



FOUNDATION
FUNDACION



INFORME TEMPORADA 2019-2020

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO

Tortugas Marinas y Cambio Climático

Playas La Leona, Carate y Río Oro

Península de Osa Costa Rica

Expediente SINAC-ACOSA-DT-PI-INV-010-2019

Resolución Administrativa N° SINAC-ACOSA-DT-PI-R-001-
2019

MSc. Katya Barrantes- Bióloga Investigadora

BSc. Laura Exley - Bióloga Coinvestigadora



Colaboradores:

FRONTIER

**Planet
Conservation**

Investigadoras:

- MSc. Katya Barrantes – Fundación Latitud Diez

- BSc Laura Exley – COPROT – Comunidad Protectora de Tortugas de Osa

Autores: Exley, L., Barrantes, K., Jeffrey, N. Aguilar, S. Martinson, C., Carbonell, L., Miller, K., Monsour Baker, O.

marzo de 2020



CONTENIDO

Introducción y Antecedentes	3
Especies objeto de Estudio	¡Error! Marcador no definido.
Enfoque Metodológico	¡Error! Marcador no definido.
Viveros	¡Error! Marcador no definido.
<i>Resultados Esperados</i>	21
Estrategia de Comunicación y seguimiento de resultados	¡Error! Marcador no definido.
Cronograma	¡Error! Marcador no definido.



Introducción

Las poblaciones de tortugas marinas sufren hoy en día amenazas de diferente índole, que incluyen actividades humanas directas (cacería y consumo de huevos) e indirectas (desarrollo urbano, sobrepesca y contaminación), así como otros factores como depredación de nidos por animales silvestres y perros domésticos, además de los efectos del cambio climático (mareas altas, inundaciones, eventos y temperaturas extremas).

El Cambio Climático ha venido causando cambios en nuestros ecosistemas desde el siglo antepasado, muchos expertos inclusive marcan a la Revolución Industrial como el hito que marcó su inicio. El IPCC en su Quinto Informe (2014) afirma que “el calentamiento en el sistema climático es inequívoco, y que desde la década de 1950 muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar se ha elevado”. Uno de los ecosistemas mayormente afectados son los Océanos y las Áreas Marino Costeras, El IPCC en su Quinto Informe (2014) menciona que la temperatura de los océanos está aumentando (0,11°C en los 75 m superiores), que además la incorporación de CO₂ está contribuyendo a su acidificación (el PH ha disminuido 0,1) y que el nivel el mar ha aumentado en promedio 0,19 m.

El área de estudio es una de las playas más importantes para anidación solitaria de la tortuga lora al nivel mundial, y también se encuentran otras especies que son prioritarias para la conservación. Playas Carate, La Leona y Río Oro tienen anidación de 4 especies de tortugas marinas; la lora (*Lepidochelys olivácea*) y la baula (*Dermochelys coriácea*) las cuáles se encuentran con poblaciones Vulnerables, la negra (*Chelonia mydas*) la cual se encuentra con poblaciones en peligro de extinción, y la carey (*Eretmochelys imbricata*), la cual se encuentra en peligro crítico. Por lo tanto, es imperativo que de la mano del monitoreo de tortugas, desarrollemos estudios que nos ayuden a formular propuestas de mitigación y adaptación a las diferentes amenazas, en especial al Cambio Climático. Un proyecto de monitoreo e investigación nos da la oportunidad de involucrar a diferentes actores locales, voluntarios y organizaciones de conservación.

Descripción de especies objeto del estudio

Las siguientes tablas dan un resumen de la información sobre las 4 especies de tortuga que estaremos monitoreando en las playas:



- Lora (*Lepidochelys olivacea*)
Vulnerable por UICN

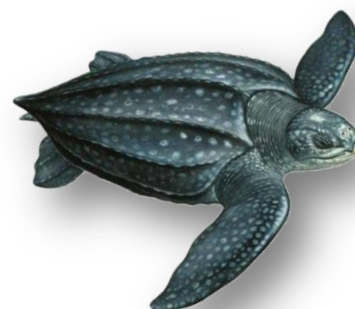


Cuadro 1: Descripción de la especie *Lepidochelys olivacea*

Especie	Lora
Nombre científico	<i>Lepidochelys olivacea</i>
Longitud promedio	66 cm
Frecuencia de reanidación	2 veces/temporada
Intervalo de reanidación	17-28 días
Remigración	1-2 años
Tamaño nidada promedio	110 huevos/nido
Tamaño de huellas	70-80 cm
Simetría de huella	Asimétrica
Profundidad y ancho de nido	Aprox. (45-30) cm
Periodo de anidación en el Litoral Pacífico (arribada)	Todos los meses del año, pero especialmente en la época lluviosa (de junio a noviembre), Nancite y Ostional.
Periodo de anidación en el Litoral Pacífico (anidación solitaria)	Todo el año
Temperatura pivotal	29.13 °C
Características generales	Coloración verde oscuro. Máxima longitud caparazón 72 cm. Caparazón casi redondo. Dos pares de escamas prefrontales. 5-9 pares de escudos laterales a veces impares. Dos uñas en cada aleta delantera. Esta es la especie de todas las tortugas marinas más numerosas, esta es una tortuga pequeña y los adultos pueden alcanzar entre 35 y 45 Kg. Su caparazón puede medir entre los 60 y 70 cm (Gulko y Eckert, 2004).
Tiempo de incubación	46-65 días



