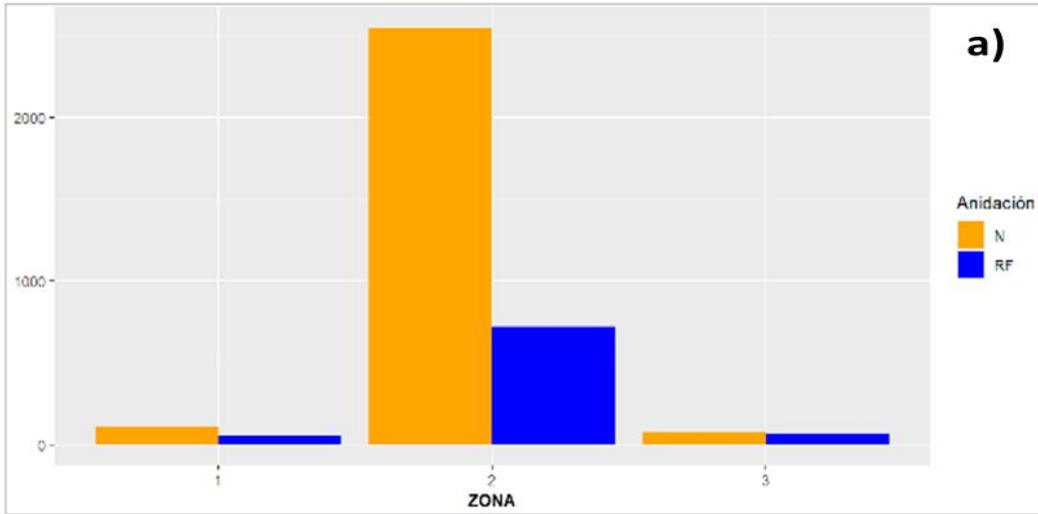


FIGURA 9: DISTRIBUCIÓN DE NIDOS Y SALIDAS EN FALSO DE TORTUGA LORA (*LEPIDOCHELYS OLIVACEA*) POR ZONA. TEMPORADA 22-23 EN A) PLAYA PEJEPERRO Y B) PLAYA RÍO ORO.

b) Tortuga verde

Río Oro y Pejeperro no muestran una distribución homogénea de nidos, hay sectores en ambas playas que son preferidos por las tortugas, aun así, existe anidación efectiva a lo largo de toda la playa en las dos playas.

La distribución espacial de los nidos en Pejeperro muestra una distribución de nidos a lo largo de toda la playa. El sector 81 muestra una alta ocupación de nidos si se compara con otros sectores. Del sector 80 al 84 y del sector 86 al 89 son las zonas más elegidas por las tortugas verdes para anidar. El sector 85 es el sector que presentó menos nidos y más salidas en falso (Figura 10, a). La zona 3 es la zona más elegida para anidar, de un total de 149 nidos en la playa, fueron puestos en dicha zona 103 nidos, un 69,12% (Figura 11, a).

En la playa Río Oro del sector 63 al sector 73 se presenta la zona de mayor anidación de toda la playa y por tanto donde se han concentrado la mayor cantidad de nidos, siendo el sector 67 el que más nidos presenta de toda la playa (Figura 10, b). Una vez más, la zona 3 es la más elegido para anidar (Figura 11, b).

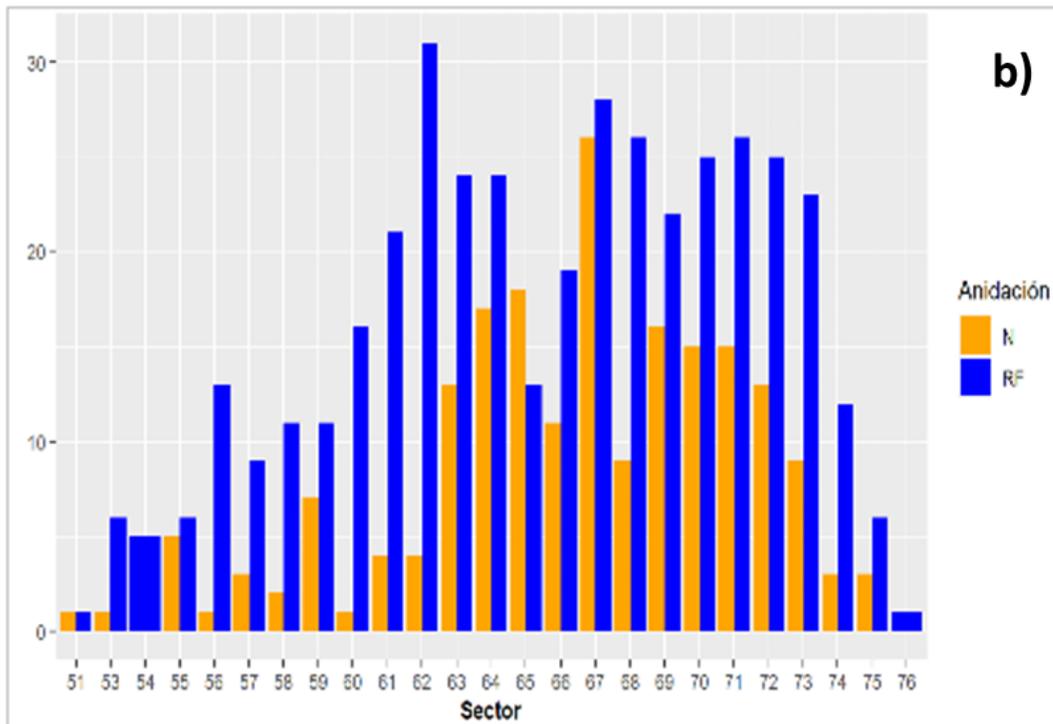
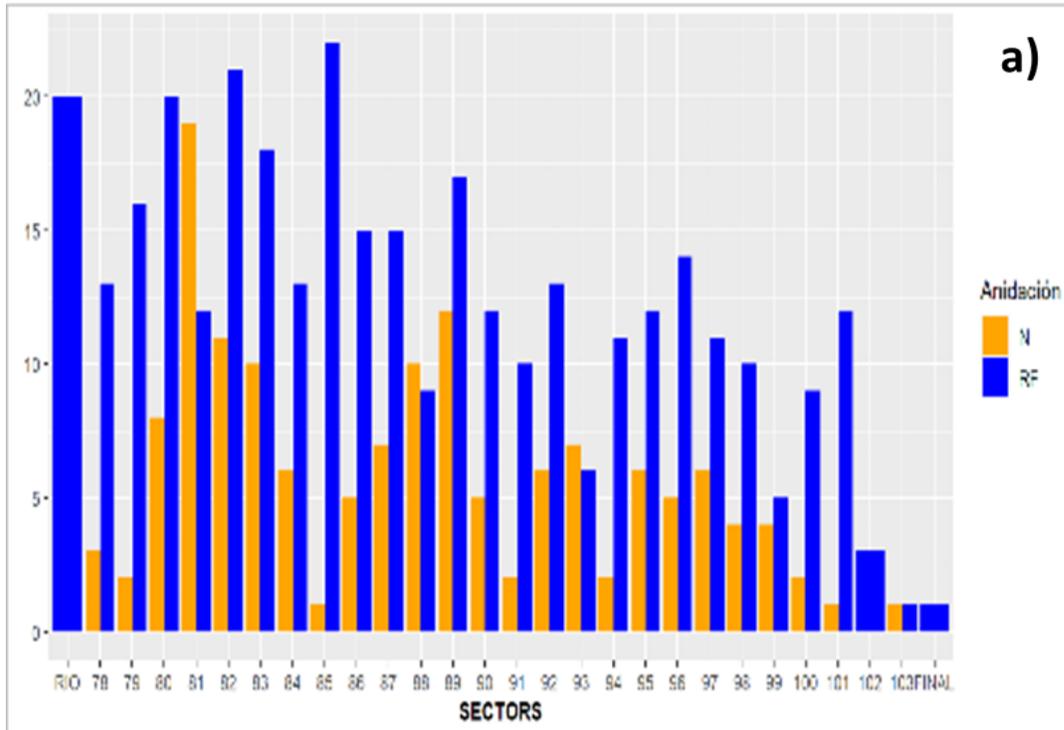


FIGURA 10: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE NIDOS Y SALIDAS EN FALSO POR SECTORES DE TORTUGA LORA (*LEPIDOCHELYS OLIVÁCEA*). TEMPORADA 22-23 EN A) PLAYA PEJEPERRO Y B) PLAYA RÍO ORO.

