

REPORTE ANUAL DEL MONITOREO DE TORTUGA VERDE Y TORTUGA LORA EN EL PACÍFICO SUR DE COSTA RICA

PLAYAS CARATE, RÍO ORO Y
PEJEPERRO



Temporada 2023-2024

Bióloga Regente: Katya Barrantes.

Co-Investigadora: Laura Exley.

Autores: Antonia Cozzi, Steven Flores, Lucía Heredero, Alba López, Rocío Macías, Alejandra Pérez, Lorena Rojas, Alice Zini.

CONTENIDO

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. METODOLOGÍA	5
2.1 Área de estudio.....	5
2.2 Especie de estudio.....	7
2.3 Muestreo en playa	8
2.4 Tortugas anidantes	9
2.5 Nidos	11
2.6 Medida de temperaturas	15
2.7 Categorización de la vegetación	15
2.8 Vivero	17
3. RESULTADOS.....	18
3.1 Distribución temporal	20
3.2 Distribución espacial.....	22
3.3 Efecto de la vegetación en tortuga verde.....	23
3.4 Perfil de playa.....	24
3.4.1 Área disponible de anidamiento.....	24
3.4.2 Pendiente.....	25
3.5 Exhumaciones.....	26
3.5.1 Éxito de eclosión, emergencia y fertilidad de las nidadas.....	26
3.5.2 depredación y saqueo.....	27
3.5.3 temperatura control y temperatura nidos con hobo.....	28
3.6 Marcaje.....	31
3.7 Vivero	31
4. DISCUSION	34
4.1 Distribución temporal	34
4.2 Distribución espacial y temperaturas	35
4.3 Exhumaciones	37
4.4 Vivero	38
4.5 Conclusiones.....	39
5. AGRADECIMIENTOS	43
6. BIBLIOGRAFIA.....	44

RESUMEN

El presente estudio investigó el comportamiento reproductivo, éxito de eclosión, depredación de nidos y manejo en vivero de las especies de tortugas marinas lora (*Lepidochelys olivacea*) y verde (*Chelonia mydas*) en tres playas de anidación, Río Oro, Pejeperro y Carate. Se llevó a cabo un monitoreo exhaustivo desde junio de 2023 hasta marzo de 2024, cubriendo aproximadamente 7 km de playa.

Los resultados revelaron una alta actividad de anidación, con un total de 7002 nidos de tortuga lora y 623 nidos de tortuga verde registrados. La distribución temporal mostró una anidación predominante de la tortuga lora en los meses de agosto a noviembre, con 2637 nidos en Río Oro, 3531 en Pejeperro y 834 en Carate. Mientras tanto, la tortuga verde mostró una mayor tendencia de anidación entre octubre y diciembre, con 280 nidos en Río Oro, 222 en Pejeperro y 121 en Carate.

El éxito de eclosión fue elevado, con valores destacados en la playa de Pejeperro para la tortuga verde (88.37%) y en la playa de Río Oro para la tortuga lora (73.74%). Sin embargo, se registró una alta tasa de depredación de nidos, especialmente en Carate, donde aproximadamente el 55.1% de los nidos de tortuga lora fueron depredados y el 13.2% de los nidos de tortuga verde.

El manejo en vivero demostró ser efectivo, con un total de 131 nidos reubicados. Se tomaron medidas biométricas de los neonatos, con un peso promedio de 17.28 ± 1.72 gramos y un tamaño promedio del caparazón recto de 4.08 ± 0.16 cm de largo y 3.28 ± 0.18 cm de ancho.

En conclusión, este estudio proporciona información detallada sobre la dinámica de anidación, éxito de eclosión, depredación de nidos y estrategias de manejo en vivero de las tortugas marinas en Carate, resaltando la necesidad de implementar medidas de conservación para proteger estas especies en peligro de extinción.

1. INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas se han considerado a lo largo de la historia como especies emblemáticas, despertando un interés ecológico general al ser proveedoras tanto de sustento alimentario, como económico y cultural (Briones, 2018). Han sido objeto de planes de conservación alrededor de todo el mundo debido a su importante papel ecológico (Pizarro, 2015). Son animales que actúan como especies paraguas, cuya conservación conlleva a la protección de 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. Como el consumo y tráfico de su carne y huevos (Briones, 2018), el enmalle en plásticos, y la captura accidental por distintas artes de pesca (Lewison & Crowder, 2006). También pueden ser amenazas indirectas como la destrucción, contaminación y erosión de sus hábitats de desarrollo y zonas de anidación (Briones, 2018), y la presencia de animales domésticos como perros, excavando nidos y depredando tanto huevos como neonatos (Pintos *et al.*, 2013). Como consecuencia de todas estas amenazas, seis de las siete especies de tortugas marinas que habitan en el planeta se encuentran en peligro o en estado vulnerable según la UICN (UICN, 2021).

Las costas del sur del Pacífico de 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 tortuga baula (*Dermochelys coriacea*) (Venegas *et al.*, 2015). Las playas de Pejeperro y Río Oro (Pejeperrito) localizadas en el territorio de Carate y Río Oro, son dos áreas que se corresponden al Distrito de Puerto Jiménez, y son consideradas como puntos calientes de anidación para dichas especies, específicamente para la tortuga verde y lora (Chacón *et al.*, 2007). Esta zona en concreto se encuentra poco poblada, y representa una de las regiones socioeconómicamente más desfavorecidas de Costa Rica (Friedlander *et al.*, 2022). Un desarrollo adecuado a pequeña escala podría equilibrarse con algunas prácticas medioambientales para ofrecer tanto oportunidades sociales como 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). 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 tortugas olivácea (*Lepidochelys olivacea*) y tortuga verde (*Chelonia mydas*) durante la temporada 2023 - 2024 en las playas de Carate, Pejeperro y Río Oro.

2. METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

El área de estudio se extiende a lo largo de tres playas de anidación de tortugas marinas, Playa Pejeperro (8°26'12.46"N, 83°23'59.90"W), Playa Río Oro (8°32'08.95"N, 83°18'14.09"W) y Playa Carate (8°26'15.9"N 83°26'37.3"W (Figura 1). 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, y del mundo (Sellés-Ríos *et al.*, 2022; Friedlander *et al.*, 2022). El área de estudio pertenece a los Refugios de Vida Silvestre Carate, Pejeperro y Río Oro que son administrados bajo el Área Conservación Osa (ACOSA) (Quesada-Alpíza & Cortes, 2006). Estos son notablemente ricos

en relación con la biodiversidad de hábitats y especies terrestres y marinas

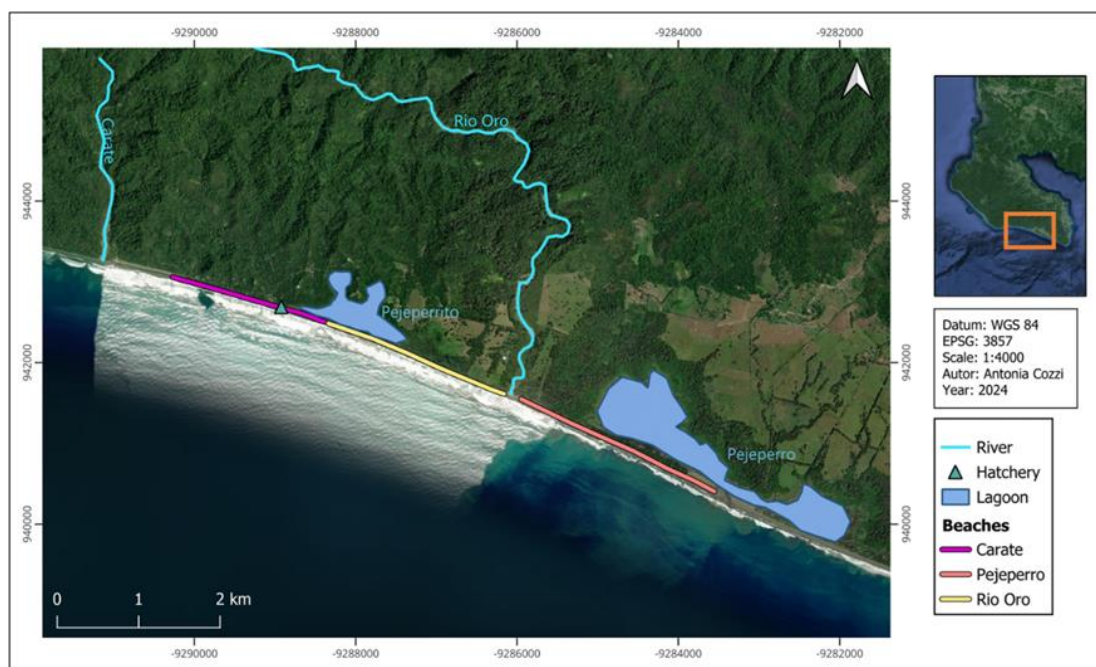


Figura 1. Imagen vía satélite de las playas Carate (morado), Río Oro (amarillo) y Pejeperro (naranja), también quedan representados ambos ríos (Carate y Río Oro), y ambas lagunas (Pejeperro y Pejeperro), junto con la localización del vivero.

La playa de Carate tiene una longitud aproximada de 2 km. Por su parte, Río Oro cuenta con 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). Estas playas cuentan con una elevada inclinación, están bañadas por las mareas y la composición de su arena difiere entre fina y guijarrosa a lo largo de estas (Sellés-Ríos *et al.*, 2022). Las lagunas costeras que definen los límites de las playas son ecosistemas vulnerables; cuentan con manglares y bosques inundados, y su conservación y protección también se debe tener en cuenta al ser zonas de reproducción para amplias especies de anfibios, reptiles y aves (C. R. I., 2013). Además, se debe tener en cuenta la fuerte conexión entre los entornos marinos y de agua dulce que existe en estas regiones, ya que favorecen la productividad de los ecosistemas de la zona (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. 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). 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 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).

b) Tortuga verde (*Chelonia mydas*)

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). 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

El muestreo se realizó desde el mes de julio de 2023 al mes de marzo de 2024. 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. 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. Asimismo, dividimos la zona 3 en dos zonas adicionales: la 3BA, (que representa bajo árboles), y la 3ZA, (que denota la zona abierta), con el fin de identificar con mayor precisión la ubicación de los nidos (Figura 2).

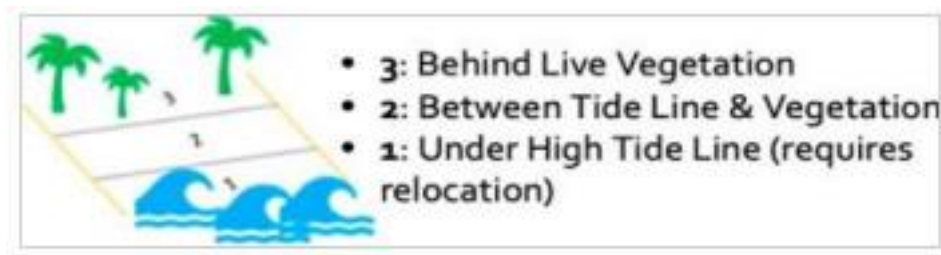


Figura 2. Disposición vertical de la playa en zonas.

Las patrullas nocturnas duran un mínimo de 4 horas. El objetivo de estas patrullas consiste en recaudar el mayor número posible de datos directamente de las hembras anidantes. Durante las patrullas nocturnas, marcamos, identificamos y tomamos datos biométricos de todas las tortugas que encontramos, así como marcaje e identificación todos los eventos de anidación. Adicionalmente, realizamos patrullas matutinas o censos en los que anotamos todos los eventos ocurridos durante el resto de la noche anterior y revisamos durante 10 días consecutivos aquellos nidos marcados que han completado su periodo de incubación.