- **Baula (*Dermochelys coriacea*)**
Vulnerable por UICN



Cuadro 2: Descripción de la especie *Dermochelys coriácea*

Especie	Baula
Nombre científico	<i>Dermochelys coriacea</i>
Longitud promedio (LCC)	148.7 cm (Pacífico), 152 cm (Caribe)
Frecuencia de reanidación	5 veces/temporada
Intervalo de reanidación	9 días
Remigración	2-3 años
Tamaño nidada promedio	82 huevos normales, 112 huevos/nido (Caribe)
Tamaño de huellas	150-230 cm
Simetría de huella	Simétrica
Profundidad y ancho de nido	Aprox. (70/40) cm
Periodo de anidación en el Litoral Caribe	Febrero a agosto Barra del Colorado, Tortuguero, Parismina, Pacuare, Matina, 12 millas, Negra, Cahuita, Gandoca.
Periodo de anidación en el Litoral Pacífico	Setiembre a marzo Grande, Ventanas, Langosta, Ostional, Nancite, Osa, Junquillal, Matapalo, Naranjo.
Temperatura pivotal	29-29.95 °C
Características generales	<p>Caparazón cubierto de piel sin escudos o escamas. Color negro con manchas blancas y algunas rosadas en el cuerpo. Mancha rosa sobre la cabeza. Mandíbulas en forma de cúspides.</p> <p>Esta es la más grande de todas las especies de tortugas marinas, los machos pueden llegar a medir hasta 3,0 m de largo y unos 1000 Kg. de peso.</p> <p>Existen algunas diferencias de tamaño entre las que se encuentran en el Caribe y en el Pacífico, las del Pacífico son un poco más pequeñas. El "caparazón" no es duro, más bien blando, tiene una coloración negra con manchas blancas a lo largo del mismo y también se distinguen por tener 7 "quillas" (Gulko y Eckert, 2004).</p>
Tiempo de incubación	50-70 días

- **Verde/ Negra (*Chelonia mydas*)**





En peligro por UICN

Cuadro 3: Descripción de la especie *Chelonia mydas*

Especie	Verde, Blanca / Negra
Nombre científico	<i>Chelonia mydas</i> / <i>Chelonia mydas agassizii</i>
Longitud promedio (LCC)	104,6 cm Caribe (Troeng, 1997), 88,6 cm Pacífico (Chaves y Lara, 1991)
Frecuencia de reanidación	3 veces/temporada o más
Intervalo de reanidación	12 días
Remigración	2-3 años o más
Tamaño nidada promedio	112 huevos/nido
Tamaño de huellas	100-130 cm
Simetría de huella	Simétrica
Profundidad y ancho de nido	Aprox. (60/35) cm
Periodo de anidación en el Litoral Caribe	Junio a octubre Barra del Colorado, Tortuguero, Parismina, Pacuare, Matina, 12 millas, Negra, Cahuita, Gandoca.
Periodo de anidación en el Litoral Pacífico*	Setiembre a marzo Cabuyal, Ostional, Caletas, Camaronal, Matapalo, Nancite, Naranjo.
Temperatura pivotal	28.6 °C
Características generales	Una uña en cada aleta interior. Cuatro escudos laterales en el Caparazón. Longitud máxima del caparazón 120 cm. Un par de escamas prefrontales. 2 pares de escamas postorbitales. El tamaño promedio de un adulto puede ser de unos 100 cm y un peso desde los 100 hasta los 225 Kg., su caparazón tiene un color verdusco y negro, las escamas que el mismo posee no son traslapadas y el plastrón es amarillento. En su parte frontal de la cabeza tiene un solo par de escamas y cuatro detrás de sus ojos (Gulko y Eckert, 2004).
Tiempo de incubación	48-70 días



– **Carey (*Eretmochelys imbricata*)**– En peligro



Cuadro 4: Descripción de la especie *Eretmochelys imbricata*

Especie	Carey
Nombre científico	<i>Eretmochelys imbricata</i>
Longitud promedio (LCC)	85,97 cm ; n=148 (Chacón, 2004a)
Frecuencia de reanidación	5 veces/temporada
Intervalo de reanidación	14-16 días
Remigración	2-3 años
Tamaño nidada promedio	155 huevos/nido
Tamaño de huellas	70-85 cm
Simetría de huella	Asimétrica
Profundidad y ancho de nido	Aprox. (55-30) cm
Periodo de anidación en el Litoral Caribe	Mayo a noviembre Barra del Colorado, Tortuguero, Parímina, Pacuare, Matina, 12 millas, Negra, Cahuita, Gandoca y Uvita.
Periodo de anidación en el Litoral Pacífico	Mayo a enero Langosta, Manuel Antonio, Nancite, Jacó y Barú.
Temperatura pivotal	29.32 °C
Características generales	Cuatro pares de escudos laterales en el caparazón. Cabeza alargada. Mandíbula superior proyectada hacia delante. Bordes de los escudos del caparazón se superponen, borde del caparazón se presenta aserrado. Los adultos pueden pesar entre los 25 y 90 Kg. y el promedio entre los 45 y 70 kg. Su caparazón puede llegar a medir entre los 65 y 90 cm, tiene unos colores entre amarillo hasta negro pasando por los naranjas y distintas tonalidades de rojo, las placas que conforman el caparazón están traslapadas. Sus aletas frontales por lo general tienen dos uñas y en la parte frontal de su cabeza se pueden distinguir dos partes de escamas y tres escamas detrás de sus ojos (Gulko y Eckert, 2004).
Tiempo de incubación	47-75 días

Uso del vivero para la conservación

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 han sido aspectos problemáticos durante las temporadas anteriores; por lo tanto, es evidente que un plan integrado por patrullas frecuentes y un vivero ubicado estratégicamente es necesario para reducir estos impactos. 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 Muñoz & Arauz, 2015); también, nidos ubicados en viveros que tienen sombra son más exitosos todavía (Maulany *et al.*, 2012; Abd Mutalib & Fadzly, 2015).

El uso del vivero también puede apoyar actividades de educación ambiental y ofrecer unas oportunidades de trabajo para la gente local que quiere involucrarse en el proyecto.

Involucramiento de la Comunidad

Desde el 2011 hemos desarrollado un estudio de investigación y monitoreo de las tortugas marinas en la zona de Carate, y en la temporada del 2019-2020 reiniciamos el proyecto de tortugas en las playas de Carate y Rio Oro con la asociación comunitaria COPROT (Comunidad Protectora de Tortugas de Osa; Cedula Juridica: 3-002-791052). COPROT nació como respuesta a situaciones problemáticas en la comunidad, en especial a problemas de saqueo ilegal por humanos y depredación por animales de los huevos de las tortugas marinas que anidan en la Península de Osa. Además, nació con el fin de desarrollar un proyecto conjunto con la comunidad, para que haya más oportunidades de trabajo para personas con bajos recursos y que participan en actividades dañinas al medio ambiente (específicamente personas de la comunidad orera).