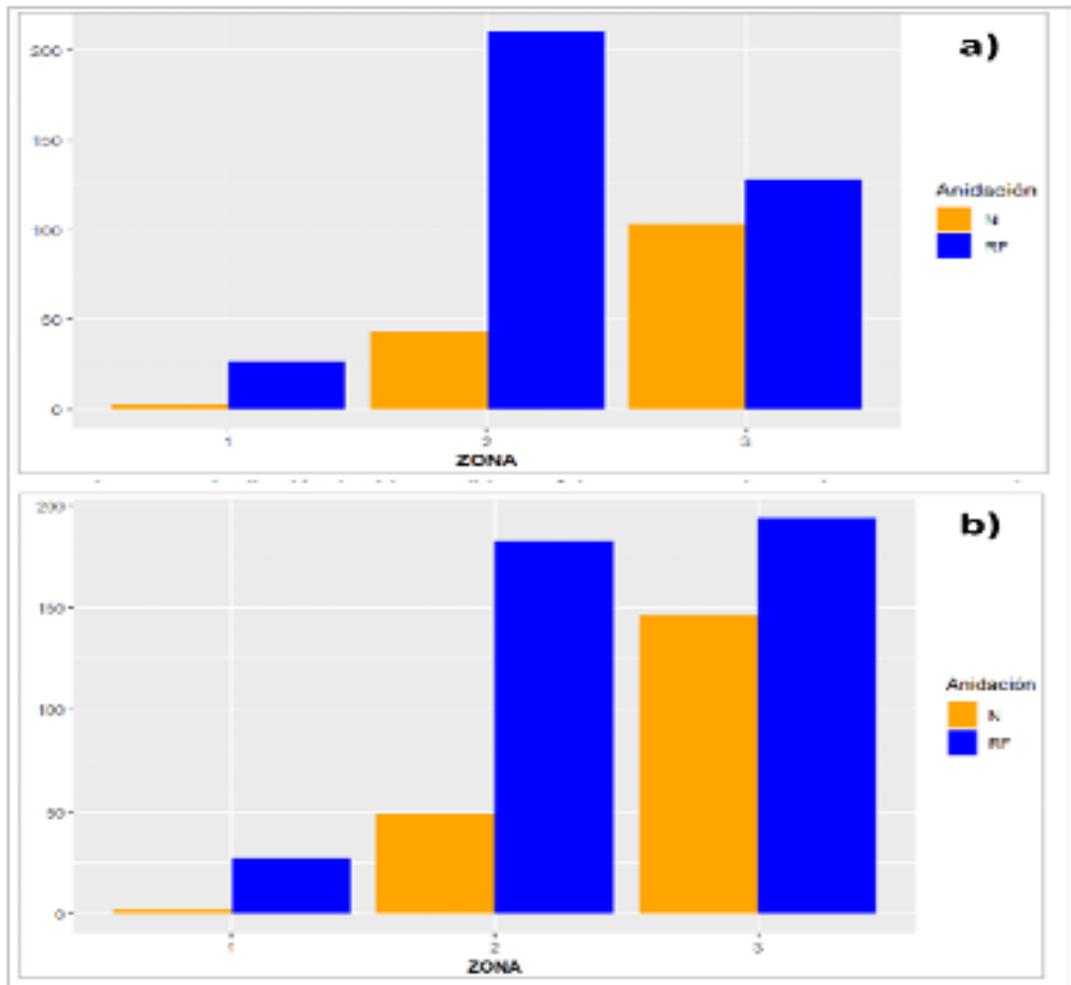


ILUSTRACIÓN 11: DISTRIBUCIÓN DE NIDOS Y SALIDAS EN FALSO DE TORTUGA VERDE (CHELONIA MYDAS) POR ZONA. TEMPORADA 22-23 EN A) PLAYA PEJEPPERRO Y B) PLAYA RÍO ORO.

3.3 EXHUMACIONES

a) Tortuga lora

Se exhumaron 85 nidos en total en ambas playas, 66 en Peje Perro y 19 en Río Oro. Se marcaron muchos más nidos en Pejeperro y la mayoría de los nidos exhumados en Río Oro son nidos salvajes que se han marcado en el momento de la eclosión.

Los éxitos de eclosión, emergencia y porcentaje de fertilidad se muestran en la Tabla 5. De cada indicador se muestra el promedio por playa y el promedio del total del área de estudio. Los tres indicadores presentan valores similares en las dos playas monitoreadas. Algunos nidos marcados se perdieron, para muchos de estos nidos perdidos la causa fue una mala triangulación, las cintas métricas estaban rotas y eso generó algunos errores de medida. Muchos de estos nidos fueron lavados por las mareas.

	N	ÉXITO DE ECLOSIÓN	ÉXITO DE EMERGENCIA	FERTILIDAD
PP	66	64.23% ± 36.97	60.93% ± 36.84	83.80% ± 24.93
RO	19	65.80% ± 37.51	62.95% ± 36.14	78.63% ± 33.72
TOTAL	85	64.58% ± 35.98	61.38% ± 35.80	82.64% ± 25.79

TABLA 5: ÉXITO DE ECLOSIÓN, ÉXITO DE EMERGENCIA Y PORCENTAJE DE FERTILIDAD ± DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE CADA NIDO DE TORTUGA LORA (*LEPIDOCHELYS OLIVACEA*). PLAYAS PEJEPERRO Y RÍO ORO. TEMPORADA 22-23

b) Tortuga verde

Se exhumaron 62 nidos en total en ambas playas, 33 en Peje Perro y 29 en Río Oro. Los éxitos de eclosión, emergencia y porcentaje de fertilidad se muestran en la tabla 6. De cada indicador se muestra el promedio por playa y el promedio del total del área de estudio. Los tres indicadores presentan valores similares en las dos playas monitoreadas.

	N	ÉXITO DE ECLOSIÓN	ÉXITO DE EMERGENCIA	FERTILIDAD
PP	33	86.71 ± 26.55	83.31 ± 30.61	91.41 ± 20.82
RO	29	87.56 ± 21.29	85.28 ± 21.57	94.31 ± 11.41
TOTAL	62	84.02 ± 27.35	81.93 ± 29.25	92.53 ± 16.88

TABLA 6: ÉXITO DE ECLOSIÓN, ÉXITO DE EMERGENCIA Y PORCENTAJE DE FERTILIDAD ± DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE CADA NIDO DE TORTUGA VERDE (*CHELONYA MYDAS*). PLAYAS PEJEPERRO Y RÍO ORO. TEMPORADA 22-23

3.4 DEPREDACION Y SAQUEO

De un total de 5112 nidos de tortuga lora (2731 en Pejeperro y 2381 en Río oro), un total de 214 fueron depredados, lo que representa un 4,2% del total de los nidos. Un 2.4% de nidos fueron saqueados (Figura 12).

De un total de 346 nidos de tortuga verde (149 en Pejeperro y 197 en Río oro), un total de 12 fueron depredados, lo que representa un 3,5% del total de los nidos. La mayoría de nidos fue depredada por perro, habiendo también depredaciones por parte de pizotes y cangrejos, además de aves como los zopilotes negros que actúan como depredadores secundarios cuando otro animal excava el nido y deja los huevos a la vista. Un 5% de nidos fueron saqueados, siendo mucho mayor esta actividad en la playa de Pejeperro con un total de 15 nidos saqueados (Figura 13).