Dichos eventos anteriormente mencionados se clasifican de la siguiente forma: nido (N) cuando la tortuga ha realizado la puesta con éxito; aborto (A) cuando la tortuga intento realizar la puesta en diferentes localizaciones llegando a cavar la cámara del nido, pero sin éxito; rastro falso (RF) cuando observamos únicamente el rastro sin ningún intento de deposición; cama (CA)

cuando únicamente observamos la superficie que dejan las tortugas cuando ni comienzan a excavar la cámara, pero sin llegar a anidar; saqueado (S) o depredado (D) en caso de observar posibles indicios de alguno de ellos, siendo muchas veces difícil su distinción; y finalmente, aquellos posibles nidos de tortugas verdes los clasificamos como ‘QN’ tanto durante la patrulla nocturna como el censo matutino, y procedemos a buscar la cámara del nido y excavamos hasta observar los huevos, ya que solo si vemos los huevos lo consideraremos como un nido. En caso de que no se encuentre, se marca ese posible nido con un palo, donde creamos que puede estar la cámara y en 55 días se empezará a monitorear como el resto de los nidos marcados, para ver posibles indicios de nacimiento.

2.4 Tortugas anidantes

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, **Limpiando:** 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 el código y número de nido y la fecha de puesta. 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 en las aletas 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 a partir de su cuerpo, 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 2).

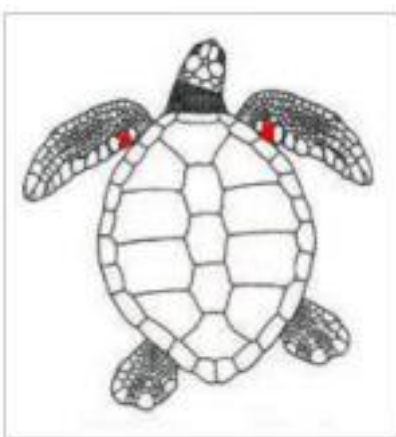


Figura 3. Posición de marcaje de la tortuga verde (*Chelonia mydas*)

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, longitudinal (CCL) desde el borde superior del caparazón en contacto con el tejido blando, hasta las escamas supra caudales, cubriendo de esta forma todo el largo curvo 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**).

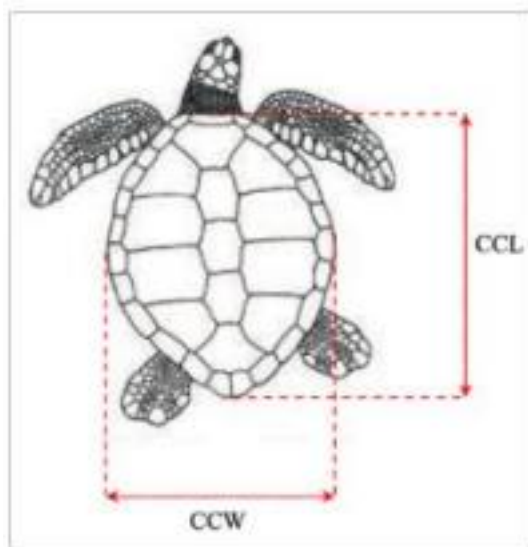


Figura 4. Medidas biométricas del caparazón de la tortuga verde (*Chelonia mydas*).

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

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 o en el vivero, 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 registran las coordenadas GPS norte y oeste, con una precisión de 3m al nido.

Durante las patrullas matutinas se revisarán los nidos marcados próximos al momento de su eclosión. Para ello, se monitorean los nidos 10 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 muestran 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.

Atendiendo a nuestra metodología, de cada nido exhumado registramos la información del número de tortugas vivas, muertas, cáscaras, pipped, huevos no eclosionados. 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 cáscaras, aquellas que presenten más del 50% de la cáscara 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 clasificaron los huevos no eclosionados 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

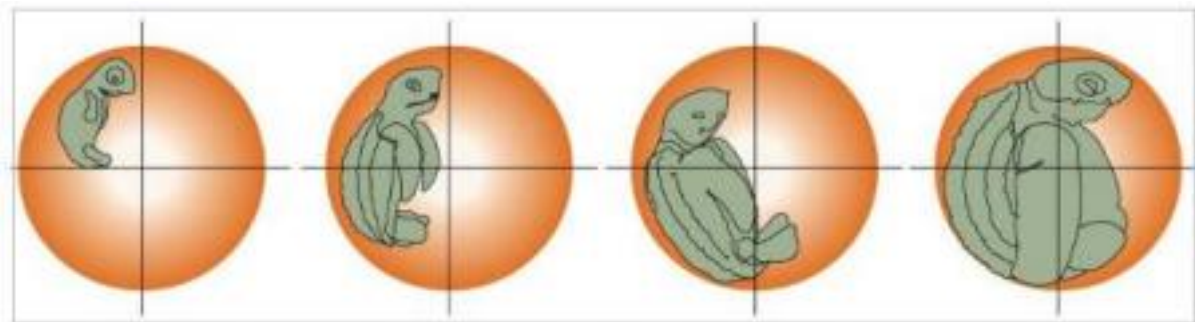


Figura 5. Esquema de las distintas fases del desarrollo embrionario de las tortugas (*Chacón & Sánchez, 2023*).

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

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 cáscaras, los pipped, el total de huevos no eclosionados (con y sin desarrollo aparente)

Dado que la depredación de nidos es una amenaza relevante para estas playas, se ha estudiado la depredación en las tres playas monitoreadas, calculando el porcentaje de nidos depredados del total de los nidos marcados en cada playa.

En playa Carate, debido a la alta presión de los perros sobre los nidos, se ha decidido desarrollar un estudio más exhaustivo sobre la depredación, donde además de determinar el porcentaje de depredación de la playa, se ha determinado la eficacia de las mallas de bambú como medida de protección.

Durante el monitoreo de playa se han marcado una muestra representativa de nidos mediante el uso de elementos de referencia físicos, tales como postes de madera a 50 cm del nido y triangulaciones en la vegetación, con el fin de darles seguimiento. Los nidos marcados se han revisado diariamente en cada censo y se ha registrado la información en caso de pérdida ya fuera por saqueo, depredación o lavado por marea. Si los nidos no se logran encontrar en la ubicación de referencia también se ha registrado el dato como nido perdido. El seguimiento se ha hecho desde la puesta hasta la fecha estimada de emergencia, en este caso 45 días para tortuga Lora.

Se han seguido monitoreando los nidos 10 días más para determinar su emergencia. Para ello se han chequeado cada mañana para detectar la presencia de neonatos en el nido o bien los rastros de estos cerca del punto de referencia. Una vez eclosionado el nido se procede a realizar la exhumación tal y como se explica en esta metodología.

Una vez terminado el estudio se ha calculado el porcentaje de nidos depredados del total de nidos marcados durante el monitoreo.

El resultado de este porcentaje ayudará a determinar si son necesarias medidas de manejo de la playa tales como las mallas de bambú o la justificación de continuar con el vivero.

Como se ha explicado al inicio, parte del estudio de depredación ha consistido en estudiar la efectividad de las mallas de bambú como medida de protección de las nidadas in situ. De los nidos marcados en playa, un porcentaje fue protegido con malla. Las mallas se han colocado ligeramente enterradas en la arena y sujetas con estacas en los cuatro lados, evitando así que se desplacen.

Los nidos con malla fueron monitoreados diariamente durante el periodo de incubación, siguiendo el mismo protocolo que para los nidos marcados sin malla. Los nidos se han revisado para detectar cualquier alteración de la malla anotando todo en bitácora.

Al final del monitoreo se ha calculado el % de nidos depredados con malla, de esa forma ha podido determinar la efectividad de esta medida de protección.

2.6 Medida de temperaturas

Para llevar un registro de la temperatura de la arena tanto dentro como fuera de los nidos, utilizamos dispositivos **HOBO Pendant TempAlarm One Channel Data Loggers**.

Colocamos dispositivos dentro de nidos de verde a lo largo de las playas Río Oro y Pejeperro para nidos de tortuga verde in situ. Los dispositivos se colocaron cuando la tortuga había depositado 30 huevos en la cámara, para obtener una medición más precisa de la temperatura a la que la mayoría de los huevos están expuestos. Los dispositivos HOBO se retiraron una vez pasado el periodo de incubación, al hacer la exhumación de dicho nido.

Adicionalmente, para llevar un control de la temperatura de la arena, colocamos medidores de temperatura a lo largo de la playa de Río Oro y Pejeperro. En concreto, seis dispositivos se colocan en cada playa (Río Oro y Pejeperro), los cuales se clasifican en dos sectores, tres para cada sector. El primero corresponde a un sector de la playa donde no hay influencia de sombra de la vegetación y se llama área abierta (A), mientras que el segundo sector es un área sombreada (S). Esto se hace para simular las dos condiciones en las que se puede encontrar un nido de tortuga marina. En total se utilizarán 12 HOBOs (registradores de datos). La ubicación de cada equipo está georreferenciada, además de estar triangulada, lo que nos proporciona la ubicación exacta para su recuperación. Los dispositivos están ubicados en el mismo punto a tres profundidades diferentes, la primera está a 10 centímetros (cm) de la superficie, la segunda está a 35 cm de la superficie y la tercera está a 45 cm de la superficie. La primera corresponde a una temperatura de control de la playa, mientras que las segundas son una aproximación de la profundidad del centro del nido para tortuga lora y tortuga verde, respectivamente.

2.7 Categorización de la vegetación

Se clasificaron los diferentes tipos de vegetación a lo largo de la playa. Se colocó un transecto lineal entre todos los sectores, que va de oeste a este. La vegetación a lo largo de los transectos se clasificó en cinco tipos diferentes de vegetación: (1) área abierta de arena sin vegetación, (2) vegetación baja (<1m), (3) vegetación de altura media (1-2,5 m), (4) vegetación alta abierta

(>2,5 m con el cielo visible desde abajo), o (5) vegetación alta cerrada (>2,5 m con el cielo no visible desde abajo) (Tabla 1). A lo largo de cada transecto se registró el valor inicial y final de cada categoría. Si dos categorías se superponen, sólo se contaba la categoría con la altura más alta. Si la brecha entre una categoría era inferior a 10 cm, la medición era continua. Se tomó la suma de la cobertura individual total de cada categoría y se dividió por la longitud total del transecto para obtener la proporción total de esa categoría para cada sector. El porcentaje de datos de cada tipo de vegetación se determinó a lo largo de cada transecto (Hynes, 2015). Además, se determinó la categoría de vegetación de cada nido de tortuga verde con un registrador de temperatura. Esto se hizo tomando un radio de 2m y estimando la proporción de cada categoría presente.

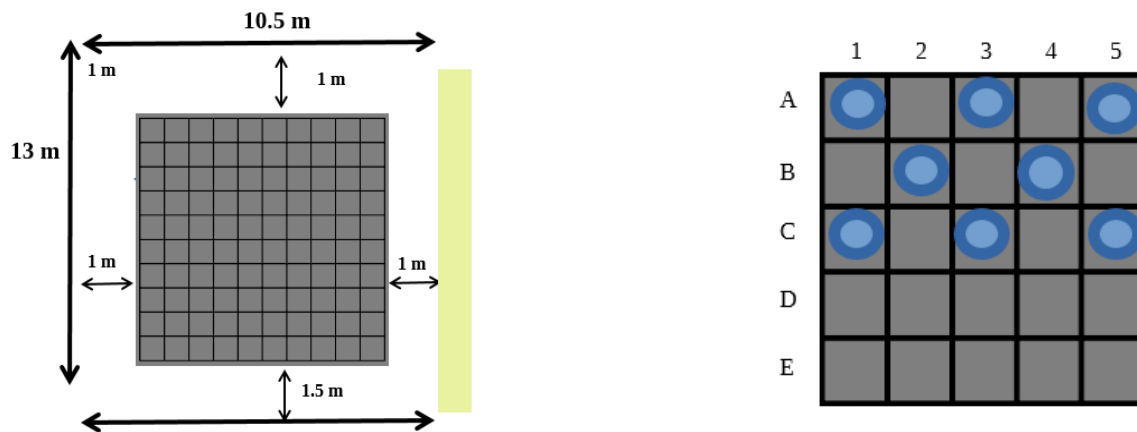
Categoría	Tipo de vegetación
A	Área abierta de arena
B	Vegetación baja, <1m
C	Vegetación de altura media, 1-2.5m
D	Vegetación alta abierta, >2.5m
E	Vegetación alta cerrada, >2.5m

Tabla 1. Clasificación en categorías del tipo de vegetación presente en las playas estudiadas.