Materiales y Métodos

Área de Estudio: El proyecto se realizará en playas La Leona, Carate y Río Oro, en la Península de Osa, poblado de Carate, Puerto Jiménez, provincia de Puntarenas, Costa Rica. Consta de unos 10 km de extensión aproximadamente. (Figura 1).

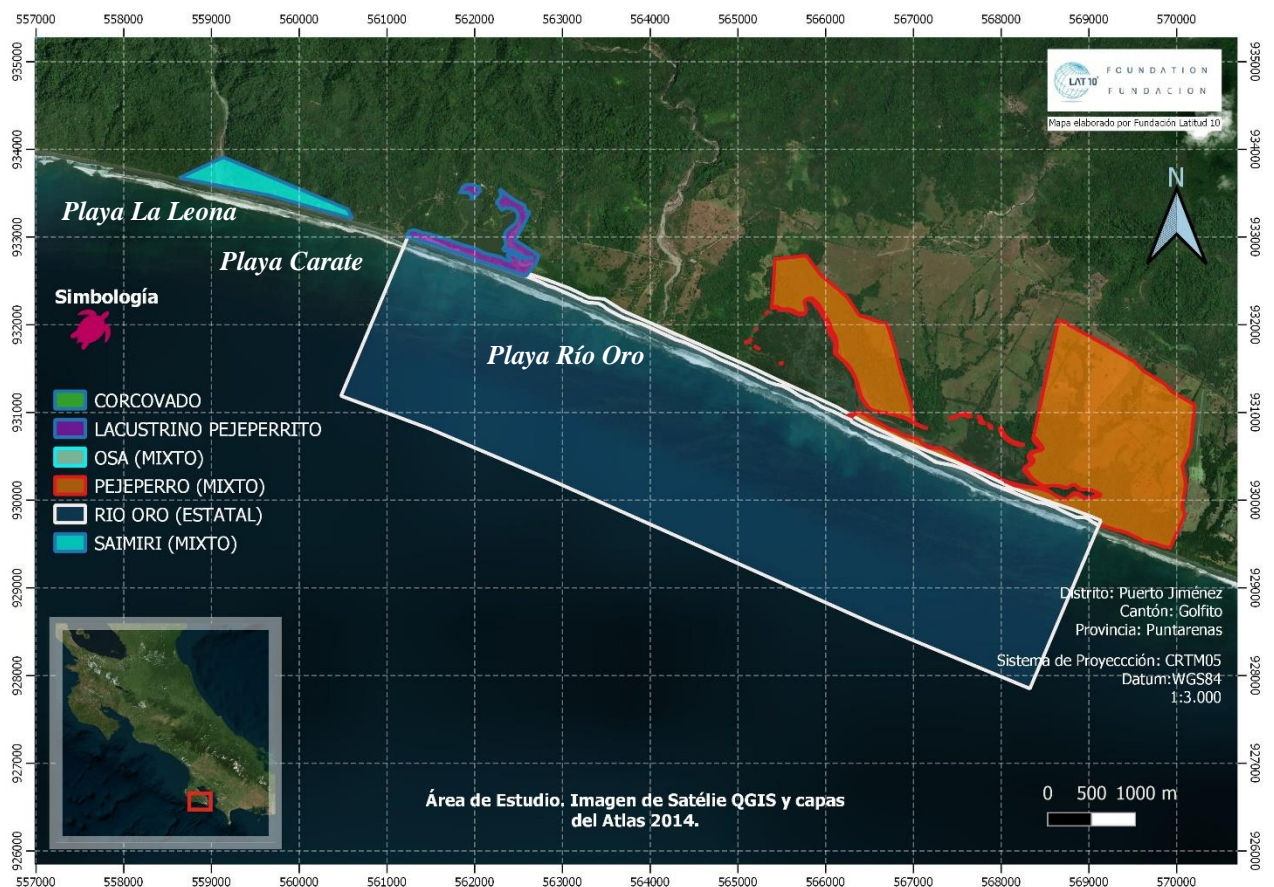


Figura 1. Área del proyecto, Carate, Puerto Jiménez, Golfito, Puntarenas.

Para mejorar la logística del monitoreo de Playa Río Oro (en años pasados no había una estación adecuada cerca del área de trabajo) construimos un campamento de investigación al final de Playa Río Oro a la par del río (coordenadas 564232 – 932071). Esto facilita mucho el patrullaje en esa zona, que tiene tres veces más actividad de tortuga marina que Playa Carate.

Seguimos trabajando con el vivero ubicado en Playa Carate al lado de la pista de aterrizaje que abrimos el año pasado, y lo preparamos en abril/mayo 2018 con un cambio de arena y renovación de las paredes y rompeolas antes



de empezar. El vivero tenía una capacidad de 120 nidos, y estaba ubicado al final de Playa Carate al lado de Playa La Leona (coordenadas 559545 - 933467). El vivero ya se cerró, después de sembrar el último nido el 20 de noviembre 2019 y no volveremos de usar ese sitio. Para la renovación del permiso, se procederá a solicitar el uso del vivero de Río Oro que se encuentra dentro del Refugio de Vida Silvestre Río Oro (coordenadas 564452 - 931748), porque la ubicación corresponde más con las necesidades de la conservación de esta zona.

Metodología

El proyecto tendrá 2 elementos:

1. Patrullaje, Vigilancia y Monitoreo de las playas para bajar el riesgo de depredación por humanos y/o animales, macar nidos/recoger datos para la investigación y reubicar nidos en peligro.
2. Manejo del vivero y exhumación de nidos, y toma de datos específicos de la temperatura.