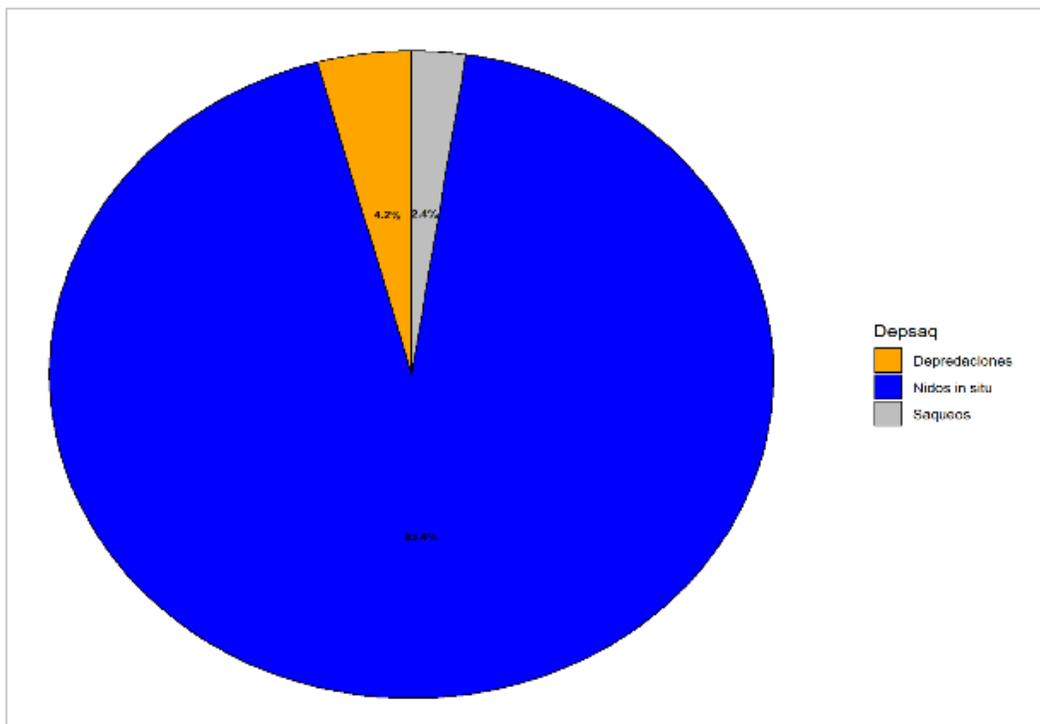


FIGURA 12: PORCENTAJE DE DEPREDACIÓN Y SAQUEO DE LOS NIDOS DE TORTUGA LORA (LEPIDOCHELYS OLIVACEA). PLAYAS PEJEPPERRO Y RÍO ORO. TEMPORADA 22-23

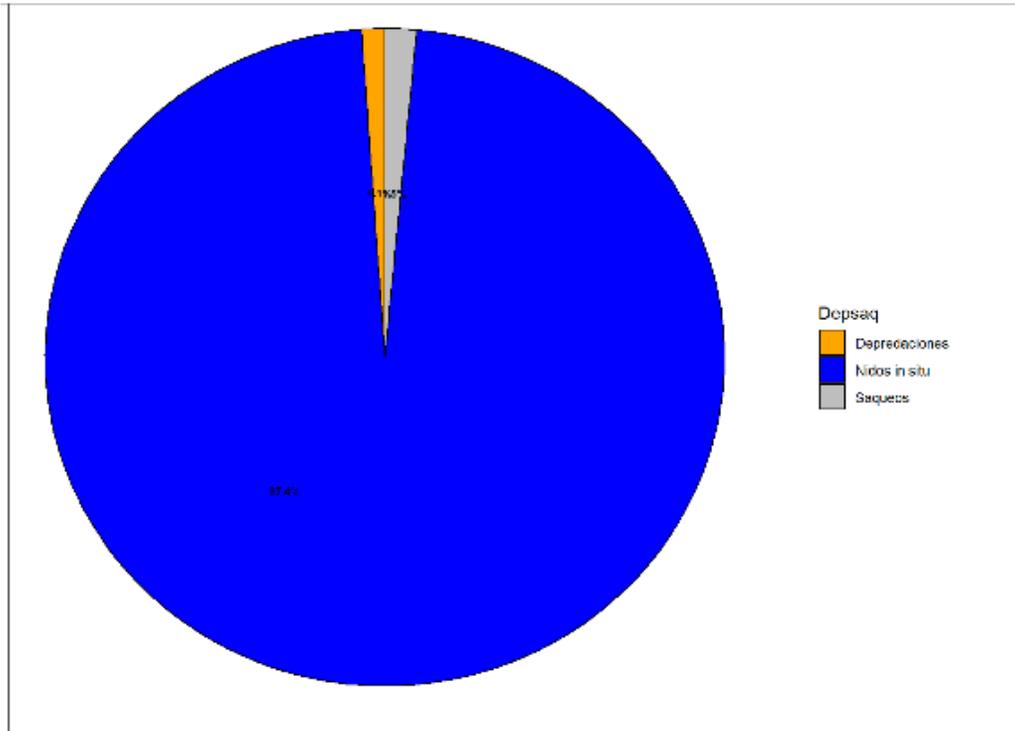


FIGURA 13: PORCENTAJE DE DEPRDACIÓN Y SAQUEO DE LOS NIDOS DE TORTUGA VERDE (CHELONIA MYDAS). PLAYAS PEJEPERRO Y RÍO ORO. TEMPORADA 22-23

3.5 BIOMETRÍA

a) Tortugas lora

No se han marcado tortugas lora esta temporada por lo que no es posible saber recapturas. Sí se han medido los caparazones de 88 tortugas cuyo promedio de CCL es 66'21cm con desviación estándar de 2'67. Respecto al CCW, el promedio fue de 70'05cm y la desviación típica de 3'37.

b) Tortugas verde

Se identificaron por medio de marcaje de marcas Inconel un total de 114 hembras de tortuga verde esta temporada, 64 marcadas en Pejeeperro y 50 en Río Oro. De todas ellas, solo 45 fueron medidas, cuyo promedio de CCL es 88'73cm con desviación estándar de 7'37. En lo referente al CCW, el promedio fue de 83'38 y desviación típica de 5'77.

3.6 INFLUENCIA DE LA VEGETACIÓN EN NIDOS DE TORTUGA VERDE

A partir del conjunto de datos limpios, ilustramos con un gráfico de líneas (Figura 14) la evolución de la temperatura para cada tipo de vegetación correspondiente a un registrador de temperatura.

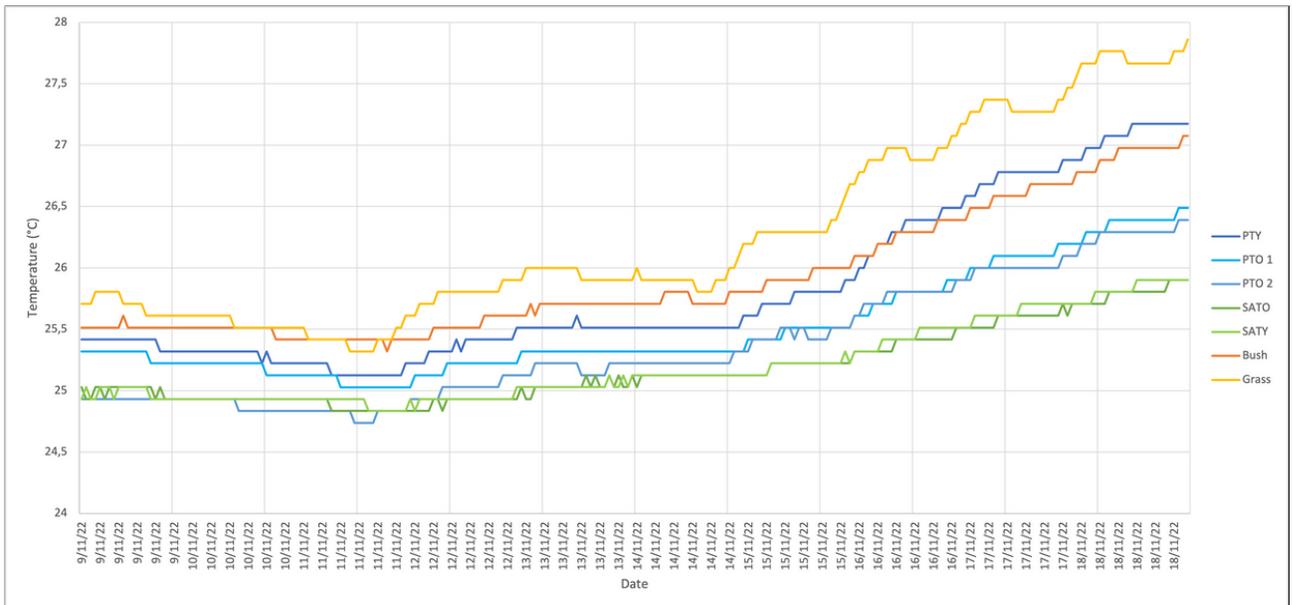


FIGURA 14: TEMPERATURA EN CELSIOS SEGÚN LA VEGETACIÓN DURANTE 10 DÍAS. PTY = «PALMERA JOVEN»; PTO = «PALMERA VIEJA»; SATO = «ALMENDRO ESPAÑOL VIEJO» Y SATY = «ALMENDRO DE PLAYA JOVEN»