Para evaluar el efecto del tipo de vegetación sobre el número de nidos de tortugas verdes, se realizaron ANOVA de una vía para cada tipo de vegetación. En lugar de tener el porcentaje del tipo de vegetación como variable continua, se formaron cinco grupos: 0-20%; 20-40%; 40-60%; 60-80% y 80-100%. Las diferencias por pares entre las variables de resultado se examinaron con comparaciones post hoc ajustadas por Tukey. Los efectos se considerarán significativos cuando $\alpha = 0,05$.

2.8 Vivero

El vivero está ubicado en las coordenadas GPS N 08 26.2634 - W 083 26.652 Tiene un diseño de tipo cerrado, para evitar la entrada de depredadores y con pasillos en los cuatro lados para moverse con facilidad. Las dimensiones de la cuadrícula del vivero son 8,5 x 10,5m, lo que da lugar a una cuadrícula con 357 nidos de 0.5m de lado. Los nidos han sido colocados a espacio por medio dentro de la matriz para evitar contaminación nido a nido por cercanía y evitar fluctuaciones de temperatura entre los nidos.



Figuras 6 y 7. Dimensiones del vivero y distribución de los nidos en la cuadrícula.

La actividad de colecta de nidos se realiza durante las patrullas de monitoreo. Se colectan y trasladan al vivero los nidos de la noche en curso y se selecciona preferiblemente tortugas que están desovando en ese momento. Se reubican a vivero únicamente nidos frescos que se presume tienen menos de 4 horas

desde la puesta. También tomaremos en consideración reubicar en vivero o en su defecto en playa los nidos muy cerca de desembocaduras o bien con una alta probabilidad de ser depredado, erosionado o destruido.

El vivero ha sido monitoreado las 24 horas.

Tras la eclosión del nido, los neonatos son contados y colocados en recipientes con arena húmeda, después de esto se seleccionan 10 neonatos al azar para ser medidos y pesados, luego de este procedimiento los neonatos serán liberados a la mayor brevedad posible.

Durante toda la temporada se ha llevado a cabo un manejo sanitario adecuado para evitar problemas de infección o plagas y/o atraer depredadores.

Las exhumaciones en el vivero han atendido a la misma metodología detallada para las exhumaciones de playa.

También se ha hecho un estudio de temperatura dentro del vivero, se ha contado con un total de 6 **HOBOPendant TempAlarm One Channel Data Loggers**. 4 sensores han sido colocados en los nidos del vivero de forma aleatoria y dos sensores control han sido colocados en la arena, uno dentro del vivero y otro fuera, en la playa.

Se han programado para registrar la temperatura cada hora y se han retirado en la exhumación de los nidos. Los resultados se han evaluado atendiendo al semáforo de calificaciones que propone el PRONAMEC para este indicador

3. RESULTADOS

El monitoreo se ha llevado a cabo entre el mes de junio (2023) y marzo (2024) en las playas de Pejeperro, Rio oro y Carate, cubriéndose un total de unos 7 km. se han registrado 7002 nidos de tortuga lora y 623 nidos de tortuga verde para las tres playas en conjunto, siendo para lora 2637 en Rio oro, 3531 en Pejeperro y 834 en Carate y para verde 280 en Rio oro, 222 en Pejeperro y 121 en Carate. Durante toda la temporada de anidación se trabajaron y marcaron nidos de 266 tortugas verdes y 352 de tortuga lora de los cuales se llevó un monitoreo exhaustivo de principio a fin del periodo de desarrollo.

El número de huevos depositados medio en cada nido fue de 62 para tortuga verde y de 92 para tortuga verde. el tamaño promedio para ambas especies viene especificado en la figura número 8.



Figura 8. Promedio de los tamaños de las tortugas Lora (a) y de las tortugas Verde (b) que han anidado en nuestras playas.

El tiempo medio de realizar el proceso completo de anidación para la tortuga lora fue de 38 min mientras que para tortuga verde fue de 125 minutos (**figura 9**), siendo las actividades en las que invierten mayor tiempo, limpiando y camuflando el nido.

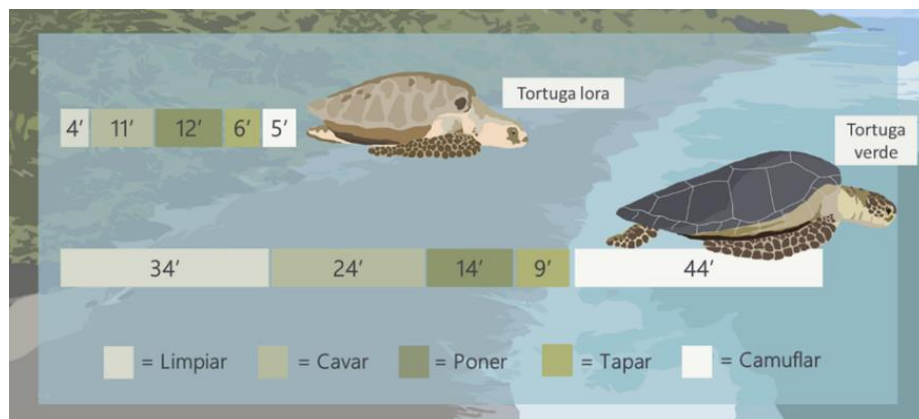


Figura 9. Tiempo empleado en las diferentes actividades necesarias para completar el proceso de anidación, diferenciadas por la especie Lora y Verde.

3.1 Distribución temporal

Mediante la contabilización diaria de los nidos durante la temporada de anidación 2023-2024 en los censos matutinos se ha podido cuantificar temporalmente la cantidad de nidos.

A continuación, se exponen gráficamente las distribuciones temporales mediante una representación diaria para ambas especies en las tres playas estudiadas (Rio Oro, Pejeperro y Carate), pudiéndose apreciar las diferentes tendencias de anidación propias de cada especie.

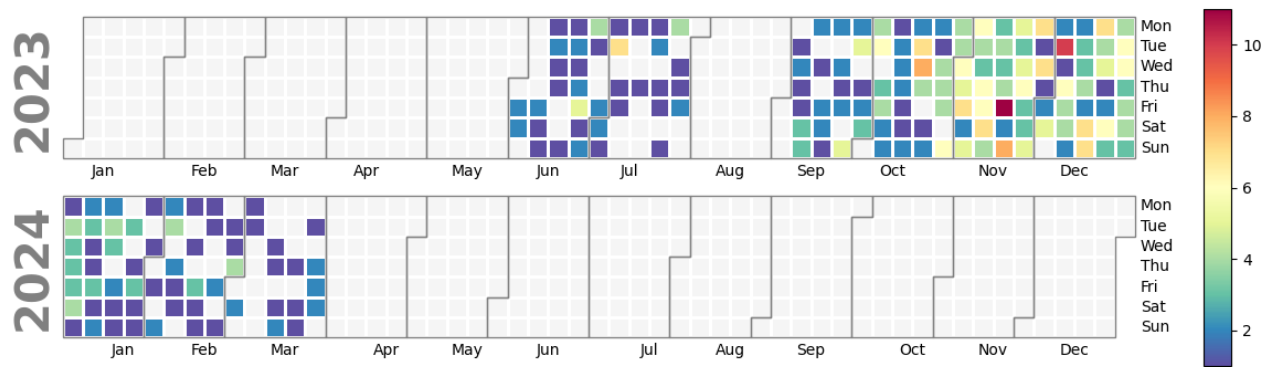


Figura 10. Distribución temporal de los nidos de tortuga verde en la temporada de anidación 2023-2024.

De los 623 nidos de tortuga verde que se han contabilizado entre las tres playas (280 en Rio Oro, 222 en Pejeperro y 121 en Carate), se observa una mayor tendencia en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

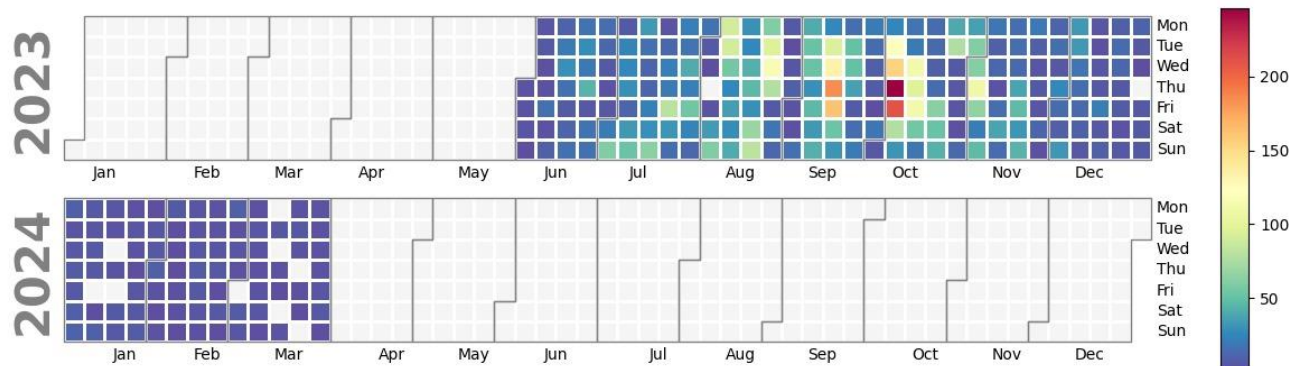


Figura 11. Distribución temporal de nidos de tortuga lora en la temporada de anidación 2023-2024.

De los 7002 nidos de tortuga lora que se han contabilizado entre las tres playas (2637 en Rio Oro, 3531 en Pejeperro y 834 en Carate), se observa una mayor tendencia en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre. A diferencia de la tortuga verde, se puede observar claramente el mayor porcentaje de anidación, siendo mucho más presente esta especie durante toda la temporada.

Se estudio la relación entre las fases lunares y la cantidad de nidos para ambas especies. el criterio para definir los nidos en cada fase lunar fue considerar 2 días antes, el día de la fase lunar y los 2 días posteriores entonces, para cada fase lunar, se tuvieron en cuenta 5 días de cada mes (**figura 12**).

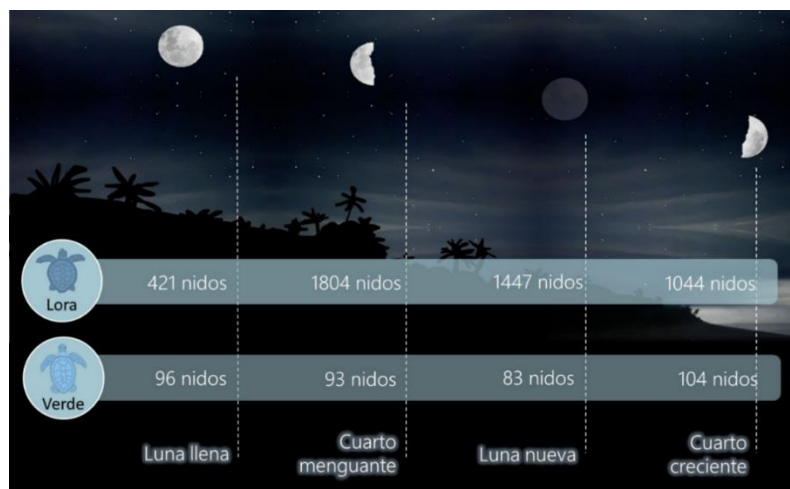


Figura 12. Representación gráfica de la cantidad de nidos según las diferentes fases lunares para las especies de tortuga verde y lora.

Gracias a esta comparación se pudo observar un mayor porcentaje de anidación durante cuarto creciente en el caso de la tortuga verde y durante cuarto menguante en el caso de la tortuga lora. Como se ha comentado anteriormente las fases lunares están altamente relacionadas con las mareas, y en consecuencia con el proceso de anidación.