Diseño de la playa para estudio: Las Playas serán separadas en tres sitios de estudio distintos, de aproximadamente 3.0 km de playa cada una. Así será más manejable para la recolección de datos, y podremos tener una patrulla enfocándose en cada playa todos los días mañana y noche. Dividiremos cada playa en sectores laterales de 25m con mojones, a partir de Río Carate inicia sector cero de Playa Carate y en el caso de Playa Río Oro, la laguna de Pejeperrito como cero. Los sectores nos permiten ordenar lateralmente la anidación, y tener puntos fijos para medir la línea de marea. También dividiremos la playa en 3 zonas horizontales, que ayudara a definir cuales nidos tenemos que reubicar. Las 3 zonas no serán marcadas físicamente, pero identificadas por la proximidad del mar; zona 3 es el tercio más cerca de la vegetación donde no llega la marea alta, zona 1 es el área más cerca del mar donde los nidos allí estarían inundados la mayoría del tiempo, y zona 2 es la zona intertidal. Zona 3 es considerada la zona ideal para anidación, y en ocasiones zona 2 puede ser un buen sitio en partes de la playa con poca erosión. Nidos encontrados en zona 1, cerca de la orilla de los ríos y la laguna, cerca de luces artificiales o en zonas de alta depredación/saqueo deben ser reubicados inmediatamente. Nidos reubicados en Playa Carate se moverán al vivero, y en Playa Río Oro serán reubicados en la playa a lugares más adecuados.

Los mojones estarán ubicados en los extremos de cada sector, y podrían ser postes de madera enterrados o el trunco de un árbol si se encuentra en el lugar adecuado. Enumeraremos cada uno con pintura a base de aceite, para que permanezca clara, visible y sea resistente durante la temporada lluviosa.



1. Patrullajes:

Las patrullas serán realizadas en las noches, y seguiremos estas con censos matinales. Las noches enfocarán en la reubicación de nidos en peligro (más información en la sección de 'reubicación de nidos') y la recolección de datos de esos nidos únicamente. Las mañanas enfocarán en todos los demás. De esta manera cuando muchas tortugas están subiendo para anidar en las noches, podemos reubicar la mayoría sino todos los nidos que necesitan estar movidos. A veces no hay suficiente tiempo para trabajar todos los nidos, y consecuentemente los nidos que estén en peligro tienen la prioridad durante la noche (si no hay muchos nuevos nidos, seguiremos tomando datos de nidos ubicados en un buen sitio, marcándolos con una línea sobre el rastro para evitar conteos dobles). Las patrullas nocturnas normalmente durarán al menos 4 horas, empezando un poco después de la marea baja. Habrá 2 patrullas; una para Playa Carate (desde la laguna hasta Rio Carate) y la otra para Playa Rio Oro (desde la laguna Pejeperrito hasta Rio Oro).

Los censos matinales comenzarán a las 05:00, y dan la oportunidad contabilizar los demás nidos que no estuvieron contados la noche anterior. Nidos no deben ser reubicados preferiblemente durante la mañana, porque se puede causar daño al desarrollo del embrión dentro del huevo si la tortuga desovó hace 8 horas o más (Pintus *et al.* 2009).

Durante las patrullas marcaremos y recolectaremos datos de cada nido que encontramos en la playa. Identificaremos los nidos por las huellas y el disturbio típico en la arena.

Datos recogidos serán: a) playa b) fecha c) hora d) especie (identificada por huellas o avistamiento directo) e) sector f) zona g) coordenadas del nido h) evento i) tipo de nido j) actividad, k) número de huevos l) triangulación del nido m) profundidad total del nido n)

profundidad del cuello del nido o) largo de la curva de la caparazón/CCL p) clima

Playa	CAR	CAR	CAR	LEO	LEO	CAR	CAR
Fecha	22/7	22/7	22/7	23/7	23/7	24/7	24/7
Hora	21:26	21:54	22:04	20:44	23:06	22:24	22:34
Especie	OR	OR	OR	GR	OR	OR	OR
Sector	21.5	17	5.5	6	7.5	16.25	15.75
Zona	1	3	3	3	2	2	2
#Nido	262	263	264	112	113	265	-
Co°	0262	0263	0264	112	113	0265	-
DV	9.2m	1.7m	2.1m	1.9m	3.6m	2.2m	-
Tipo de nido	RV	IS	IS	IS	RP	IS	FC
Act.	NT	NT	A	NT	NT	NT	-
#eggs	86	-	89	-	67	-	-

Figura 3: Ejemplo de datos recogidos cuando se encuentra un nuevo nido en la playa.

Figura 3 da un ejemplo de datos tomados en el campo. Para un nido nuevo donde se encuentra los huevos, se pone 'N' para nido como evento. Si una tortuga sube la arena pero no hace ningún intento para cavar o anidar, lo llamamos 'Rastro Falso'. En este caso solo recogemos los datos a) hasta f), y ponemos 'RF' en evento. Otros evento posible será 'NF' o Nido Falso (donde la tortuga intenta cavar/hacer un nido pero no deposita huevos). Tipo de nido se rellena cuando hay un nido con huevos confirmados, y las opciones serán 'IS' para un nido dejado *in situ*, 'RP' para los nido reubicados a otro sitio en la playa o 'RV' para los reubicados al vivero.



En el caso de encontrar una tortuga en el proceso de anidar, se puede anotar la actividad (subiendo, cavando, poniendo, tapando o regresando). Si el nido está en un buen sitio y no será reubicado, esto es la oportunidad contar los huevos también mientras la tortuga está depositando. Siempre hay que tener mucho cuidado a acercarse una tortuga durante este proceso: no se puede mover rápido, usar luz blanca ni hacer ruido. Si no hay una tortuga, la actividad será 'no tortuga' o 'NT'.

Los números de los nidos de Carate y Río Oro se quedarán apartes para evitar confusión, y cada playa empezara desde #1 cuando comenzamos la temporada. Se puede anotar los coordinantes manualmente del GPS, o se puede marcar el nido como 'WAYPOINT'. Con los WAYPOINTS, se marca el número de nido con el prefijo de C o L (dependiente en la playa donde el nido estuvo encontrado) en el GPS. Si un nido esta reubicado desde La Leona a Carate, sigue con el prefijo de L, aunque ahora está ubicado en Carate (y viceversa).

La meta es también cubrir la mayor cantidad de nidos posibles con mayas de bambú durante la noche, y la mañana siguiente. Las mayas deben ser puestos directamente encima el nido, con los huevos en el centro. Las enterraremos con arena y usar palos para sujetar las esquinas. Se puede escribir el número del nido con marcador en el bambú también para ayudar con el encuentro del nido en el futuro.