A simple vista, se observa que la Hierba (amarilla) y Arbusto (naranja) muestra una temperatura más alta alcanzando respectivamente casi 28°C y 27°C. En contraste Almendros de playa (verde) y Palmeras Viejas (azul) muestra la temperatura máxima más baja con respectivamente menos de 26°C y 26,5°C. Sin embargo, solo el registrador para «PTY» registraron temperaturas similares en comparación a arbusto. Por lo tanto, las áreas menos cubiertas por vegetación parecen presentar nidos más cálidos y el área más cubierta por importante vegetación (Palmeras Viejas y Palmeras Almendros) parecen dar nidos más fríos.

Los resultados muestran que podemos rechazar H_0 ($F = 164,2$; $p < 2,2e-16$), lo que significa que hay diferencias entre al menos una o más variables. Para identificar estas diferencias entre

variables, Se realizó una prueba de Tuckey y se optó por mostrar los resultados en un diagrama de caja (Figura 15).

En este gráfico, podemos ver que arbusto es significativamente diferente de Palmera Vieja y Almendro de playa Viejo. El mismo esquema se observa en Hierba que presenta diferencias estadísticas con Palmera Vieja y Almendro de playa Viejo. Además, el gráfico muestra una diferencia significativa entre Palmera Vieja y Palmera Joven, lo que podría explicarse por una menor superficie de cobertura por los árboles jóvenes. Sin embargo, este fenómeno no se observa para el almendro de playa ya que « SATO » y « SATY » no son significativamente diferentes.

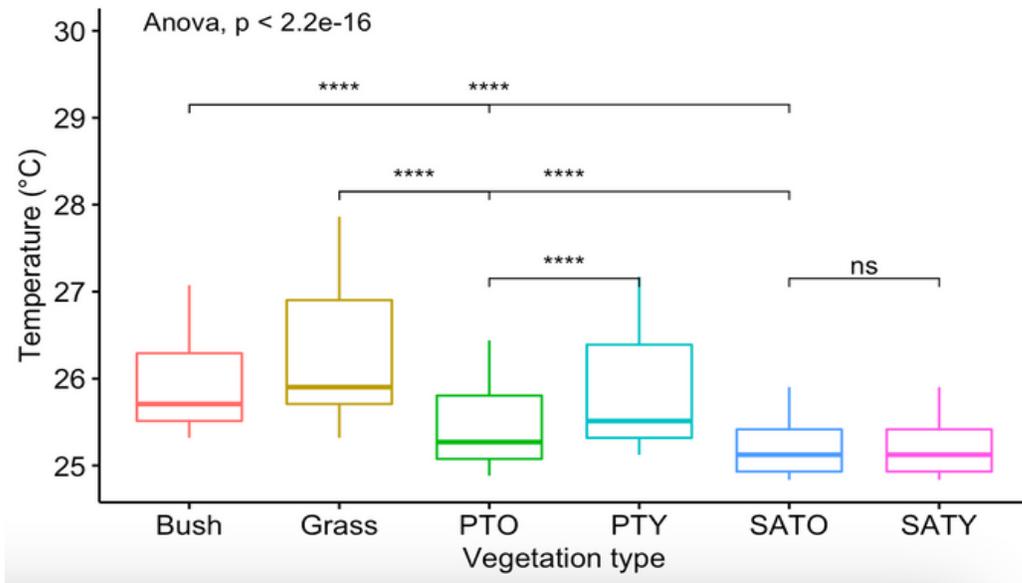


FIGURA 15: TEMPERATURA MEDIA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS DATOS PARA CADA TIPO DE VEGETACIÓN (LOS ASTERISCOS INDICAN LAS DIFERENCIAS ENCONTRADAS EN DOS TIPOS DE VEGETACIÓN).

3.7 PROGRAMA DE MARCAJE

Los datos obtenidos muestran un total de 28 tortugas verdes recapturadas durante la temporada. De las cuales, 9 tortugas se habían marcado en temporadas anteriores y 19 fueron marcadas este año. Del total, 17 tortugas fueron recapturadas una sola vez, 5 fueron vistas dos veces, 3 se registraron en 3 ocasiones diferentes, 2 fueron vistas 4 veces y una fue recapturada en 5 ocasiones (Figura 16).

Se calculó el periodo entre anidaciones (OIP), en aquellas tortugas en las que se contaba con datos suficientes de registro de anidación. La mayoría muestran una diferencia de entre 11-12 días. También se calculó la frecuencia de anidación (OCF), siendo 1 en la mayoría de ocasiones.

<i>TORTUGA</i>	<i>Nº RECAPTURAS</i>	<i>OIP</i>	<i>OCF</i>	<i>ACTIVIDADES</i>	<i>COMENTARIOS</i>
<i>EW659/EW619</i>	1	23	1	N	
<i>EW617/NA</i>	1	0	0	RF	Recaptura de años anteriores
<i>EW629/EW677</i>	1	12	1	N	
<i>EW657/EX16</i>	1	12	1	N	
<i>EX659/EX127</i>	1	13	1	N	
<i>EW664/EW665</i>	5	0	1	RF/N/A/RF/RF	Recaptura de años anteriores
<i>EW673/EW674</i>	1	0	1	N	Recaptura de años anteriores
<i>EW692/EW677</i>	2	12	2	N	
<i>EX009/EX010</i>	1	0	0	A	Recaptura de años anteriores
<i>EX1/EX2</i>	1	11	1	N	
<i>EX101/EX102</i>	2	24	1	N/RF	
<i>EX103/EX104</i>	4	11 12	4	N	
<i>EX105/EX106</i>	2	0	0	A/S	

<i>EX107/EX108</i>	1	24	1	N	
<i>EX110/EX159</i>	4	11 12	5	N	Recaptura de años anteriores
<i>EX116/EX117</i>	3	19	1	A/RF/N	
<i>EX122/EX123</i>	1	0	0	RF	
<i>EX151/EX152</i>	1	11	1	N	
<i>EX17/EX18</i>	1	10	1	N	
<i>EX19/EX20</i>	1	11	1	N	
<i>EX27/EX26</i>	1	11	1	N	
<i>EX36/EX37</i>	1	0	0	RF	
<i>EX5/EX6</i>	3	49	1	CA/N/RF	
<i>EX617/NA</i>	1	0	0	A	Recaptura de años anteriores
<i>EX9/EX10</i>	2	16	1	N/RF	
<i>OP4477/OP4478</i>	3	0	1	RF/RF/N	Recaptura de años anteriores
<i>OP4559/EX111</i>	2	0	0	A/N	Recaptura de años anteriores
<i>OP4883/OP4884</i>	1	0	1	N	Recaptura de años anteriores

FIGURA 16. TORTUGAS VERDES MARCADAS ESTA TEMPORADA CON SU CORRESPONDIENTE IDENTIFICACIÓN.

4. DISCUSIÓN

4.1 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LOS NIDOS

La distribución temporal de los nidos esta temporada muestra un patrón similar al de la temporada pasada, siendo el mes de octubre el mes con mayor número de nidos de *L. olivacea* tanto para la temporada anterior como esta última (Exley, *et al.*, 2022). Respecto a *C. mydas*, la temporada pasada el mes con mayor número de nidos de esta especie fue enero frente al mes febrero de esta temporada. En general, se han registrado más nidos en referencia a la temporada pasada debido, probablemente, al esfuerzo de muestreo, que ha sido mayor durante esta última (Exley, *et al.*, 2022).