3.2 Distribución espacial

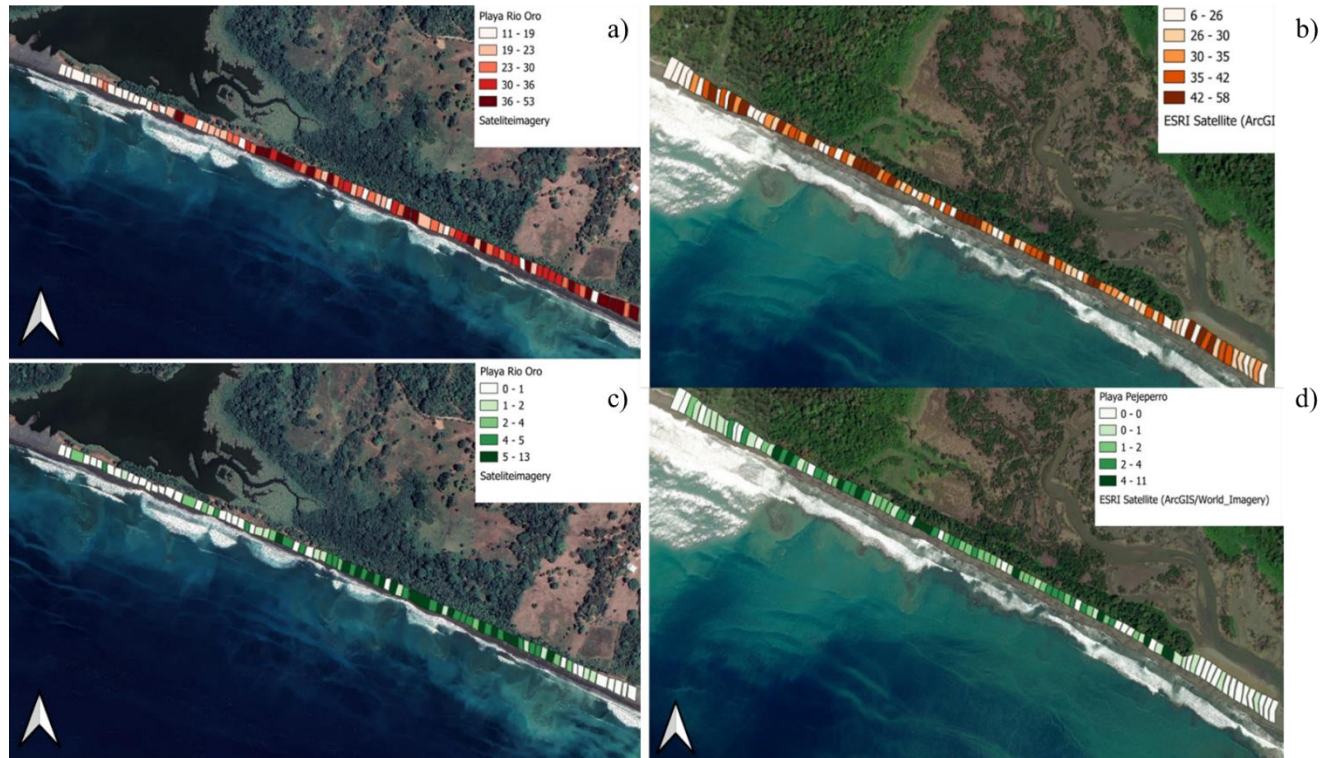


Figura 13. Distribución espacial de los nidos obtenida vía satélite, de la tortuga Lora en la playa de Río Oro (a), Pejeperro (b) y de la tortuga Verde en la playa de Río Oro (c) y Pejeperro (d).

Mediante la localización satelital de cada nido registrado durante la temporada se ha podido observar la distribución espacial de anidación, pudiendo correlacionarse, por ejemplo, la preferencia de zonas de anidación, como es el caso de las tortugas verdes, donde se observa claramente un mayor número de nidos en aquellos sectores que presentan una mayor vegetación en ambas playas. Pudiéndose resaltar un mayor número de nidos en la playa de Río Oro, la cual presenta un mayor porcentaje de vegetación. En cambio, con la tortuga lora no se observa ninguna distinción en cuanto a las zonas de anidación, existiendo en ambas playas una cantidad similar de nidos por sectores, sin claras diferenciaciones.

3.3 Efecto de la vegetación en tortuga verde

La vegetación en la zona 3 estuvo mayoritariamente compuesta por vegetación alta, constituyendo el 45,92% de la playa. Además, a lo largo de la línea del transecto había 26,50% de arena desnuda, 19,80% de vegetación baja y 3,3% de vegetación media.

vegetación de altura. La Figura 14. muestra cómo se distribuyeron las diferentes categorías de vegetación a lo largo de la playa. El extremo oeste de Playa Río Oro consistía principalmente de vegetación baja. El extremo este de Playa Pejeperro estaba formado mayoritariamente de arena desnuda. La vegetación baja se encontró principalmente en ambos extremos de Playa Río Oro y. El este de Playa Río Oro estaba formado principalmente por vegetación alta, al igual que en el centro de Playa Pejeperro. Además, se puede observar que la cobertura vegetal alta es mayor en Playa Río Oro en comparación con Playa Pejeperro.

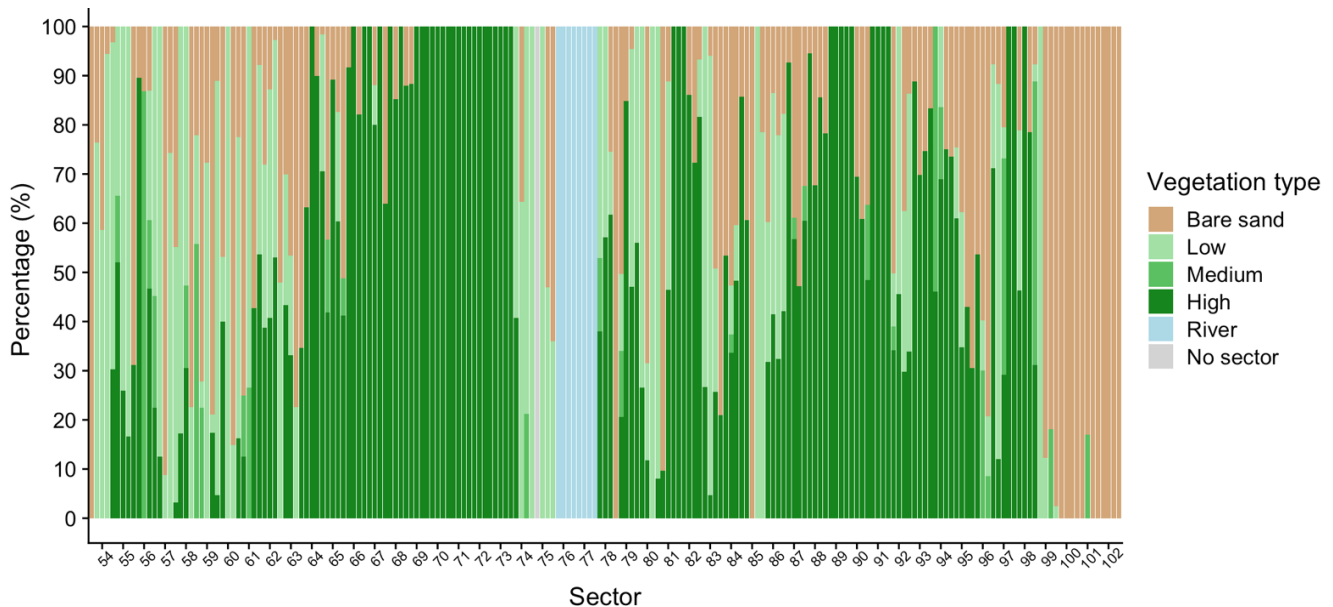


Figura 14. Representación del tipo de vegetación presente en cada sector expresado en porcentaje.

Para tres de cuatro categorías de vegetación, el número de nidos se vio significativamente afectado por el nivel de cobertura (Fig.14). Las tres categorías de vegetación con efectos significativos fueron arena desnuda (GLM, $p < 2.437e-05$), vegetación baja (GLM, $p < 0.00169$) y vegetación alta (GLM, $p < 1.832e-14$). Se encontró un número significativamente menor de nidos (0.70 ± 0.25) en una cobertura

de arena desnuda de 75-100 % en comparación con 0-25 % (3.02 ± 0.26) y 25-50 % de arena desnuda (2.62 ± 0.32) (prueba de Tukey, $p=0,0006$, $p=0,0053$).

Además, se encontró un número significativamente mayor de nidos (3.01 ± 0.24) para una cobertura de 0-25% de vegetación baja en comparación con una cobertura de vegetación baja de 75-100% (1.18 ± 0.26) (prueba de Tukey, $p=0,0272$). Además, se encontró un número significativamente mayor de nidos (4.19 ± 0.29) con una cobertura de vegetación alta del 75-100% en comparación con una cobertura del 0-25% (1.15 ± 0.16), y del 50-75% (2.31 ± 0.39) (Tukey, $p= <.0001$, $p=0.0058$). Por último, se encontró un número significativamente menor de nidos (1.15 ± 0.16) con una cobertura de vegetación alta de 0-25% en comparación con 25-50% (2.88 ± 0.34) y 50-75% (2.31 ± 0.39) (Tukey, $p= <.0001$, $p=0.0093$). No hubo efectos significativos de la cobertura de vegetación media para la cobertura de vegetación de altura media (GLM, $p=0.02771$)

3.4 Perfil de playa

3.4.1 Área disponible de anidamiento

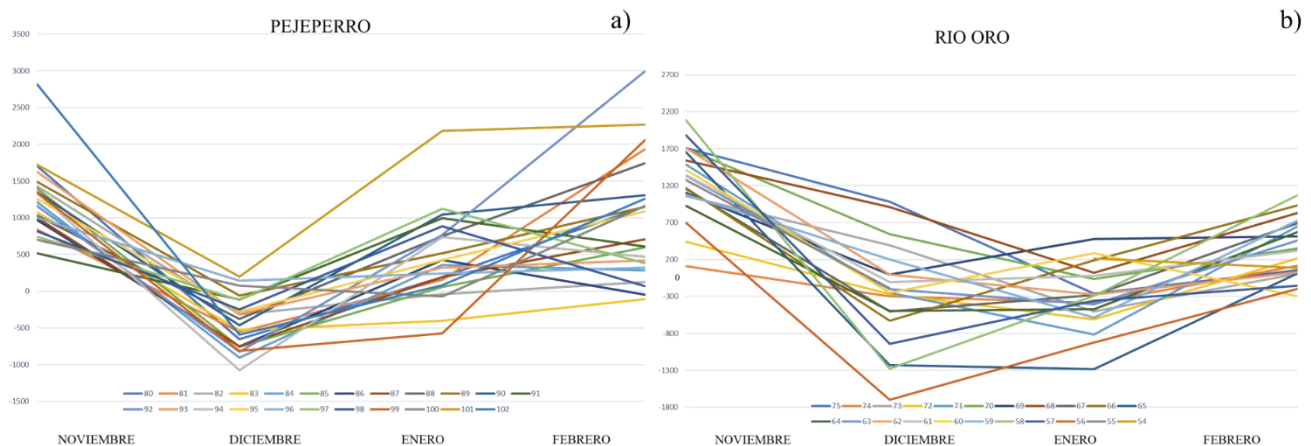


Figura 15. Representación gráfica del área disponible para la nidificación de tortugas en la playa de Pejeperro **a)** y Río Oro **b)**.

La disponibilidad de área para la nidificación alcanza su mínimo en diciembre para todos los sectores de la playa de Pejeperro (**figura 15a**), aumentando luego considerablemente hasta alcanzar el área más amplia en enero y febrero. Por otro lado, en la playa de Río Oro (**figura 15b**), el área mínima disponible

se alcanza para la mitad de los sectores en diciembre y para la otra mitad en enero. El área disponible es muy amplia en noviembre y comienza a expandirse nuevamente en febrero.