Equipo requerido:

1. Vestimenta oscura
2. Foco de cabeza con luz roja
3. Hojas y libretas de campo impermeables y lápiz
4. Balde con bolsas de plástico limpias
5. Guantes de látex (sin polvo preferible)
6. GPS con baterías recargables
7. Reloj
8. Cinta métrica de 50m
9. Cinta métrica corta de 100cm
10. Marcador permanente



11. Tags (pedazos de bambú cortado para marcar nidos)
12. Clicker para contar huevos

Reubicación de nidos: Debido a las amenazas de los nidos en las playas de Carate y Rio Oro, es una prioridad reubicar aquellos que están vulnerables a ser dañados, saqueados o depredados al vivero u otro sitio en la playa más apropiado. Siempre será preferido dejar el nido *in situ*, pero hay algunos casos cuando la reubicación es necesaria para el nacimiento exitoso de las crías.

Serían los que están ubicados el contorno inferior de la playa (zona 1 y a veces zona 2), los que están enfrente o cerca de las lagunas/rio, los que están enfrente de hoteles donde hay más luz sintética y actividad humana, y los que están en sectores de alta depredación por perros y/o animales salvajes.

Los nidos sólo serán reubicados durante las primeras 8 horas después del desove, entonces la mayoría de las reubicaciones deben ser realizados durante patrullas nocturnas. Después de las 8 horas el riesgo de perturbar el desarrollo del embrión es mucho más alto, por lo tanto las reubicaciones solo serán realizadas en la mañana temprano si el personal se asegura que la nidación sucedió recientemente (por haber visto la tortuga, o el encuentro de un nido no encontrado en la patrulla nocturna).

La colecta de las nidadas se realizará mediante recorridos en la playa por las noches con personal capacitado (asistentes y empleados). Una vez extraída la nidada desde la playa, utilizando bolsas plásticas limpias y manipulando los huevos con guantes de látex, se llevaran al nuevo sitio sin mover excesivamente la bolsa y transportándolos al lado del cuerpo. El movimiento de los huevos durante este período tendrá que ser con mucho cuidado. Las dimensiones del nido *in situ* serán tomadas para replicarlas en el vivero u otra parte de la playa. La ubicación del nido original decide donde se lo reubica; será el sitio más cerca y seguro para el nido para evitar demasiado movimiento de los huevos. Cuando una copia del tamaño y profundidad del nido original ha sido replicada, se puede sembrar los huevos contándolos. Si están reubicados a otro sitio en la playa, las coordenadas de la nueva ubicación serán tomados con el GPS (así se puede anotar la ubicación original, y la nueva). Detalles sobre la reubicación al vivero en la sección 'Vivero'.

Clima y ciclo lunar

Se notara el clima cada vez que se encuentra una tortuga en la playa. Las opciones serán despejado, medio nublado, nublado o lloviendo. Solo se notara con un avistamiento de tortuga debido a la rapidez en lo que el clima puede cambiar dentro de una sola patrulla.



Agregaremos información sobre la fase del ciclo lunar a la base de datos al final de la temporada para analizar cómo afecta la anidación y nacimiento a través del mes.

2. Viveros, Estación Biológica y Áreas Silvestres Protegidas:

Para la investigación de la temporada 2019-2020 se necesitará un vivero en Playa Carate. Desde el 2018 se trabajó con el vivero ubicado al lado del Aeropuerto de Carate y se trabajará en él hasta el final de la presente temporada, con la siembra de nidos hasta diciembre del 2019, luego se procederá a solicitar los permisos para el vivero de Río Oro que se encuentra dentro del Refugio de Vida Silvestre Río Oro (Coordenadas 564452 - 931748) y otro en Carate, en una nueva ubicación que se brindará para la renovación del permiso del 2020-2021.