También cabe destacar que, dentro de esta temporada, a partir del mes de diciembre, el esfuerzo de muestreo fue duplicado ya que se pasaron un mínimo de 4 horas de patrulla por noche. El comienzo de las patrullas varió según la marea más alta, por lo que al modificar la hora de empuje de la patrulla no se puede definir exactamente a qué hora salen más individuos a anidar. De cara a la temporada 2023-2024, uno de nuestros principales objetivos es patrullar durante toda la noche, de esta manera podremos proporcionar unos datos más exactos sobre la distribución temporal, así como de los demás parámetros.

4.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS NIDOS

Comparando ambas playas de Pejeperro y Río Oro, se demuestra que en la primera hay más anidación tanto de verdes como de loras. Esto puede deberse a que de por sí, las playas no miden lo mismo (Peje Perro es medio kilómetro más larga) y la playa de Río Oro presenta menor espacio disponible para el anidamiento además de tener actividad ganadera en sus proximidades (Briones, 2018).

Observando cada playa por separado, también se demuestra que dentro de cada una hay zonas más frecuentes de anidación que otras. Concretamente, en la playa de Pejeperro las tortugas verdes prefieren los sectores entre el 80 y 89, debido a que estas zonas son las más pobladas de

vegetación, a diferencia de la última zona de la playa, localizada en la laguna, y donde apenas hay nidos. En el caso de las tortugas loras, no tienen una preferencia tan marcada y sus nidos se distribuyen a lo largo de la playa, también evitando la zona de la laguna. Entre ambas especies también hay una diferencia marcada en la preferencia de zonas de anidamiento siendo la preferida por las tortugas verdes la zona 3, con mayor porcentaje de vegetación y la zona 2 para las loras. Esta información es de vital importancia ya que puede ayudar en el futuro a crear planes de reforestación en zonas de la playa y así aumentar el espacio disponible de anidación para tortugas verdes.

4.3 EXHUMACIONES

En los resultados se observa que el éxito de eclosión es ligeramente mayor en la playa de Río Oro que en la de Pejeperro, tanto para loras como para verdes. Esto puede deberse a que se marcaron más nidos en Pejeperro que en Río Oro ya que durante la temporada de lluvias el acceso a la playa se dificultaba en algunas ocasiones, afectando el número de muestra al resultado. Sin embargo, cabe destacar que los valores para éxito de eclosión y emergencia son elevados mostrando que las playas de estudio son buenos puntos de anidación para ambas especies. Esperamos, aun así, para la próxima temporada que los números puedan ser mayores contando con la creación del vivero y aumentando así la viabilidad de los nidos colocados en lugares no adecuados.

También observamos que el éxito de eclosión, emergencia y fertilidad es mayor en las tortugas verdes para ambas playas, Este fenómeno está previamente documentado y no es extraño (Viejobueno & Arauz, 2015). Como ya hemos comentado previamente, las tortugas verdes tienden a ser más específicas a la hora de encontrar un lugar adecuado para depositar los huevos lo que tiene mucho sentido si observamos las elevadas tasas de éxito de eclosión, emergencia y fertilidad. Pareciera que han evolucionado hacia esta estrategia intentando elevar la tasa de supervivencia de la especie. Para indagar más en estas conclusiones, sería interesante implementar la medida de temperaturas dentro de los nidos de verde y ver así como la vegetación influye en esta y en el éxito de los nidos.

4.4 DEPREDACIÓN Y SAQUEOS

en cuanto a los nidos depredados, observamos que existe un mayor porcentaje en la playa de río oro con respecto a Pejeperro. Esto puede deberse en gran medida a que esta playa se encuentra más cercana a la población de carate por lo que los perros que habitan ahí tienen mayor acceso a los nidos. Además, la playa de río oro presenta menor disponibilidad de anidamiento haciendo que todos los nidos (tanto in situ como reubicados) se concentren en la misma área. Esta alta concentración de nidos en una misma área parece atraer más a los depredadores. Para mitigar este fenómeno, la creación de un vivero para la temporada 23-24 es de vital importancia, sobre todo para el área de río oro/ carate.

en cuanto a los saqueos el resultado es el contrario, siendo mayor el porcentaje de nidos saqueados en la playa de Pejeperro. Esto puede deberse a que existe un acceso más fácil a este lado de la playa habiendo un camino público, por lo que un modesto número de personas llegan a pescar o acampar en temporada de vacaciones. La laguna de Pejeperro a pesar de su categoría como refugio de vida silvestre, sigue atrayendo a numerosos pescadores que pueden saquear huevos de forma oportunista. Además de esto existen fincas ganaderas en los alrededores de esta playa en las que viven personas que tradicionalmente también consumen huevos de tortugas. Estos datos son interesantes ya que pueden servir para focalizar mejor los esfuerzos de protección y patrullaje por parte de nuestra organización así como por el SINAC y organismos gubernamentales.

4.5 INFLUENCIA DE LA VEGETACIÓN EN NIDOS DE TORTUGA VERDE

Los análisis de datos parecen confirmar la hipótesis de que un área cubierta de vegetación densa implica una disminución de la temperatura del nido en comparación con un área desnuda. En nuestro estudio, mostramos el impacto del tipo de vegetación sobre la temperatura de la arena en la playa de PejePerro. Ante nosotros, el mismo resultado ha establecido en la playa de Río Oro por los dos pasantes anteriores. Luego, para completar el estudio, se debe estudiar una correlación entre estos datos y el comportamiento de anidación de las tortugas verdes. Si

algunos sectores (y por tanto el tipo de vegetación) son elegidos con mayor frecuencia por las tortugas verdes, la COPROT podría iniciar un proyecto de reforestación en playas con el tipo de vegetación adecuado.

Sin embargo, nuestras conclusiones deben tomarse con precaución. Por falta de tiempo, estimamos que nuestro estudio no tiene suficientes datos para ser representante. En el futuro, recomendamos para obtener resultados más precisos considerar un largo plazo estudio, necesario para evaluar más datos sobre el campo. Para la siguiente temporada, trataremos de mejorar metodología, con el fin de añadir más reproducibilidad y eficiencia en el campo. El siguiente paso sería registrar la temperatura directamente en nidos de tortuga verde en los sectores de interés durante las patrullas nocturnas.

4.6 PROGRAMA DE MARCAJE

Los resultados del programa de marcaje que hemos llevado durante esta temporada representa que la zona sigue siendo un buen hábitat de anidación para ambas especies trabajadas, aun teniendo en cuenta que se dio prioridad de marcaje a la tortuga verde ya que está considerada una especie “En Peligro” respecto a la lora que está en la categoría de “Vulnerable” (UICN, 2021). Por esta razón y por limitaciones económicas se ha decidido solo marcar a la especie *C. mydas*.

Este año se han marcado un total de 114 de tortugas verdes, y se han recapturado un total de 28 contando marcadas en otras temporadas o en esta misma. Estos datos no son atípicos ya que las tortugas verdes presentan un intervalo común de migración de dos a tres años, mientras que los de tortugas lora varían entre uno y ocho años, dependiendo de la ubicación (Troëng & Chaloupka, 2007). También se observó que la recaptura de las verdes se daba a las dos semanas de la anterior anidación, que coincide con el estudio Chen & Cheng (1995), que indica que las tortugas verdes emergen en las playas aproximadamente dos veces la cantidad que anidan, presentando una tasa de éxito de anidación de alrededor del 50%, y si presentan un intervalo superior a dos o tres semanas pueden estar anidando en otra playa o que nos hayamos perdido su anidada. Una vez más, queda demostrado que, si aumentamos el esfuerzo de muestreo a

patrullas durante toda la noche, el marcaje de individuos se incrementará para la próxima temporada por lo que el número de recapturas será mayor.

5. PLAN DE MANEJO

Para la próxima temporada de anidación empezando el 29 de mayo de 2023 hasta el 31 de marzo del 2024 nuestro objetivo es continuar con los programas llevados a cabo esta temporada, explicados en detalle anteriormente, tales como; toma de datos biométricos en tortuga verde y tortuga lora, continuar con el programa de marcaje en tortuga verde, marcaje y seguimiento de nidos tanto in-situ como reubicados y exhumaciones de nidos de ambas especies. Además de estos, nuestro objetivo es implementar nuevos programas que aportaran nueva información para implementar nuevos planes de conservación en la zona.