3.4.2 Pendiente

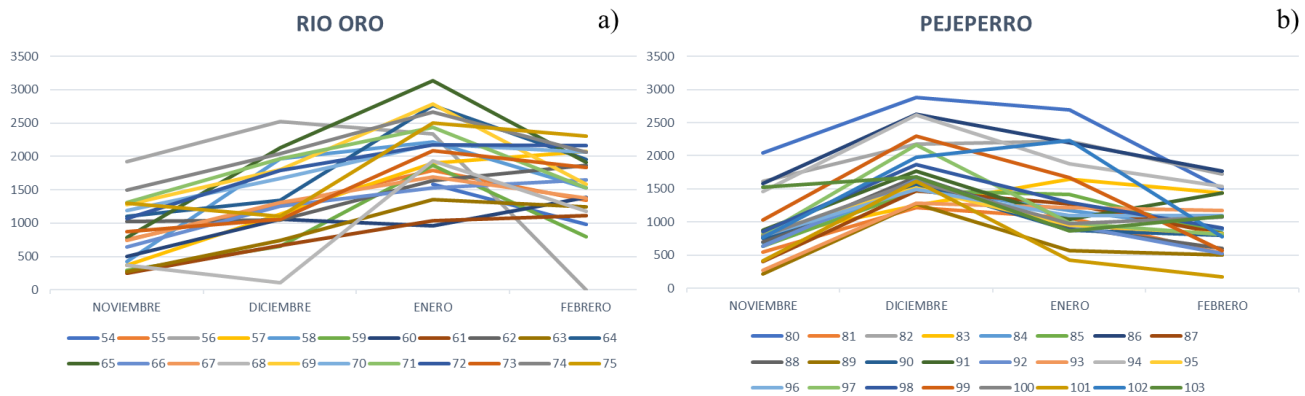


Figura 16. Representación gráfica de la variación de la pendiente de la playa de Río Oro **a)** y Pejeperro **b)**.

La pendiente máxima en la playa de Río Oro (**figura 16a**) se registró en el mes de enero para todos los sectores, y la mínima en diciembre para la mayoría de los sectores. Mientras que para la playa de Pejeperro (**figura 16b**), la máxima pendiente se registra en diciembre para la mayoría de los sectores, y la mínima entre enero y febrero.

3.5 Exhumaciones

3.5.1 Éxito de eclosión, emergencia y fertilidad de las nidadas

Playa	Especie	Éxito de eclosión (EC) (%)	Porcentaje de fertilidad (PF) (%)	Porcentaje de emergencia (PE) (%)
RO	V	76,80%	89,60%	76,41%
	L	73,74%	87,05%	71,25%
PP	V	88,37%	93,35%	87,18%
	L	73,25%	87,30%	70,63%
CA	V	65,60%	86,17%	61,37%
	L	53,54%	83,56%	51,94%

Tabla 2. Representación del éxito de eclosión, porcentaje de fertilidad y porcentaje de emergencia de nidos de tortuga Verde y Lora en las playas de Río Oro, Pejeperro y Carate.

En la tabla se representan los valores de éxito de eclosión, porcentaje de fertilidad y porcentaje de emergencia por nidada, los datos están divididos por especie y por playa de anidación. Como se puede observar, el mayor éxito de eclosión para la especie verde se registró en la playa de Pejeperro (88,37%), mientras que para la especie lora en la playa de Río Oro (73,74%), aunque con un valor muy similar al de Pejeperro. En cuanto al porcentaje de fertilidad por nidada para la tortuga verde, destaca la playa de Pejeperro (93,35%), y nuevamente Pejeperro confirma ser la playa con el mayor porcentaje de fertilidad para la especie lora.

3.5.2 depredación y saqueo

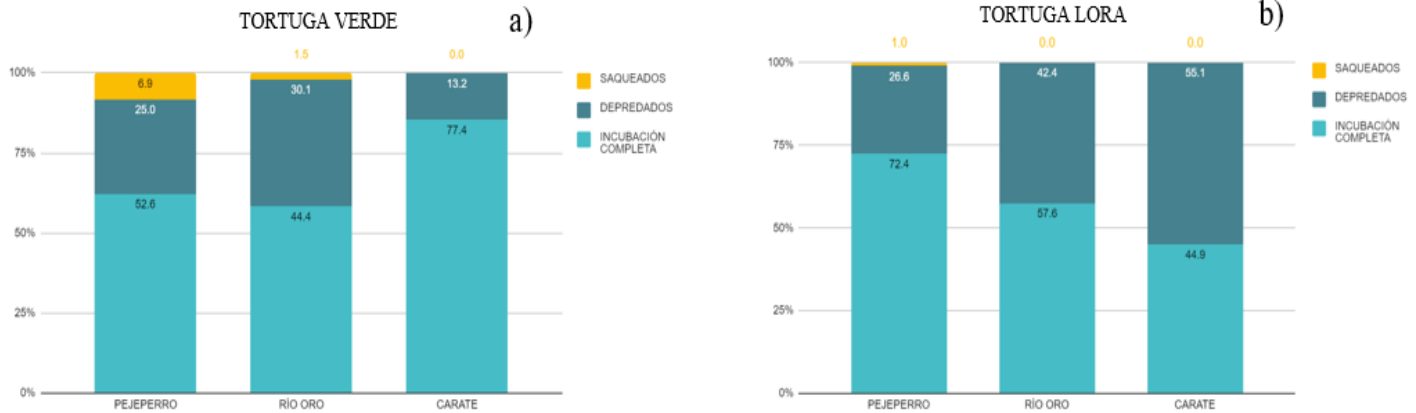


Figura 17. Porcentaje de nidos totales de tortugas Verde **a)** y tortuga Lora **b)** con incubación completa, el porcentaje de nidos depredados y el porcentaje de nidos saqueados divididos por las tres playas Pejeperro, Río Oro y Carate.

Los porcentajes de nidos depredados de tortugas verdes en las playas de Río Oro y Pejeperro son similares, con un (30,1%) que corresponde a 40 nidos de un total de 133 nidos marcados en Río Oro, y con un (25%) que corresponde a 29 de 116 nidos marcados en la playa de Pejeperro. En cuanto a la playa de Carate, el número de nidos depredados de tortugas verdes es de solo 7 nidos, lo que corresponde a (13,2%), mucho menor en comparación con los de las otras playas, de un total de 52 nidos marcados. La playa de Pejeperro es la que tiene el índice más alto (6,9 %), que corresponde a 8 nidos de un total de 116 marcados, mientras que para Río Oro es de (1,5 %), hay 2 nidos saqueados de 133 marcados. No hay evidencia de nidos saqueados en la playa de Carate. (**figura 17a**)

Al comparar los datos obtenidos de tortuga lora en las tres playas, notamos que en todas se ha observado una alta tasa de depredación, alcanzando el valor más alto en la playa de Carate con (55,1 %) con 76 nidos marcados en playa. La tasa de depredación es del (42,4%) y (26,6%) sobre un total de 102 y 184 nidos respectivamente para Río Oro y Pejeperro. No se registraron nidos saqueados en las playas de Río Oro y Carate, solo en la playa de Pejeperro se tiene un porcentaje del 1%, que corresponde a un total de 2 nidos de 184 marcados. (**figura 17b**)

Al comparar estos dos gráficos representativos de la situación de los nidos depredados y saqueados para las dos diferentes especies de tortugas que anidan en nuestras playas, podemos observar que en general hay más depredación en los nidos de tortuga Lora y más saqueo en los nidos de tortuga Verde. Sin embargo, debemos tener en cuenta que los datos recopilados podrían no ser fieles a la situación real de

los nidos, ya que un gran porcentaje de nidos perdidos podría haber sido saqueado, lo que cambiaría las proporciones que hemos obtenido.

El estudio de depredación en playa Carate, al revisar los nidos diariamente, ha dado la oportunidad de afinar los datos de depredación, siendo más precisos con el porcentaje y determinando qué animales han depredado los nidos en cada caso. Aproximadamente el 50% de los nidos de la playa de Carate fueron depredados por perros domésticos.

De los 34 nidos marcados con malla solo 1 fue depredado, por tanto, el 2.9 % de los nidos con malla fueron depredados. Con estos datos podemos entonces afirmar que la efectividad de las mallas de bambú en el monitoreo llevado a cabo este año fue del 97.1%,

3.5.3 temperatura control y temperatura nidos con hobo

Las temperaturas medidas para los controles en ambas playas se encuentran entre los 27 °C y los 38 °C aproximadamente. En ambas playas se da una variación muy similar en las temperaturas a lo largo de los meses, pero sin embargo si existe una diferencia significativa entre la variación de la temperatura para los controles situados en zonas de sol (líneas color amarillos) y los medidores colocados al sol (líneas color verde) siendo más altas en los controles situados al sol. El mes donde se registró la temperatura más baja fue noviembre para la zona de sombra (27 °C) y diciembre (30 °C) para el control expuesto al sol en la playa de Pejeperro (**Figura 18a**). Mientras que, para la playa de Río Oro (**Figura 18b**) la temperatura más baja registrada fue en noviembre (31 °C) para el control expuesto al

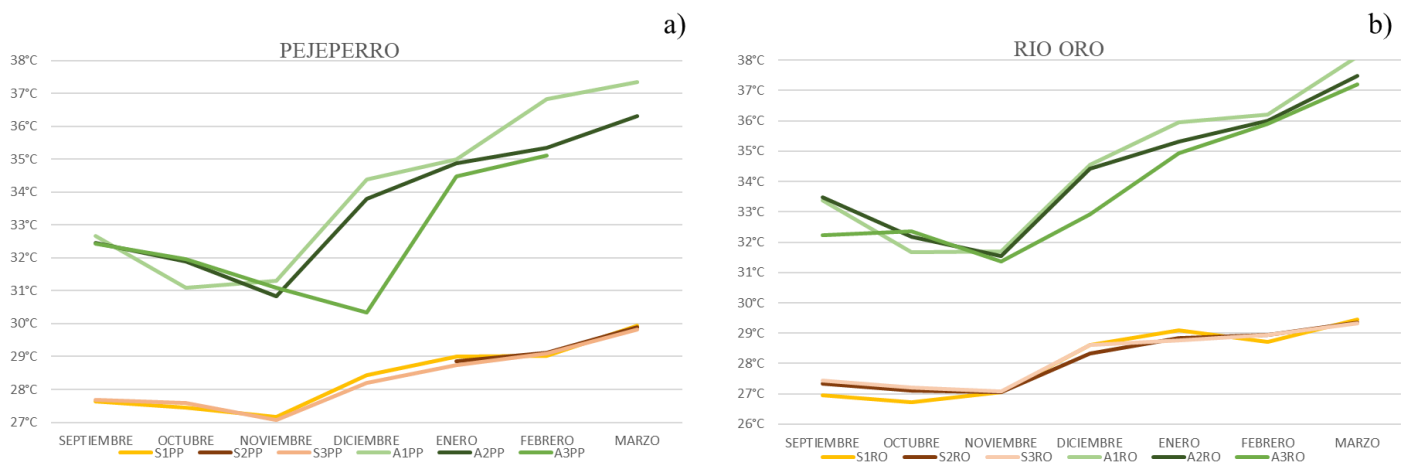


Figura 18. Representación de la temperatura media registrada con dispositivo Hobo desde el mes de septiembre hasta el mes de marzo en las playas de Pejeperro a) y Río Oro b).

sol y en octubre (27 °C) para el control en una zona de sombra. En general, podemos afirmar que la temperatura más alta registrada fue en la playa de Río Oro, que en marzo alcanzó los 38 grados.

En este estudio la temperatura media del período de incubación fue de 31.86 ± 1.93 °C. En la Tabla 3. se muestra una descripción general de la temperatura media durante el período de determinación del sexo, toda la incubación, el rango de temperatura, la PSR estimada y el éxito de la eclosión.