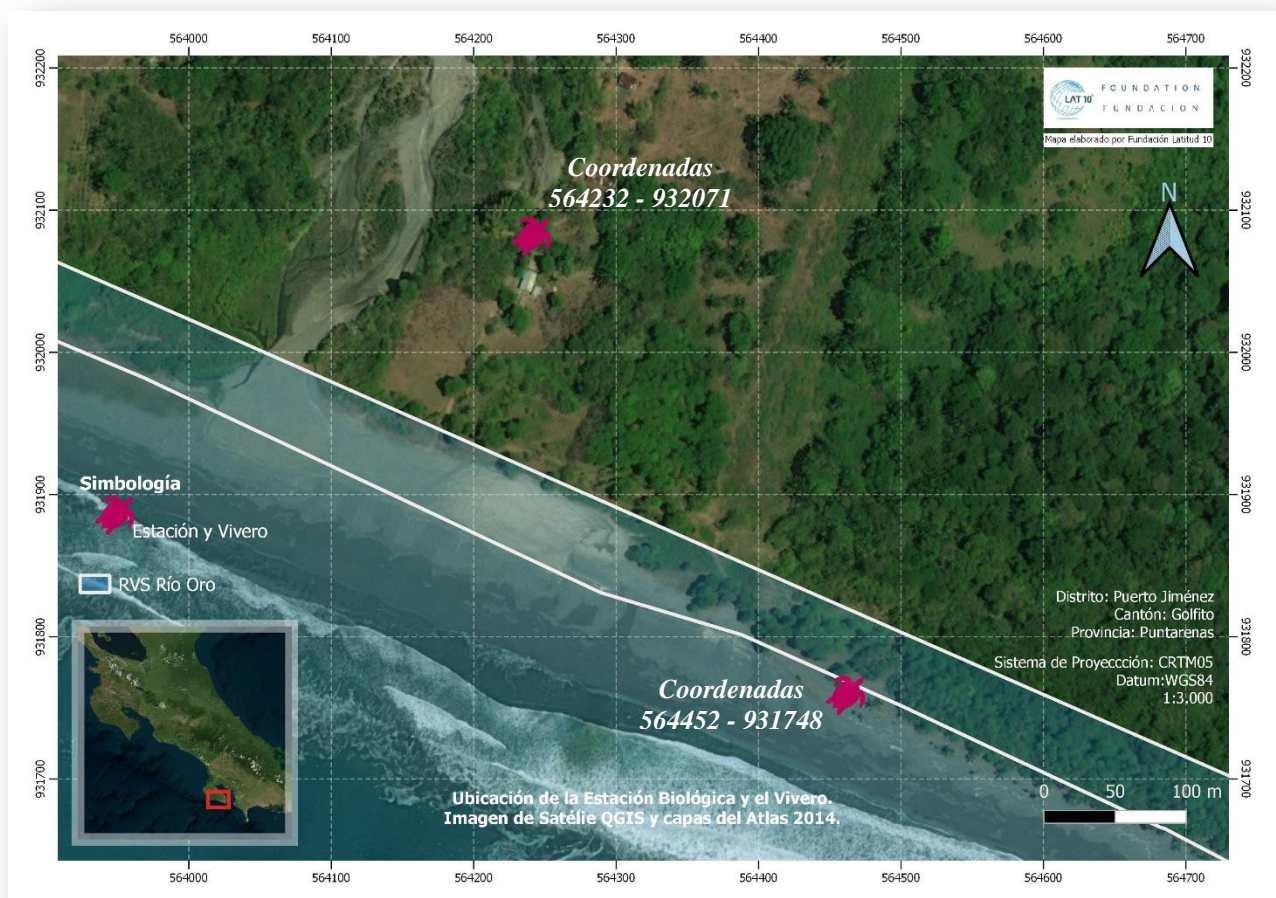


Figura 2. Ubicación de la Estación Biológica y el Vivero de Río Oro, Puerto Jiménez, Golfito, Puntarenas.



El vivero estará vigilado las 24 horas del día durante el período que estén los huevos en incubación. Los turnos serán de 6 horas de duración cada uno, ocupando los voluntarios y asistentes para vigilar durante las horas del día y los asistentes locales entrenados para las horas nocturnas, y cuando es más probable que se produzcan reubicaciones y nacimientos de crías. Nunca dejaremos los voluntarios solos cuidar el vivero entre las horas de 18:00 a 06:00, ya que de esta manera se garantiza su seguridad frente a problemáticas sociales en la zona, y por otra parte se asegura el manejo de los datos del vivero por el personal entrenado.

Monitoreo de temperatura: No será posible monitorear la temperatura de la playa esta temporada, por falta de fondos para suficientes sensores (HOBOS), pero será posible monitorear la temperatura dentro del vivero. Meteremos 2 sensores dentro del vivero antes de empezar de sembrar durante 5 días, para tomar datos sobre la temperatura preliminar,.

Escogeremos 2 puntos en el vivero para meter HOBOS (en este caso elegimos A1 and R23, las 2 esquinas más aparte para intentar a ver las variaciones de temperatura más grandes en el área). Los HOBOS estarán activados y configurados para tomar la temperatura automáticamente cada hora de cada día. Los sembraremos a unos 35cm de profundidad para simular el centro de la nidada. Antes de sembrar nidos monitoreamos la temperatura durante 5 días para asegurar que está dentro de rangos aceptables para nidos de tortuga.

Equipo extra para vivero

- Sensores de temperatura (HOBOS)
- Canastas redondas para encierro encima de nidos
- Baldes para liberaciones de tortuguillas
- Baldes para exhumaciones de nidos del vivero
- Hojas de datos y lapiz
- Mecates o cuerdas

Colecta y manipulación de nidadas: El líder de la patrulla llevará los huevos al vivero, y el encargado del vivero en ese momento recogerá la bolsa y procederá a la siembra de los huevos.

En el vivero, el espacio para cada nido es de 50 cm x 50 cm y se deberá dejar un espacio de estos entre cada una de las nidadas para que estas no interfieran en el desarrollo de las otras (Figura 4).

Se excavará el nido con la forma establecida para cada especie y se copiara la misma profundidad que el nido original. Solo una persona realizará el proceso de excavación del nido y de siembra de los huevos. Los huevos se contarán a medida que se vayan sembrando. Se le dará un número de nido y se rellenará una hoja de datos para



relacionar el nido sembrado con la tortuga trabajada y se escribirá el número del nido en la hoja de datos de campo. El personal encargado también será responsable para el monitoreo de los nidos, y con más vigilancia cuando hay unos al punto de nacer (revisando cada 10-20 minutos).

Liberación de neonatos: Una vez emergidas las primeras crías se anotará:

- Hora y fecha de emergencia, nombre del encargado de vivero en el momento del nacimiento y la liberación.
- Incubación: Cantidad de días que duró el proceso desde el día de siembra hasta el nacimiento.
- Número de neonatos y datos morfológicos: Se colocaran canastas de contención cuando falten pocos días para el nacimiento de las crías y cuando estas emerjan se tomaran una a una. y se colocaran en un balde con arena húmeda en el fondo. Se procederá a liberar inmediatamente a los neonatos en la playa, siempre y cuando la emergencia se dé en horas de la noche o bien en el día con una temperatura fresca. Si emergieran durante el día con temperaturas muy elevadas, las tortuguitas serán colocadas en un balde, cubiertas con una tela negra y colocadas en un lugar con sombra, hasta que la temperatura sea adecuada para la liberación.
- Hora de liberación y mojón: Los neonatos serán liberados en diferentes sectores de la playa, para así, evitar condicionar a los depredadores. Se liberara los neonatos a 10-15 metros de la línea de agua para no entorpecer el proceso de impronta, el cual consiste en el proceso de “memorización” que realizan los neonatos de las condiciones físico- químicas, el electromagnetismo entre otros, del sitio donde nacen para que cuando alcancen la madurez sexual, regresen a desovar al lugar de nacimiento.

Exhumaciones: Las exhumaciones de las nidadas marcadas serán realizadas 24 horas después de cuando los huevos están a término y los primeros neonatos llegan a la superficie de la arena (o una vez que haya nacido más que 80% de la nidada), siguiendo los lineamientos de Chacón et al. (2007), y anotando los datos en una hoja de campo. En caso de que la proporción de nacimientos del nido fuera menor del 50% antes de los primeros tres días, se excavara un poco para asegurarse de que no haya neonatos eclosionando. Durante el tiempo de alta actividad, si los nidos no pueden ser exhumados después de 24 horas, se debe exhumar lo más pronto posible después del nacimiento.