5.1 ESTACION METEOROLÓGICA

Queremos implementar una estación meteorológica a pequeña escala para monitorear los cambios ambientales a lo largo de toda la temporada de anidación. Para ello utilizaremos un dispositivo RX2102 MicroRX Station que nos permitirá llevar un registro de la temperatura ambiental, la humedad relativa y la dirección y velocidad del viento. Esto nos ayudara a ver qué factores ambientales puedan afectar en el comportamiento de anidación de ambas especies de tortugas además de su influencia en las nidadas.

5.2 TEMPERATURAS

Las tortugas marinas como muchas otras especies de reptiles, presentan una determinación del sexo a partir de factores ambientales, en concreto a partir de la temperatura a la que se encuentran los huevos durante el desarrollo (Janzen & Krenz, 2004; Valenzuela & Lance, 2004) donde elevadas temperaturas resultan en un mayor porcentaje de hembras y bajas temperaturas en un mayor porcentaje de machos. Debido a esto, queremos llevar un registro de las temperaturas en los nidos marcados de tortuga verde. Los nidos seleccionados deberán tener

una distribución espacial y temporal relativamente homogénea a lo largo de toda la playa y durante toda la temporada, para poder tener una información representativa del perfil de temperatura de toda la playa.

Para llevarlo a cabo colocaremos dispositivos de registro de temperatura (HOBO pendant UA-001-08 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$)) Los registradores de temperatura se configurarán para registrar la temperatura una vez cada hora y se colocarán cuidadosamente en el medio del nido cuando la tortuga haya puesto alrededor de 30 huevos. Esto nos permitirá monitorear la temperatura a lo largo de todo el periodo de incubación. Esto posteriormente podrá utilizarse para determinar datos como el porcentaje de sexos de la descendencia o la mortalidad estimada debido a altas o bajas temperaturas.

Por último, nos gustaría tener un control de la temperatura de la playa. Para ello colocaremos 4 puestos control en cada playa (Rio Oro y Pejeperro), dos bajo la sombra de algún árbol y dos al sol. Cada puesto estará conformado por sensores de temperatura a diferentes profundidades; 10cm para llevar un control de los cambios de temperatura a nivel de superficie, 45 cm para llevar un control de la temperatura a la profundidad media de un nido de lora, y a 65 cm para llevar el control de la temperatura a la profundidad media de un nido de verde. Para registrar las temperaturas iremos a tomar las medidas cada dos días a la misma hora utilizando un medidor de temperatura de precisión BAT-12 Microprobe Thermometer.

5.3 MUESTRAS DE SANGRE EN TORTUGA VERDE

Las tortugas marinas se reproducen estacionalmente y dependen de recursos nutricionales adquiridos previamente para llevar a cabo la vitelogénesis. El éxito reproductivo de estos reptiles marinos depende de la vitelogénesis. Los esteroides gonadales tales como el estradiol 17β , la testosterona y las proteínas como la vitelogenina son biomarcadores informativos del estado reproductivo de las tortugas marinas y están relacionados con procesos que conducen a la maduración de los órganos reproductivos y a la formación de huevos. Por lo tanto, con este estudio se pretende contribuir al entendimiento de la regulación endocrina de la fisiología reproductiva de tortugas marinas. Se analizará la fluctuación temporal de Estradiol 17β (E2),

Testosterona (T) y Vitelogenina (VTG), y la variación correspondiente al estado ovárico y condición corporal durante el ciclo reproductivo de hembras de tortuga.

En este estudio se examinará la hipótesis de que el tiempo (Inicio/Medio/Fin) de la temporada de desove afectará la concentración de los factores endocrinos de reproducción (E2, T, y VTG), el estado ovárico, y la condición corporal de hembras de tortuga verde. Para alcanzar ese objetivo, usaremos agujas de calibre 18, 1.5 pulgadas, impregnadas internamente con el anticoagulante heparina, para recolectar sangre del seno cervical de tortugas verdes apareándose y anidando en las costas de las playas de Rio oro y Pejeperro. Todo el muestreo de sangre se hará conforme el protocolo de Owens y Ruiz (1980). Se recolectarán 10ml de sangre del seno cervical de hembras de tortugas del género Chelonidae que anidan en las playas de Rio Oro, Pejeperro y Carate para un análisis endocrinológico. Se tomarán muestras a través de toda la temporada de anidación. Se esperan 70-100 hembras aproximadamente en total. Las muestras serán almacenadas en hielo y después en un congelador -20 °C. Los análisis hormonales se realizarán en el laboratorio del Dr. Roldán Valverde Espinoza en la Southeastern Louisiana University, EEUU.

5.4 TELEMETRIA EN HEMBRAS TORTUGA VERDE

La telemetría ha servido a lo largo de los años para determinar los movimientos migratorios en las tortugas marinas tras los eventos de anidación y para determinar las áreas de forrajeo de las distintas poblaciones (Webster et al., 2022).

En el Pacífico oriental, las tortugas verdes juveniles y adultas se alimentan principalmente en áreas costeras, incluidos estuarios, lagunas (Bjorndal, 1997) y hábitats insulares cercanos a la costa (Amorocho & Reina, 2007). Estudios recientes han demostrado que también se alimentan en aguas de alta mar (Quiñones et al., 2010). Su dieta consiste principalmente en pastos marinos y algas rojas y verdes; sin embargo, también se alimentan de invertebrados y presas gelatinosas (Seminoff et al., 2002; Seminoff & Jones 2006). Sin embargo, esto no es universal, ya que estudios recientes han demostrado que las tortugas verdes adultas también se alimentan en aguas abiertas frente a la costa de Perú, donde se alimentan de una dieta dominada por medusas, moluscos y crustáceos (Quiñones et al., 2010). Sin embargo, hay información científica limitada

disponible para las tortugas verdes costarricenses, ya que sus rutas de migración y zonas de alimentación siguen siendo desconocidas.

Debido a esto, nos gustaría implementar un programa de telemetría en el que colocaremos dispositivos de seguimiento a partir de señal GPS (Wildlife Computers Mk-10 PAT, pop up archival transmitting tag) al mayor número de tortugas verdes posible y llevaremos un monitoreo de sus movimientos tras la temporada de anidación. Con esta nueva metodología podremos determinar los movimientos migratorios de nuestra población, así como determinar cuáles son sus áreas de alimentación más importantes, pudiendo así generar mejores planes y estrategias de protección y conservación.

5.5 DATOS BIOMÉTRICOS EN NEONATOS

Se hará una selección de nidos en los que se monitorearan hasta el momento del nacimiento y de cada uno procederemos a medir y pesar a los 10 primeros neonatos que emerjan del nido. Para ello utilizaremos una pesa y un calibre que nos permitirá tomar las medidas de CCL y de CCW. Una vez tomada la muestra, se tengan las medidas y el peso de los neonatos, estos se liberarán en el mar. Este proceso deberá realizarse con la mayor prioridad, teniendo retenido al neonato el menor tiempo posible. Mediante estos datos podremos estimar si existe relación entre el peso y el tamaño de los neonatos con otras variables como el número de huevos en la puesta o datos biométricos de la madre entre otras.

5.6 REFORESTACION PLAYA RÍO ORO Y PEJEPERRO

Las playas de Río Oro y Peje Perro están afectadas por la deforestación que se da por la ganadería en las zonas cercanas. Esto afecta tanto a la vegetación rastrera (la más cerca del océano) como a los arbustos y bosques que terminan la playa (Landes et al., 2020). Además, en una playa deforestada, la erosión de los nidos ocurre con mayor frecuencia, por lo que reintroducir la vegetación rastrera reduce la erosión gracias a sus raíces y sus follajes, y, además, una playa deforestada es más vulnerable cuando hay una catástrofe natural que una playa con vegetación (Fuentes et al., 2012).