Nest	Mean (± SD) nest tempera- ture (°C) during determining period	Mean (± SD) nest tempera- ture (°C) during entire incubation	Temperature range	Hatching success (%)	Estimated PSR (%)(Standora & Spotila, 1985)
1	32.81 ± 1.91	32.39 ± 2.08	28.2 – 36.0	96.38	100%
2	32.25 ± 1.70	31.50 ± 2.18	27.7 – 35.1	89.39	100%
3	33.57 ± 0.79	32.54 ± 1.47	29.2 – 35.0	81.54	100%
4	32.18 ± 0.65	31.55 ± 1.18	29.6 – 33.5	92.15	100%
5	34.64 ± 0.51	33.81 ± 1.22	30.8 – 39.1	73.81	100%
6	32.60 ± 0.61	31.16 ± 0.91	29.9 – 34.1	94.73	100%
7	28.82 ± 0.73	29.90 ± 2.41	26.6 – 34.8	76.47	8%
8	33.33 ± 1.10	31.83 ± 1.77	28.2 – 35.2	100	100%
9	31.95 ± 1.18	31.46 ± 1.38	29.7 – 34.0	96.49	100%
10	31.49 ± 0.45	31.33 ± 0.48	30.4 – 32.3	81.25	100%

Tabla 3. Temperatura media °C $\pm$ s.e. per il primer tercio de la incubación, nel periodo de determinación del sexo, el último tercio y el total, el éxito de eclosión y la categoría de vegetación para cada nido.

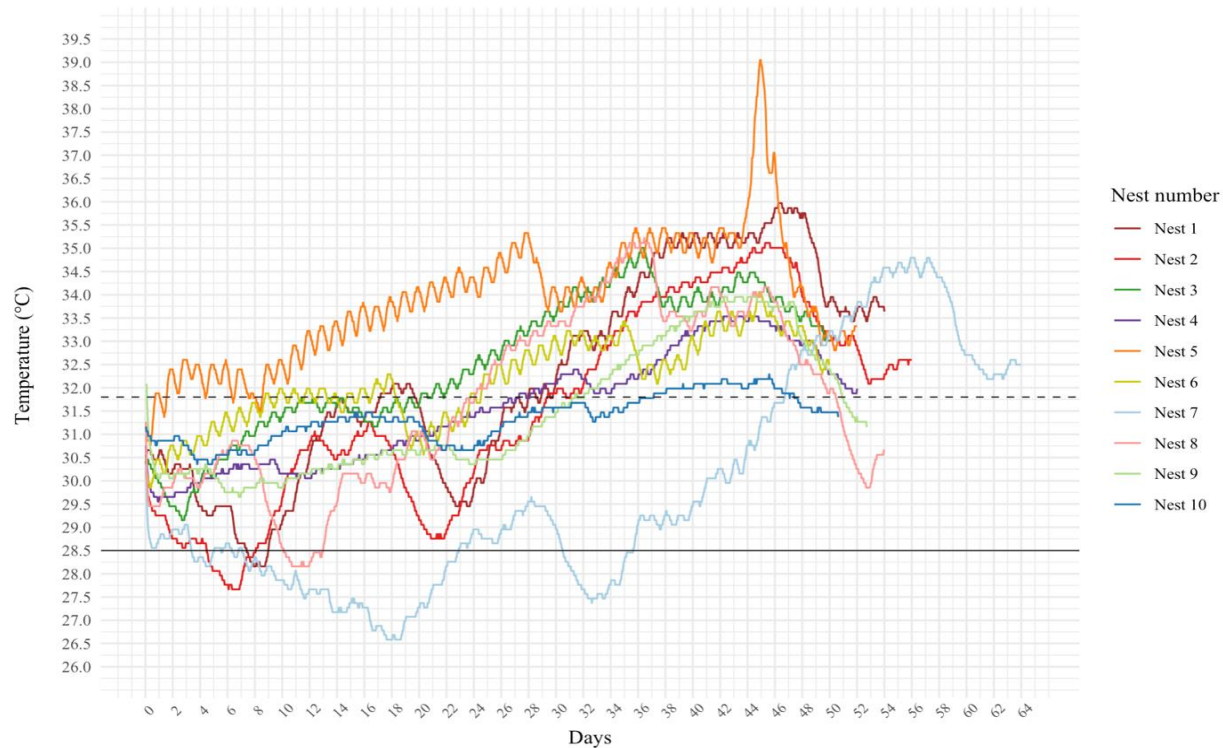


Figura 19. Perfiles de temperatura de nidos de tortugas verdes durante el transcurso de la incubación. La línea discontinua corresponde a la temperatura media general de todos los nidos, mientras que la línea no discontinua corresponde a la temperatura de a vegetación alta.

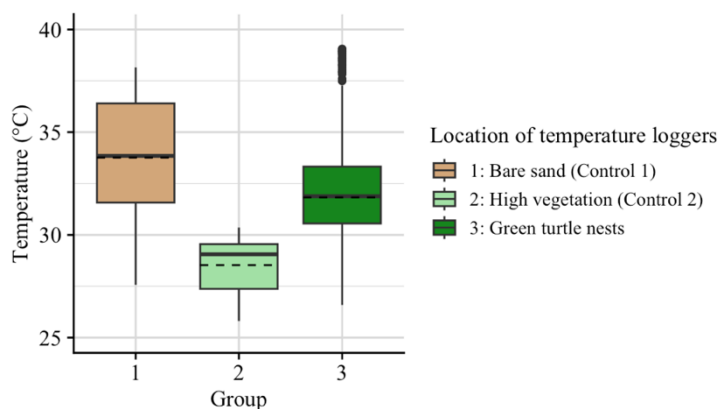


Figure 20. Diagrama de caja que muestra el efecto de tres ubicaciones diferentes del registrador de temperatura, arena ($n=4$), vegetación alta ($n=3$) y dentro del nido de tortuga verde en vegetación alta ($n=8$) sobre la temperatura. La línea discontinua en un diagrama de caja indica la media por categoría porcentual. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p<0,05$) entre grupos.

Las tres ubicaciones diferentes de los registradores de temperatura afectaron significativamente la temperatura media (Fig. 20, LM, $p < 2.2e-16$). Hubo una temperatura significativamente más alta en el control de arena desnuda (33.8 ± 0.04) en comparación con el control en vegetación alta (28.5 ± 0.02) y dentro de los nidos de tortugas marinas verdes en vegetación alta (31.8 ± 0.02) (Tukey, $p<0.0001$, $p<0.0001$, respectivamente). Además, hubo una temperatura

significativamente mayor en los nidos de tortugas marinas verdes (31.8 ± 0.02) en comparación con el control en el mismo tipo de vegetación alta (28.5 ± 0.02) (Tukey, $p < .0001$).

3.6 Marcaje

Esta temporada de anidación, se realizó el marcaje mediante placas metálicas de 105 tortugas verdes nuevas, o que no habían sido marcadas en temporadas anteriores, lo que resalta una gran mejora en el esfuerzo de muestreo en comparación con la temporada pasada donde solo se marcaron 28 tortugas verdes nuevas.

En el caso de las tortugas loras, se plaquearon a 19 distintas con el propósito de entrenar al equipo de trabajo en campo.

De todas las tortugas verdes marcadas, 5 anidaron 2 veces, 3 lo hicieron 3 veces y 1 de ellas hasta 4 veces que se tenga registro.

Además, se registraron 109 tortugas distintas que ya presentaban marcaje de años anteriores, es decir, tortugas recapturadas de ellas, 38 anidaron al menos dos veces, 10 lo hicieron 3 veces, 6 anidaron 4 veces y 1 de ellas lo hizo 5 veces. Cabe añadir que es posible que no se registraran eventos de anidación de tortugas marcadas por falta de encuentro con ellas en la playa.

Para este estudio solo se tuvieron en cuenta avistamientos de las hembras cuando hubo eventos de anidación exitosa y no abortos del nido o solo camas.

3.7 Vivero

El periodo de manejo ex situ se llevó a cabo entre el 9 de agosto y el 25 de enero de 2023.

El primer nido se reubicó el 9 de agosto de 2022 y el último fue reubicado el 11 de diciembre. El primer nido eclosionó el 25 de septiembre y el último nido eclosionó el 25 de enero, dando por concluida la temporada del vivero. se han reubicado un total de 131 nidos.

Desde el 13 de junio al 31 de marzo en la playa de Carate se han contabilizado un total de 834 nidos de Lora, por tanto, hemos protegido en vivero un 15,7% del total de nidos de Lora de la temporada.

Entre el 9 de agosto de 2022 y el 11 de diciembre, que ha sido el periodo en el cual se han estado reubicando nidos a vivero, en playa hubo un total de 602 nidos, por tanto, se protegieron un total de 21.76% de los nidos que había en la playa para ese periodo.

De 131 nidos del vivero se tomaron medidas biométricas de 89 nidos. El peso medio de los neonatos fue de $17.28 \pm 1,72$ gr. (Tabla 4) La media del largo del caparazón recto (SCL) fue de 4.08 ± 0.16 cm y la media del ancho del caparazón recto (SCW) de 3.28 ± 0.18 cm.

	TAMAÑO MUESTRAL	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MÁXIMO	MÍNIMO
PESO (gr)	89	17.28	1.72	21.54	12.68
SCL (cm)	89	4.08	0.16	4.48	3.57
SCW (cm)	89	3.28	0.18	3.71	2.68

Tabla 4. Tamaño y peso de los neonatos según la temperatura del nido. Para los cálculos de los éxitos de eclosión, emergencia y fertilidad del vivero tomamos una muestra de 129 nidos, los resultados se presentan en la tabla x.

PARÁMETRO	TAMAÑO MUESTRAL	MEDIA (%)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MÁXIMA	MÍNIMA
Éxito de eclosión	129	73,93	20,03	100	0
Éxito de emergencia	129	61	29,63	100	0
Fertilidad de	129	93,87	7,38	100	0

Tabla 5. Éxito de eclosión emergencia y fertilidad de las nidadas en el vivero de Tortugas

La temperatura media registrada por los sensores dentro de los nidos del vivero fue de 33.5 °C. La temperatura media de la arena dentro del vivero registrada por los sensores control fue de 33,22°C. La temperatura media de la arena en la playa registrada por los sensores control fue de 33,99°C (Tabla 6).

El nido N12 presenta la temperatura máxima más alta, mayor de 37 grados, y el éxito de eclosión más bajo con un 22.85%. El nido O10 presenta la temperatura máxima más baja, 35.97 grados, y tiene el éxito de eclosión más alto, 88.75% (Tabla 6). En la figura 20. se puede observar la distribución de la temperatura de la arena durante el periodo de incubación de los nidos

HOBO	TAMAÑO MUESTRAL	TEMPERATURA MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÍNIMA	ÉXITO DE ECLOSIÓN
EN NIDO N12	1140	33,34	1,93	37,38	28,06	22.85%
EN NIDO N14	1094	33,65	1,93	36,51	28,06	59.78%
EN NIDO O8	1056	33,68	1,51	36,18	29,75	53.5%
EN NIDO O10	1050	33,79	1,44	35,97	29,65	88.75%
CONTROL VIVERO	1630	33,22	1,75	36,73	27,86	NA
CONTROL PLAYA	1603	33,99	1,73	37,16	28,26	NA

Tabla 6. Temperaturas tomadas a través de HOBO Pendant TempAlarm One Channel Data Loggers en vivero.