Para realizar la exhumación, las cascara deben ser contabilizados para estimar el número de crías que emergieron (#hatched). También contaremos los neonatos vivos y muertos (liberando los vivos con cuidado después de la exhumación), y los huevos no nacidos (#unhatched). En la Figura 5 se muestra la manera a anotar los datos de las exhumaciones, usando las 4 categorías para clasificar el desarrollo del embrión dentro los huevos que no nacieron (Figura 6). Abriremos cada huevo que no nació, y anotaremos la etapa de cada uno (1, 2, 3 o 4), anotando ‘no vis’ si no hay desarrollo visible. Se incluye tortuguitas que ya rompieron la cascara pero no pudieron salir como no nacidos



(clasificados como 'pipped'). El total se compone de la sumatoria de #hatch y #unhatch, que será usado para la mejor estimación del porcentaje de eclosión.

Fecha	5/1	5/1	5/1	6/1	6/1	6/1
Hora	11:00	12:30	13:52	8:00	8:50	9:00
Marca	N	Y	N	Y	Y	N
Sexo	17.5	12.5	2.75	1	1	1
Zona	2	3	3	3	3	3
GPS N	25 21.525	25 18.10	25 10.3	25 9.5	25 9.34	25 12.9
GPS W	25 46.25	25 42.3	25 40.8	25 37.7	25 37.7	25 38.4
WTT	300	302	304	310	311	313
Hatch date	5/1	5/1	6/1	6/1	6/1	6/1
Typo	H	H	H	H	H	H
Exp	OR	OR	OR	OR	OR	OR
# huevos	13	9	5	0	0	0
# incubados	21	8	8	0	0	0
hatched	62	86	93	84	176	37
unhatched	39	12	12	10	4	4
pipped	35	14.3m	1	1	1	1
no vis	6	5	8	9	2	3
S1	1	1	2			
S2	0	1				
S3	0	0				
S4	0	1			1	
UNK	0	0	1	1		1
Dep	N	N	N	N	N	N
prot 2	N	N	13/23	15/5	15/5	16
AO	-	-	-	1.22	0.24m	
Pico total	445	53	59	44	37.5	37
# huevos	151	98		34	120	34
notas						

Figura 5: Los datos que anotaremos para las exhumaciones de nidos.

También esta hoja puede ser usada para nidos encontrados depredados, y se puede estimar el número de huevos depredados por un conteo de las cascarras rodeando el nido y los huevos dañados que quedan en el nido. Si hay huevos enteros en el nido todavía, serán enterrados de nuevo para terminar el período de incubación (asegurando que todos los huevos dañados han sido sacados primero).

Retiraremos el sensor, si es una de las nidadas elegidas para el estudio de la temperatura, y la fecha y hora de este paso debe ser anotado en una hoja de campo.

Se colectarán en formalina los individuos para ser enviados a la UCR con el fin de determinar el sexo, y se anotarán la ubicación en el nido, el número de nido y la fecha.

Personal: Se buscará personal local cuando posible para trabajar con el proyecto y cumplir las metas comunitarias a la vez. La personal local será apoyada por organizaciones voluntariados que ya trabajan en Carate y colaboran para proteger a las tortugas, así como con estudiantes e investigadores de universidades internacionales. Tendremos algunos asistentes principales que tendrán la capacitación para liderar las patrullas, y gente local para cuidar el vivero y apoyar con el recogido de datos. Todo el personal será entrenado a un nivel muy alto para garantizar datos consistentes y de alta calidad.



Personal buscado tendrían que ser flexibles para lograr todos los trabajos requeridos por el proyecto. Ejemplos de estos son:

- Cuidado y protección del vivero y la casita
- Toma de temperatura ambiente y de la arena
- Limpieza y mantenimiento de la playa
- Ayudar recoger datos científicos
- Reubicación de los huevos al vivero y a otros sitios mejores
- Liberación y toma de datos de neonatos
- Exhumaciones de los nidos.

2. Toma de Datos: Se puede utilizar ciertos indicadores con el fin de medir los cambios en el estado de conservación en la playa de anidación, y por lo tanto tomar decisiones informadas con respecto a los mejores pasos para mejorar la viabilidad de la población. Estos indicadores se describen en el documento PRONAMEC (Programa Nacional de Monitoreo Ecológico) de Playas de Anidación de Tortugas Marinas (SINAC, 2016), y este proyecto seguirá este lineamiento.

Indicador 1 – Número de nidos por especie

Esto es una manera de medir indirectamente las tendencias poblacionales de las playas de estudio por la cantidad de nidos depositados durante la temporada de anidación. Aunque no se puede sacar conclusiones durante un periodo corto debido a las fluctuaciones naturales, el estudio a más largo plazo nos permite observar el declive potencial de la población y las razones detrás (Witherington *et al.*, 2009). Un conteo y marca simple de los nidos con un GPS durante patrullas logrará esto, y los datos se pueden usar como base a partir de la cual se puede calcular los otros indicadores. Utilizaremos un GPS submétrico en lugar de triangulación para mejorar la precisión, y evitar los errores que sucedan con una cinta métrica (Tucker *et al.*, 2010).

Indicador 2 – Porcentaje de emergencia de las nidadas

Utilizando una cantidad de nidadas elegidas aleatoriamente, se puede tener una muestra representativa del porcentaje de las nidadas que emergieron como neonatos vivos del nido. Esto nos permite determinar el impacto de todas las amenazas a la población de tortugas sobre la viabilidad total de las nidadas.

Indicador 3 – Fertilidad de nidadas

Se puede realizar exhumaciones de los nidos elegidos para la muestra 72 horas después de cuando están a término para contabilizar las cascaras, neonatos y huevos enteros que quedan dentro del nido. De esta manera se



puede clasificar todos los huevos de la nidada en una categoría para calcular la fertilidad de la nidada. Cuando sabemos la fertilidad, podemos explorar las razones detrás de nidadas exitosas y nidadas con baja fertilidad, y por lo tanto intentar desarrollar estrategias de conservación basadas en esta información. Seguiremos la metodología descrita por Chacón *et al.*, (2007) para clasificar las diferentes etapas de desarrollo encontrados en los huevos no nacidos en 4 categorías (Figura 6).