La vegetación también juega un papel en la abundancia de depredadores. Un estudio realizado en New Hampshire investigó los efectos del paisaje en la depredación, y encontraron que los lugares donde es más probable encontrar depredadores son las zonas antropizadas (agricultura, ciudades, comunidades). Según este estudio, la sustitución del bosque por la agricultura ha provocado un aumento de la población de mapaches y perros que depredan los nidos de tortugas. Concretamente, en las playas de Río Oro y Peje Perro, los principales depredadores son pizotes, perros y mapaches, y su presencia puede verse favorecida por la presencia de agricultura alrededor de las playas; por lo que reforestar las playas podría ayudar a mantener alejados a los depredadores reintroduciendo un ecosistema endémico (Marchand & Livaitis, 2004).

Los estudios realizados por COPROT demuestran que las tortugas verdes prefieren anidar en esta zona 3. Concretamente, en el informe del año pasado, más del 60% de los nidos de tortuga verde encontrados estaban en la zona 3 (Exley et al., 2022). Además, se ha demostrado que la vegetación desempeña un papel importante en el éxito de eclosión de las tortugas verdes. La vegetación participa en la regulación de la temperatura del nido. Con el calentamiento global y la falta de vegetación, la temperatura aumenta y, por tanto, la proporción de sexos de las tortugas se vería alterada (nacen más hembras) (Flores et al., 2020). Por ello, es esencial encontrar lugares sombreados para evitar que aumente la temperatura en los nidos (Landes et al., 2020). Debido a estas razones, nos gustaría llevar a cabo un plan de reforestación en la línea de playa y los terrenos colindantes a las playas de río oro y Pejeperro en las que hay un elevado índice de deforestación debido a prácticas como la ganadería. En concreto, reforestar con especies autóctonas ya que los olores de las especies vegetales endémicas pueden ayudar a la tortuga a reconocer el lugar (Landes et al., 2020).

5.7 VIVERO

Las amenazas más evidentes en el área de estudio son la depredación por perros domésticos y/o animales silvestres, recolección ilegal de los huevos, y efectos del cambio climático. Estos efectos incluyen una reducción de área disponible de anidación por el incremento de mareas altas, y un incremento en las temperaturas (Laloë et al., 2017). Dado que la depredación por perros domésticos y los cazadores ilegales ha sido un aspecto problemático durante las temporadas anteriores, es evidente que un plan integrado que utiliza patrullas frecuentes y un

vivero ubicado en un buen sitio es necesario. Hay estudios que nos muestran que el éxito de los nidos ubicados a un vivero puede ser mucho más alto que los nidos dejados in situ, porque están protegidos de varios factores (Viejobueno & Arauz, 2015); también, nidos ubicados en viveros que tienen sombra son más exitosos todavía (Maulany et al., 2012; Abd Mutalib & Fadzly, 2015).

Sin embargo, es imperativo mantener una diferencia natural de temperatura en el vivero para evitar la parcialidad hacia un género o el otro (Sari & Kaska, 2017). Para la investigación proponemos poner un vivero en Playa Carate, cerca de la laguna de Pejeperrito (coordenadas N8°26.264' W083°26.652') que tiene buen acceso desde nuestro campamento de Carate. En el 2018/2019 trabajamos exitosamente con un vivero ubicado al lado del Aeropuerto de Carate, ese vivero ya no existe, pero para poder manejar bien la zona de La Leona, la ONG Tortugas Preciosas estará estableciendo un vivero en ese sector de Carate para esta temporada.

6. AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a las siguientes personas por su dedicación a nuestra población de tortugas marinas y a hacer posible el informe final de esta temporada;

A todos los asistentes de investigación que han pasado por el proyecto y han colaborado en la toma de datos en campo y su posterior registro en la base de datos.

A todos los voluntarios que han colaborado en las patrullas y censos y en las exhumaciones.

A SINAC por otorgar permisos de investigación y apoyo técnico.

Por ultimo a see turtles por proporcionar financiamiento para nuestros esfuerzos de conservación.

7. BIBLIOGRAFIA

Abd. Mutalib, A.H., & Fadzly, N. (2015). Assessing hatchery management as a conservation tool for sea turtles: A case study in Setiu, Terengganu. *Ocean and Coastal Management* 113: 47-53.

Aguilar, A. G. C. (2015). Anidación y conservación de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) en dos playas de la costa occidental de Baja California Sur, México: 1995-2013.

Amorocho, D. F., & Reina, R. D. (2007). Feeding ecology of the East Pacific green sea turtle *Chelonia mydas agassizii* at Gorgona National Park, Colombia. *Endangered Species Research*, 3(1), 43-51.

Arauz, R. (2002). Sea turtle conservation and research using coastal communities as the cornerstone of support. Programa Restauración de Tortugas Marinas.

Arozarena, I., Houser, C., Echeverria, A. G., & Brannstrom, C. (2015). The rip current hazard in Costa Rica. *Natural Hazards*, 77(2), 753-768. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1626-9>

Ávila-Aguilar, A. (2015). Selección de sitios de anidación de *Lepidochelys olivacea* (Testudines: Cheloniidae) en el Pacífico Sur de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 375-381. <https://doi.org/10.15517/rbt.v63i1.23116>

Bastarda, T. (n.d.). COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ANFIBIOS Y REPTILES Tortuga lora. <https://simec.conanp.gob.mx/Publicaciones2020/Publicaciones%20CONANP/Parte%202/Monitoreo/2016%20Ficha%20Tortuga%20lora.pdf>

Bjorndal, K.A. (1997). Foraging Ecology and Nutrition of Sea Turtles. In: Lutz, P.L. and Musick J.A., Eds., *The Biology of Sea Turtles*, CRC Press, Boca Raton, FL, 199-231.

Briones Cedeño, K. G. (2018). Plan de conservación de las tortugas marinas en la parroquia Crucita, cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador.

Brumberg, H., Beirne, C., Broadbent, E. N., Almeyda Zambrano, A. M., Almeyda Zambrano, S. L., Quispe Gil, C. A., Lopez Gutierrez, B., Eplee, R., & Whitworth, A. (2021). Riparian buffer length is more influential than width on river water quality: A case study in southern Costa Rica. *Journal of Environmental Management*, 286, 112132. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112132>

Catalá, E. I. (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*, 36(1), 31-38.

Chacón, D., Sánchez, J., Calvo, J. 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. Sistema Nacional de Areas de Conservación, Ministerio de Ambiente y Energía, San José.

Chen, T.-H. & Cheng, I.-J. (1995) Breeding biology of the green turtle, *Chelonia mydas*, (Reptilia: Cheloniidae) on Wan-An Island, Peng-Hu Archipelago, Taiwan. I. Nesting ecology. *Marine Biology*. 124 (1), 9–15. doi:10.1007/BF00349141.

Chopin Rodríguez, J. M., Carrillo Jiménez, E., Hugo, V., & Guadamuz, M. (s/f). Una.ac.cr. Recuperado el 10 de marzo de 2023. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/20438/Tesis%20Jose%20Miguel%20Chopin%20final%20impresion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cornelius, S. E. (1976). Marine turtle nesting activity at Playa Naranjo, Costa Rica. *Brenesia*. Volumen 8.

<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=OET.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=001691>

Diagnóstico de áreas marinas protegidas y áreas marinas para la pesca responsable en el pacífico costarricense. <http://eprints.jcu.edu.au/23865/>

Dornfeld, T.C., Robinson, N.J., Santidrián-Tomillo, P., Paladino, F.V. (2015). Ecology of solitary nesting olive ridley sea turtles at Playa Grande, Costa Rica. *Marine Biology*, 162: 123-139.

Eckert, K. L., Bjørndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., y Donnelly, M. (2000). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. *Grupo especialista en Tortugas Marinas. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Comisión de Supervivencia de Especies*, Publicación. (4), 270.

Exley, L., Marion, M., & Barrantes, K. (2020). Annual Report of Nesting Activity Playas Carate, Rio Oro y Pejeperro, Season 2021 - 2022, p25.

Flores-Aguirre, C.D., Díaz-Hernández, V., Salgado Ugarte, I. H. , Sosa Caballero, L.E., & Méndez de la Cruz, F.R. (2020). Femi-nization tendency of hawksbill turtles (*Eretmochelysimbricata*) in the western Yucatán Peninsula, Mexico. *Amphib Reptile Conserv* 14: 190–202.