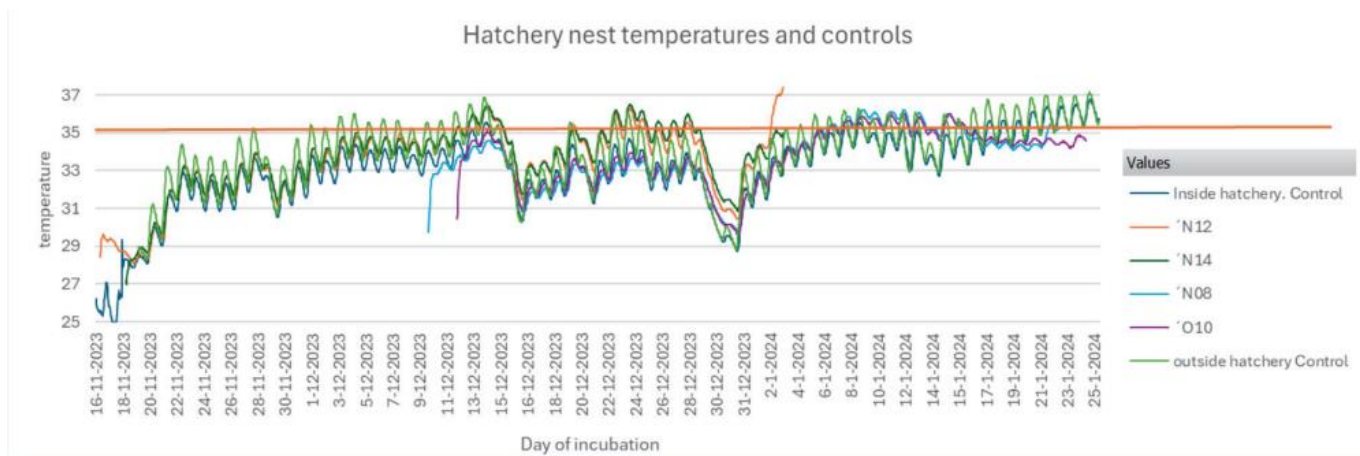


Figura 20. Perfiles de temperatura tomados por los sensores colocados en el vivero. 2 sensores control y 4 sensores en los nidos de *Lepidochelys olivacea*. La línea continua roja corresponde a la temperatura letal para embriones de esta especie.

4. DISCUSION

4.1 Distribución temporal

El patrón de distribución de nidos de Lora para esta temporada de anidación se asemeja mucho al de las dos temporadas pasadas (Exley, *et al.*, 2022; Heredero, *et al.*, 2023) siendo el mes con mayor anidación octubre. Cabe destacar que para esta temporada determinamos no solo los meses de mayor actividad sino los días y se observa un claro patrón en el que el número de nidos es mayor en 3 días consecutivos al mes, sobre todo en los meses comprendidos entre agosto y diciembre siendo octubre el mes pico de anidación con más de 200 nidos encontrados en un mismo día. Este comportamiento se asemeja mucho al comportamiento de anidación en arribadas, aunque para considerar una arribada es necesario encontrar a más de 1000 hembras anidando a la vez. Sin embargo, este tipo de comportamiento puede verse en playas de anidación solitaria para tortuga lora. En el caso de las tortugas verdes el patrón de anidación

es un poco variable a lo largo de los años, para esta temporada encontramos que los meses con mayor actividad de anidación son noviembre y diciembre mientras que la temporada pasada fue febrero (Heredero, *et al.*, 2023) y la temporada anterior fue enero (Exley, *et al.*, 2022).

La pendiente de la playa y su ancho son una de las variables morfológicas más relevantes para determinar la selección del sitio de anidación de las tortugas marinas (Cuevas et al., 2010; M. R. Fish et al., 2005). Por contradictorio que sea con la hipótesis, no queda claro si la pendiente o el ancho de la playa es una señal utilizada para la selección del sitio de anidación en las tortugas marinas anidantes aquí. Esto contradice varios estudios en los que se encontró que la pendiente y el ancho eran los factores ambientales más importantes que influyen en la selección del sitio de anidación de las tortugas marinas (Cuevas et al., 2010; M. R. Fish et al., 2005; Wood & Bjørndal, 2000). Sin embargo, la pendiente de la playa parece ser una señal más importante en comparación con el ancho de la playa, ya que se observó una tendencia en la pendiente de la playa de que una pendiente de la playa más baja conducía a un mayor número de nidos, mientras que no se observó ninguna tendencia al comparar el ancho de la playa con el número de nidos. De hecho, la falta de relación sugiere que las tortugas verdes que anidan en Playa Pejeperro y Playa Río Oro pueden tener un rango de variación más amplio de preferencia de características morfológicas de la playa y pueden estar respondiendo a cambios en la dinámica morfológica de la playa local (Fuentes et al., 2013). Quizás esta población de tortugas verdes, al igual que las tortugas carey, exhibe plasticidad en la preferencia de sitios de anidación en respuesta a la frecuente morfología de las playas locales (Cuevas et al., 2010).

4.2 Distribución espacial y temperaturas

En cuanto a la distribución espacial de los nidos a lo largo de la temporada, podemos observar que, para los números totales, la playa de pejeperro contiene mayor número de nidos de lora, mientras que en Río Oro hay mayor número de nidos de tortuga verde. Siendo Carate la playa con menor número de nidos, probablemente debido primero a su menor extensión, pero también podría ser debido a la mayor presencia de personas por la comunidad.

A pesar de no haber una relación estadística entre el área disponible de anidación y el número de nidos, la mayor presencia de nidos de lora puede deberse a que en la playa de pejeperro existe una mayor consistencia en la zona 2, zona preferida para su anidación, mientras que en Río Oro a lo largo de la temporada hay muchas zonas de la playa que pasan a estar completamente bañadas por la marea, haciendo imposible encontrar espacio para la anidación en ocasiones.

En general, se encontró que el tipo de vegetación y la cobertura desempeñan un papel importante en la selección del sitio de anidación. La mayoría de los nidos de tortugas verdes en Playa Pejeperro y Río Oro estaban ubicados por encima de la línea de vegetación (zona 3, Fig. 4), lo que concuerda con otros estudios de tortugas marinas verdes en Costa Rica (Beber et al., 2024; Heredero Saura et al., 2022). Anidar por encima de la línea de vegetación tiene ventajas como una menor vulnerabilidad a la erosión costera, temperaturas superficiales más bajas, embate de las olas, inundaciones de nidadas y mortalidad posterior (fuentes ampliadas (Beber et al., 2024). En la vegetación, se encontró que se prefería la vegetación cerrada a la abierta, similar a los hallazgos de Heredero Saura et al. (2022).

Además, cuando >75% de la cobertura de arena desnuda estaba presente, se produjo una cantidad significativamente menor de anidación de tortugas marinas verdes. Cuando la cobertura vegetal baja fue >75%, el número de nidos fue significativamente menor en comparación con las otras tres categorías de cobertura de vegetación baja. Además de eso, el número de nidos de tortuga verde aumentó significativamente cuando aumentó la alta cobertura vegetal. A partir de estos resultados, se puede decir que el número de nidos disminuye cuando la cobertura de vegetación baja es alta y el número de nidos aumenta a medida que la vegetación alta tiende a aumentar. Por lo tanto, se puede decir que las tortugas marinas verdes parecen preferir la vegetación alta a la baja. Esto conlleva varias ventajas, como que la sombra de la vegetación alta podría proporcionar temperaturas más bajas y un mayor éxito de excavación debido a que hay menos raíces y arena más blanda en comparación con la vegetación baja. Por lo tanto, es claramente importante mantener la estructura, el tipo y los patrones de cobertura de la vegetación natural para optimizar el hábitat de anidación de las tortugas marinas verdes.

La presencia de vegetación alta en comparación con la ausencia de vegetación tuvo un efecto importante en la reducción de la temperatura de la arena, que es idéntico a lo que se encontró en los nidos de tortuga carey (Kamel, 2013). Además, la temperatura dentro de los nidos de las tortugas verdes era en promedio 3,3°C más alta en comparación con la temperatura en vegetaciones similares, lo que puede explicarse en gran medida por el calentamiento metabólico (Broderick et al., 2001). Las temperaturas medias oscilaron entre 29,90 °C y 33,81 °C, que es más alta que las temperaturas encontradas en otros estudios (D. T. Booth & Astill, 2001; Gomuttapong et al., 2013; van de Merwe et al., 2006). Sin embargo, todavía se encuentra dentro del rango de tolerancia térmica de 25° - 35°C para una incubación exitosa (Howard et al., 2014). Uno de cada diez nidos tenía temperaturas que subían a más de 35°C, que también fue el nido encontrado con el menor éxito de eclosión (nido 5), lo que indica que el estrés por calor podría explicar la mortalidad de los embriones. Además de este hallazgo y del hecho de que se sabe que el éxito de la eclosión disminuye con las altas temperaturas (Fuentes et al., 2023; Howard et al., 2014), no se encontró

una correlación significativa entre la temperatura media del nido y el éxito de la eclosión. La falta de este efecto sugiere que el rango de temperaturas que afecta negativamente el éxito de la eclosión de las tortugas verdes no se encuentra actualmente en Pejeperro y Río Oro. Sin embargo, se puede observar una tendencia de que las temperaturas más altas y bajas tuvieron el menor éxito de eclosión.

4.3 Exhumaciones

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. De igual manera, los índices son más altos para la playa de pejeperro que para la playa de rio oro. Como observamos en nuestros resultados, Los lugares más exitosos para el anidamiento y el desarrollo de las nidadas de tortuga verde se encuentran en lugares con vegetación, en concreto vegetación alta (Heredero Saura et al, 2022). La playa de Rio oro solo cuenta con un área de menos de un kilómetro en la que se cumplen estas características idóneas, siendo la mayor parte de la playa inundada en momentos de mareas altas, por lo que esta puede ser una razón para el inferior valor en el éxito de eclosión para esta playa.

La depredación en nidos de lora fue mayor del 25% en todas las playas, los nidos fueron depredados por depredadores naturales como pizote o en su mayoría por depredadores asociados a los humanos como son los perros domésticos. Es ampliamente documentado para estas playas, la gran amenaza que suponen estos depredadores para ambas especies, pero en especial para nidos de lora al encontrarse a menor profundidad son más susceptibles a los depredadores, como los coatíes de nariz blanca, los mapaches, los buitres negros y los perros, que son comunes en las playas de Costa Rica (Barquero-Edge, 2013).

El estudio de depredación de Carate arroja como dato relevante que aproximadamente un 50% de los nidos de la playa de Carate fueron depredados por perros domésticos. Debido a esto la implementación del vivero en la cercanía de la playa de carate ha supuesto un éxito con relación a la protección de nidos de tortuga lora. También se estima necesario implementar medidas de sensibilización y campañas de castración y educación ambiental, para reducir el impacto de la depredación. Durante la temporada se llevó a cabo 1 jornada de Castración de animales domésticos y educación ambiental en la comunidad de Carate, donde se castraron 24 perros domésticos.

Por el contrario, la depredación en nidos de tortuga verde fue similar en las playas Rio oro y Pejeperro pero menor del 15% en la playa de Carate. Estos resultados reflejan un éxito en la implementación de la protección con mallas de bambú. La efectividad de las mallas de bambú en el monitoreo llevado a cabo este año fue del 97.1%, Resultados similares se han encontrado en estudios previos para la misma playa y especie (Korein E, et al, 2019). El uso de mallas protectoras es frecuentemente citado en la bibliografía como la medida más eficaz para prevenir la depredación (Kurz et al 2012; Lei &Booth 2017; O'Connor et al 2017). Dados estos resultados, para la próxima temporada de anidación se prevé implementar esta técnica en las playas de Rio oro y Pejeperro y también para nidos de tortuga lora.

Por último, cabe destacar el elevado número de nidadas saqueadas en la playa de Pejeperro. Esto podría deberse a la presencia en varias ocasiones a lo largo del año de pescadores y familias que llegan a pasar el fin de semana acampados frente a la laguna.

Desde COPROT proponemos una mayor presencia estatal sobre todo en temporadas de vacaciones como semana santa para intentar evitar estos saqueos lo mayor posible.

Este estudio también determinó que la efectividad de las mallas de bambú como medida de protección de los nidos es muy elevada, 97.1%, Por lo que se recomienda seguir utilizándola en el futuro. El uso de mallas protectoras es frecuentemente citado en la bibliografía como la medida más eficaz para prevenir la depredación (Kurz et al 2012; Lei &Booth 2017; O'Connor et al 2017).