Friedlander, A. M., Ballesteros, E., Breedy, O., Naranjo-Elizondo, B., Hernández, N., Salinas-de-León, P., ... & Cortés, J. (2022). Nearshore marine biodiversity of Osa Peninsula, Costa Rica: Where the ocean meets the rainforest. *Plos one*, 17(7), e0271731.

Fuentes, M.M.P.B., Fish, M.R., & Maynard, J.A. (2012). Management strategies to mitigate the impacts of climate change on sea turtle's terrestrial reproductive phase. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* (2012).

Janzen, F.J., & Krenz, J.G. (2004). Phylogenetics: Which was first, TSD or GSD? In: Valenzuela N, Lance V (eds). *Temperature dependent Sex Determination in Vertebrates*, Smithsonian Institution Press, Washington DC, pp. 121 – 130.

Laloë, J. O., Cozens, J., Renom, B., Taxonera, A., & Hays, G. C. (2017). Climate change and temperature-linked hatchling mortality at a globally important sea turtle nesting site. *Global change biology*, 23(11), 4922-4931.

Landes, A-E., Pairain, L., Gaud P., Gobeaut C., Dalleau M., Jean C., & Ciccione S. (2020). Guide d'aménagement du littoral pour améliorer la qualité des sites de pontes des tortues marines. Centre d'Etude et de Découverte des Tortues Marines. La Réunion. 72 p.

Lewison, R.L., & Crowder, L.B. (2006). Putting Longline Bycatch of Sea Turtles into Perspective. *Conservation Biology*, 21(1): 79-86.

Limpus, C. J. (1995). Global overview of the status of marine turtles: a 1995 viewpoint. *Biology and conservation of sea turtles*, 2, 605-609.

Link, C. R. I. (2013). *Pejeperro Wildlife Refuge Costa Rica*. CostaRicaInfoLink.com. <https://costaricainfolink.com/en/pejeperro-wildlife-refuge-costa-rica/>

Marchand, M.N., & Livaitis, J.A. (2004). Effects of landscape composition, habitat features, and nest distribution on predation rates of simulated turtle nests. *Biological conservation*. Vol 117, (3), 2004, pp 243-251.

Matos, L., Silva, A.C.C.C.D., Castilhos, J.C., Weber, M.I., Soares, L.S., Vicente, L. (2012). Strong site fidelity and longer internesting interval for solitary nesting olive ridley sea turtles in Brazil. *Marine Biology*, 159: 1011-1019.

Maulany, R.I., Booth, D.T., & Baxter, G. (2012). The effect of incubation temperature on hatchling quality in the olive ridley turtle, *Lepidochelys olivacea*, from Alas Purwo National Park, East Java, Indonesia: Implications for hatchery management. *Marine Biology* 159, 2651–61.

Miller, J. D. (1997). Reproduction in sea turtles. Pp. 51-81. En: Musick, J.A., Lutz, P.L. (Eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton. 448 pp.

Owens, D. W. & G. J. Ruiz. (1980). New Methods of Obtaining Blood and Cerebrospinal Fluid from Marine Turtles. *Herpetologica* 36: 17-20.

Pintos, G. T., Olvera, M. M. C., & Dueñas, R. B. (2013). Relaciones históricas entre las tortugas marinas y las sociedades del finis terra bajacaliforniano. *Historia Ambiental Latinoamericana Y Caribeña (HALAC) Revista De La Solcha*, 3(1), 89-115.

Plotkin, P. T. (Ed.). (2007). *Biology and conservation of ridley sea turtles*. JHU Press.

Quesada-Alpizar, M. A., & Cortes, J. E. (2006). Los ecosistemas marinos del Pacífico sur de Costa Rica: estado del conocimiento y perspectivas de manejo. *Revista De Biología Tropical*, 54(1), 101-145. <https://doi.org/10.15517/rbt.v54i1.26832>

Quiñones, J., González Carman, V., Zeballos, J., Purca, S., & Mianzan, H. (2010). Effects of El Niño-driven environmental variability on black turtle migration to Peruvian foraging grounds. *Hydrobiologia* 645, 69–79 (2010).

Reina, D. E., Mayor, P. A., Spotila, J. R., Piedra, R., & Palladino, F. V. (2002). Ecología de anidación de la tortuga baula, *Dermochelys coriacea*, en el Parque Nacional Marino las Baulas, Costa Rica: 1988-1989 a 1999-2000. *Copeia*, 2002(3), 653-664

Sánchez, Y. F., Díaz-Fernández, R., & Fernández, R. D. (2007). Características de la anidación de la tortuga verde *Chelonia mydas* (Testudinata, Cheloniidae) en la playa Caleta de los Piojos, Cuba, a partir de marcaciones externas. *Animal Biodiversity and Conservation*, 30(2), 211-21.

Sari, F., & Kaska, Y. (2017). Assessment of hatchery management for the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) nests on Goksu " Delta, Turkey. *Ocean Coast Manag.* 146, 89–98.

Sellés-Ríos, B., Flatt, E., Ortiz-García, J., García-Colomé, J., Latour, O., & Whitworth, A. (2022). Warm beach, warmer turtles: Using drone-mounted thermal infrared sensors to monitor sea turtle nesting activity. *Frontiers in Conservation Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/fcosc.2022.954791>

Seminoff, J.A., & Jones, T.T. (2006). Diel movements and activity ranges of green turtles (*Chelonia mydas*) at a temperate foraging area in the Gulf of California, Mexico. *Herpetol Conserv Biol* 1: 81–88.

Seminoff, J.A., Resendiz, A., & Nichols, W.J. (2002). Home range of green turtles *Chelonia mydas* at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico. *Mar Ecol Prog Ser* 242: 253–265.

Tortuga Verde (Chelonia mydas) - Fundación. (2015). CRAM. <https://cram.org/catalogo-de-especies/reptiles-marinos/tortugas-marinas/tortuga-verde/>

TORTUGAS DE LA COSTA PACÍFICA DE COSTA RICA. (s. f.). <https://www.turtle-trax.com/wp-content/uploads/2013/12/Sea-Turtle.pdf>. <https://www.turtle-trax.com/wp-content/uploads/2013/12/Sea-Turtle.pdf>

Tripathy, B., Pandav, B. (2007). Beach fidelity and interesting movements of olive ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*) at Rushikulya, India. *Herpetological Conservation Biology*, 3: 40-45.

Troëng, S. & Chaloupka, M. (2007) Variation in adult annual survival probability and remigration intervals of sea turtles. *Marine Biology*. 151 (5), 1721–1730. doi:10.1007/s00227-007-0611-6.

UICN (2021). UICN Red List of Threatened Species. Version 2011. 2. <www.iucnredlist.org>.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), (2013). *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4.* Retrieved from www.iucnredlist.org

Valenzuela, N., & Lance, V. (2004). Temperature-dependent sex determination in vertebrates. Smithsonian Books, Washington, DC.

Venegas-Li, R., Palacios Alfaro, J. D., & Martínez Fernández, D. (2015). Agregación costera de tortugas marinas en aguas del Pacífico Sur de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63, 1-8.

Verde, T. (s/f). Gob.mx. Recuperado el 9 de febrero de 2023, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/471546/PACE_Tortuga_Verde_VF.pdf

Viejobueno, M. S., Adams, C., & Arauz, R. (2013). Conservación e investigación de tortugas marinas en el Pacífico de Costa Rica. *Refugio Nacional de Vida Silvestre Caletas-Arío, San Miguel, Corozalito.*

Viejobueno Muñoz, S., & Arauz, R. (2015). Conservación y actividad reproductiva de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) en la playa de anidación solitaria Punta Banco, Pacífico Sur de Costa Rica. Recomendaciones de manejo a través de dieciséis años de monitoreo. *Revista de Biología Tropical*, 63, 383-394.

Villate, R. (2012). Desarrollo local y conservación de tortugas marinas en Costa Rica y Panamá. *Mesoamericana*, 16(3), 40-55.

Webster, E. G., Hamann, M., Shimada, T., Limpus, C., & Duce, S. (2022). Space-use patterns of green turtles in industrial coastal foraging habitat: Challenges and opportunities for informing management with a large satellite tracking dataset. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32(6), 1041-1056.

Zárate, P., & Dutton, P. (2002). Tortuga verde. *Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad. Fundación Charles Darwin y Servicio Parque Nacional de Galápagos*, 305-323.