4.4 Vivero

El vivero tiene una capacidad de 357 nidos, en la próxima temporada se espera comenzar con la reubicación de nidos al vivero en junio y de esta forma al menos duplicar el porcentaje de nidos protegidos con esta medida de protección

Con respecto a las medidas biométricas de los neonatos podemos observar que hay una diferencia de peso de 8.86 gr entre los neonatos de los diferentes nidos, encontrando individuos que pesan 12.7 gr, mientras que otros llegan a alcanzar los 21.54 gr. Entre los neonatos más grandes y pequeños existió una diferencia del largo del caparazón recto (SCL) de 0.5 cm.

Los porcentajes de eclosión y emergencia muestran valores aceptables, sin embargo la diferencia entre ambos, 61% el de eclosión, y 73.9% el de emergencia, es algo que se debe seguir revisando. Se presume

que esto es debido a las altas temperaturas de la arena, que dificultan la salida de los neonatos a la superficie por tanto los neonatos quedaron atrapados en el nido sin poder salir. Para la próxima temporada, una de las medidas de mejora contempladas es la colocación de sombra y por eso, estos parámetros volverán a ser comparados.

El promedio del porcentaje de fertilidad de estas nidadas fue de 93.87 %. Lo que indica que los machos y hembras de la población no presentan problemas de fertilidad.

Las temperaturas registradas tanto en los nidos del vivero como en los controles muestran temperaturas muy similares entre sí y con valores por encima de los 33 grados, la literatura demuestra que valores por encima de los 32°C pueden inhibir el metabolismo y causar mortalidad en embriones.

Por tanto es necesario un manejo adecuado para evitar que las altas temperaturas sean un riesgo para las nidadas del vivero, además podría provocar una mayor producción de hembras, afectando el balance en cuanto a la proporción sexual de la población. Tal manejo estaría relacionado a reducir la temperatura del vivero colocando sombra

Debido a estos resultados, para la próxima temporada se proponen mejoras como; Techo. Debido a las altas temperaturas que se han registrado con los sensores de temperatura se hace necesario cubrir la totalidad del vivero con sombra. Sacos. En la pared frontal del vivero añadir una nueva fila de sacos para reforzar la barrera anti-marea y proteger las nidadas. Poner también hojas de palma por encima para evitar que el sol degrade el tejido de los sacos rápidamente. Malla anti-áfidos, Para rodear las cestas de los nidos y evitar que las moscas entren en los nidos.

4.5 Conclusiones

En la **tabla 7**. Se muestran los valores de los indicadores de salud de poblaciones propuestos por el SINAC en el protocolo del PRONAMEC para las playas de Rio oro, Pejeperro, Carate y también para el vivero. Para todos los índices menos uno, el valor de la escala es BUENO o MUY BUENO evidenciando la calidad de las playas estudiadas.

El total de nidos a partir del cual se obtuvo el porcentaje de nidos para esta temporada se calculo haciendo la media de numero de nidos para cada temporada de anidación desde el 2021 hasta el 2024. Destacamos

que en la temporada 2021, solo se pudo monitorear la playa de Río Oro por lo que el número de nidos total podría estar afectado.

En conclusión, playa Pejeperro, Río Oro y Carate son importantes zonas de anidación de la tortuga verde y tortuga lora. Por lo tanto, la conservación de estas playas es necesaria y se recomienda un manejo intensivo de las mismas teniendo en cuenta la reubicación de los nidos. Además, dado que se descubrió que el papel de la vegetación es un predictor importante en la sección del sitio de anidación, es importante mantener la vegetación natural a lo largo de las playas de anidación. Debido a la compleja dinámica costera que se espera cambie la morfología de las playas y el cambio climático, se presenta Playa Pejeperro, Río Oro y Carate como un área para futuras investigaciones. Es necesaria más investigación para incluir temporadas adicionales para encontrar tendencias en las actividades de anidación y probar el efecto de diferentes perturbaciones ambientales en la selección del sitio de anidación y el éxito de la eclosión para poder implementar las estrategias de conservación correctas y mantener una población saludable de tortugas marinas.

	INDICE	VALOR	ESCALA	INTERPRETACION	MEDIDAS MITIGACION
Lora	Nº nidos	105%	>75% MUY BUENO	Este indicador sugiere que el número de nidos de esta población se incrementado, posiblemente como consecuencia condiciones apropiadas del hábitat en las diferentes etapas del ciclo de vida de la especie	Continuar con las mismas medidas de manejo, control y protección desarrolladas durante los últimos años
	Porcentaje emergencia	64,6%	60,0 - 74,9% BUENO	Este indicador demuestra que el porcentaje de emergencia está presentando valores muy cercanos al óptimo, por lo que las amenazas son reducidas	Continuar con las mismas medidas de manejo, control y protección desarrolladas durante los últimos años

	Fertilidad nidadas	85,97%	≥75,0% MUY BUENO	Este indicador sugiere que las hembras y los machos no presentan problemas de fertilidad. Además, factores ambientales como: temperaturas extremas, inundación por mareas, exceso de precipitación y contaminación de la arena no están afectando el desarrollo embrionario.	Dado que las cópulas de las tortugas ocurren en aguas internas, no se puede tomar ninguna medida de mitigación
	Temperatura incubación	NA	NA		
Verde	Nº nidos	168%	>75% MUY BUENO	Este indicador sugiere que el número de nidos de esta población se incrementa, posiblemente como consecuencia de condiciones apropiadas del hábitat en las diferentes etapas del ciclo de vida de la especie	Continuar con las mismas medidas de manejo, control y protección desarrolladas durante los últimos años
	Porcentaje emergencia	75%	75% MUY BUENO	Este indicador demuestra que el porcentaje de emergencia contribuye de manera óptima en el reclutamiento de nuevos individuos para la población.	Continuar con las mismas medidas de manejo, control y protección desarrolladas durante los últimos años
	Fertilidad nidadas	89,71%	≥75,0% MUY BUENO	Este indicador sugiere que las hembras y los machos no presentan problemas de fertilidad. Además, factores ambientales como: temperaturas extremas, inundación por mareas, exceso de precipitación y contaminación de la arena no están afectando el desarrollo embrionario.	Dado que las cópulas de las tortugas ocurren en aguas internas, no se puede tomar ninguna medida de mitigación

	Temperatura incubación	31,68	31,0 - 31,9°C BUENA	Este indicador demuestra que la temperatura de incubación está presentando condiciones muy cercanas al rango óptimo, por lo que el porcentaje de emergencia y las proporciones sexuales están bastante equilibradas.	No se debe realizar ninguna, ya que las condiciones abióticas y bióticas de la playa son las más apropiadas para la población
	Porcentaje emergencia	61%	60,0 - 74,9% BUENO	Este indicador demuestra que el porcentaje de emergencia está presentando valores muy cercanos al óptimo, por lo que las amenazas son reducidas	Continuar con las mismas medidas de manejo, control y protección desarrolladas durante los últimos años
Vivero	Fertilidad nidadas	93,87 %,	≥75,0% MUY BUENO	Este indicador sugiere que las hembras y los machos no presentan problemas de fertilidad. Además, factores ambientales como: temperaturas extremas, inundación por mareas, exceso de precipitación y contaminación de la arena no están afectando el desarrollo embrionario.	Dado que las cópulas de las tortugas ocurren en aguas internas, no se puede tomar ninguna medida de mitigación
	Temperatura incubación	33,61%	33,0 - 33,9°C MALA	Este indicador demuestra que la temperatura de la arena está muy cerca de los límites letales. Las posibles causas de estos niveles son: fuertes temperaturas ambientales causadas por el Fenómeno del Niño, época seca, alta densidad de nidadas	Relocalizar las nidadas a un vivero con sombra

			por m2, o por el color oscuro de la arena que absorbe una mayor cantidad de calor. Todos los neonatos producidos eventualmente serían hembras, lo que puede causar un desequilibrio de la población a largo plazo.	
--	--	--	---	--

Tabla 7. Información sobre los indicadores propuestos por PRONAMEC en las playas de Rio Oro, Pejeperro y Carate.

5. 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 coordinadores y 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.

Del campamento Rio Oro: Lucia Heredero, Sofia Massone, África Sánchez, Diana Umaña, Jazmín Goodall, Johanna Pérez, Henar Macías, Rocío Macías, Sam Belcher, Tatiana Ariza, Evie Stone, Ben Pearce, Dindi Hiddink, George Grimmett, Kathryn Skazick, Antonia Cozzi, Lorena Rojas, Steven Flores, Alice Zini, Alejandra Pérez, Jordan Gledhill.

Del Campamento de Carate: Alba Lopez, Isabel Hidalgo, Julia Sens, Elias Bonilla, Montserrat Anguiano, Rocio Sanchez, Pablo Ruiz, Ross Sanchez, Manon Bowden Morgan, Eduard Peré, Billy Rolls, Nele Aschinger, Fernando Onofre, Sofia Zawada, Ellen Broadfield, Evan Smith, Oliver MacDonald.

A todos los voluntarios y visitantes que han colaborado en las patrullas y censos y en las exhumaciones. A SINAC por otorgar permisos de investigación y apoyo técnico.

Por último, a One Small Planet, SEE Turtles/Billion Baby Turtles, Namaka Conservation and Encounter Latin America por proporcionar financiamiento para nuestros esfuerzos de conservación esta temporada.

6. 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.

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*, 63, 375-381.

Bjorndal, K. A. (1997). *Foraging Ecology and Nutrition of Sea Turtles.* In P.L. Lutz & J.A. Musick (Eds.), *The Biology of Sea Turtles* (pp. 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., ... & 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.

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, 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. (2020). *Evaluación de los factores bióticos y abióticos asociados a la depredación de tortuga lora (Lepidochelys olivacea) y verde (Chelonia mydas) por jaguar (Panthera onca) en diferentes playas de anidación del Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica.*

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

Costarricense, E. E. D. *Diagnóstico de áreas marinas protegidas y áreas marinas para la pesca responsable en el pacífico costarricense*

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., & Donnelly, M. (2000). *Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las 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.*

Korein, E, et al (2019). *Using bamboo Nest covers to prevent predation on sea turtle eggs. Marine Turtle Newsletters, 156, 33-37.*

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.

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*, 117(3), 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.

O'Connor, et al (2017). *Anti-predator meshing may provide greater protection for sea turtle nest than predator removal. PLoS one*, 12(11), e0188538.

Owens, D. W., & Ruiz, G. J. (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*.

Quesada-Alpízar, 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.

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.

Ratnaswamy, M. J, Warren, R. J, Kramer M. T, & Adam M. D. (1997) *Comparisons of Lethal and Nonlethal Techniques to Reduce Raccoon Depredation of Sea Turtle Nests*. The Journal of Wildlife Management, 61(2) 368-376.

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.

Salas, E.; E. Ross Salazar & A. Arias (Eds.). 2012. *Diagnóstico de áreas marinas protegidas y áreas marinas para la pesca responsable en el Pacífico costarricense*. Fundación MarViva. San José, Costa Rica. 174 pp.

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.

Semarnat. (2018). *Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tortuga Verde/Negra (Chelonia mydas)*, Semarnat/ Conap, México (Año de edición 2018).

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.

SINAC (2016) PROTOCOLO pronamec. *Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas de anidación de tortugas marinas. Proyecto de consolidación de áreas marinas protegidas.* Programa s Naciones Unida para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). San José, Costa Rica 43p.

Tortuga Verde (Chelonia mydas) - Fundación. (2015). CRAM.

Tripathy, B., Pandav, B. (2007). *Beach fidelity and internesting 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.

UICN (2021). *UICN Red List of Threatened Species.* Version 2011. 2.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), (2013). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4.

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

Valverde, R.A, et al (2010). *Field lethal incubation temperature of olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* embryos at a mass nesting rookery.* Journal of Experimental zoology. Parta A: Ecological genetics and Phuy=ysiology, 33(5), 253-262

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.

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.

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.*

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 las Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad.* Fundación Charles Darwin y Servicio Parque Nacional de las Galápagos, 305-323.