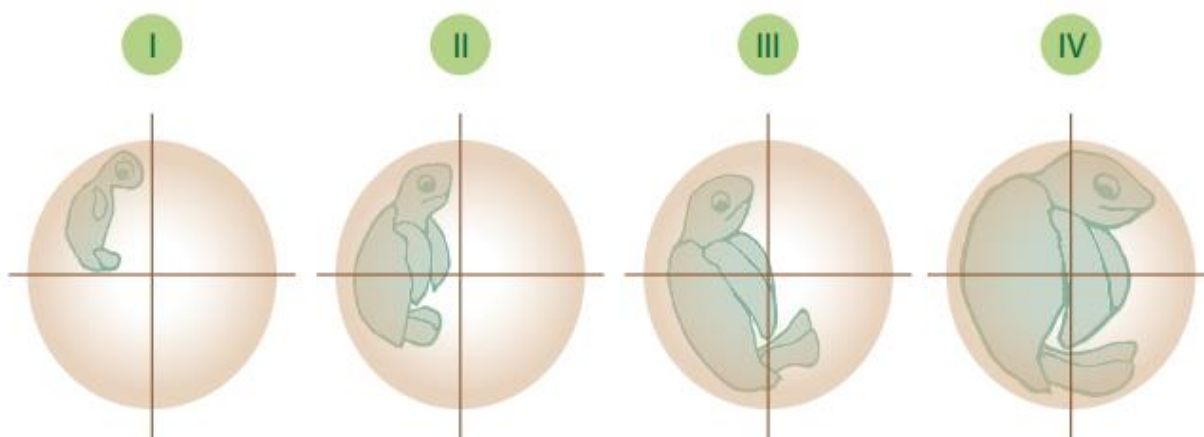


Figura 6: Las 4 categorías de desarrollo embrionario (imagen de SINAC, 2016).

Adicionalmente a este indicador le agregaremos el análisis de los neonatos no emergidos, con el fin de determinar el sexo de los mismos, esto se realizará en colaboración con la RITMA de la UCR.

Indicador 4 – Área disponible como sitio de anidamiento

Un aumento previsto en el nivel del mar debido al cambio climático y la subsiguiente erosión, junto con la llegada de basura orgánica e inorgánica (madera, plásticos) y la alteración de la infraestructura de la playa podría tener un gran impacto en la disponibilidad de la playa para que las tortugas aniden (Fish *et al.*, 2005; Mazaris *et al.*, 2009). La determinación del área disponible para que cada especie anide (lo cual se calcula usando la probabilidad de que una tortuga anide exitosamente en un dado espacio) nos ayuda a predecir el alcance de la pérdida de espacio a lo largo del tiempo y tomar las medidas necesarias.

A este indicador le agregaremos datos como el perfil de la playa, determinando mareas, sitios de mayor erosión, tipos de vegetación, tipos de arena. Esta temporada mediremos la distancia de los nidos a la vegetación, y estamos investigando maneras de estudiar la erosión de la arena porque esto es algo que afecta mucho la sobrevivencia de muchos nidos en nuestras playas.

Indicador 5 – Temperatura de incubación de las nidadas

La temperatura de incubación de las nidadas puede tener enormes efectos en el desarrollo de los embriones (como en la mayoría de los reptiles) y el éxito de los neonatos, y puede ser causa de alta mortalidad (Matsuzawa *et al.*,



2002). Considerando que las tortugas marinas exhiben determinación de género dependiente en la temperatura, la viabilidad de poblaciones podría verse comprometidas debido al cambio climático a través de tiempo (Santidrán-Tomillo *et al.*, 2005). El monitoreo de la temperatura de las nidadas, nos permitirá determinar si se encuentran en el rango óptimo para el desarrollo de embriones. También es una forma no invasiva de estimar las proporciones de género a diferentes temperaturas y las implicaciones del calentamiento global (Hays *et al.*, 2017), lo cual compararemos con los datos obtenidos en el indicador 3. Queremos monitorear la temperatura de la arena junto con las nidadas, para estudiar los efectos de cambios exteriores en la temperatura dentro de las nidadas. Para esta temporada se utilizarán medidores de temperatura (HOBOS), los cuáles se dejarán en el vivero por toda la duración de incubación de las nidadas, revisándolos al final de la temporada.



Resultados

En este informe incluimos los datos desde el 1 de junio 2019 hasta el 31 de enero 2020 de las playas de Carate y Rio Oro y del vivero de Carate. Presentaremos los datos de cada playa aparte, porque hubo un cambio de protocolo en la playa de Carate durante la temporada que resultó en una gran disminución de esfuerzo y recolección de datos en esa parte. Era por una cuestión de seguridad del personal que se acabó de realizar patrullas nocturnas desde el mes de septiembre y adelante, pero esto podría afectar la calidad de datos tomados de Playa Carate.

Esta temporada las playas de Carate y Rio Oro tuvieron actividad de 3 de las 4 especies de estudio en algún momento durante la temporada. Observamos anidación de la lora, la verde del pacífico (negra) y la carey. Esta temporada no hubo ningún avistamiento de la baula ni su rastro. La carey ha estado excluido de las análisis que enfocan específicamente en la especie, debido al número de actividades/nidos demasiado bajo para tomar inferencias. Tabla 1 da un resumen de los diferentes trabajos realizados en cada playa.

Tabla 1: Un resumen de los trabajos realizados en las 2 playas desde el 1 de junio 2019 hasta el 31 de enero 2020

	Playa Carate	Playa Rio Oro	Total
# Actividades registradas	1345	3060	4405
# Nidos registradas	1007	2735	3742
# Nidos reubicados al vivero	52	0	52
# Nidos reubicados en playa	198	99	279
# Nidos protegidos en playa	907	1981	2888
# Exhumaciones realizados	577	565	1142

Figura 8 es un mapa de calor de las playas de Carate y Rio Oro, separadas por la laguna de Pejeperrito. El mapa tiene áreas más oscuras para representar las zonas con alta actividad y zonas claras donde la actividad es muy poca. Se puede ver que hay áreas de alta actividad en frente de la laguna, y por sectores 8 – 11 en playa Rio Oro. El mapa muestra que la intensidad de anidación es mucho más alta en Rio Oro que en Carate.

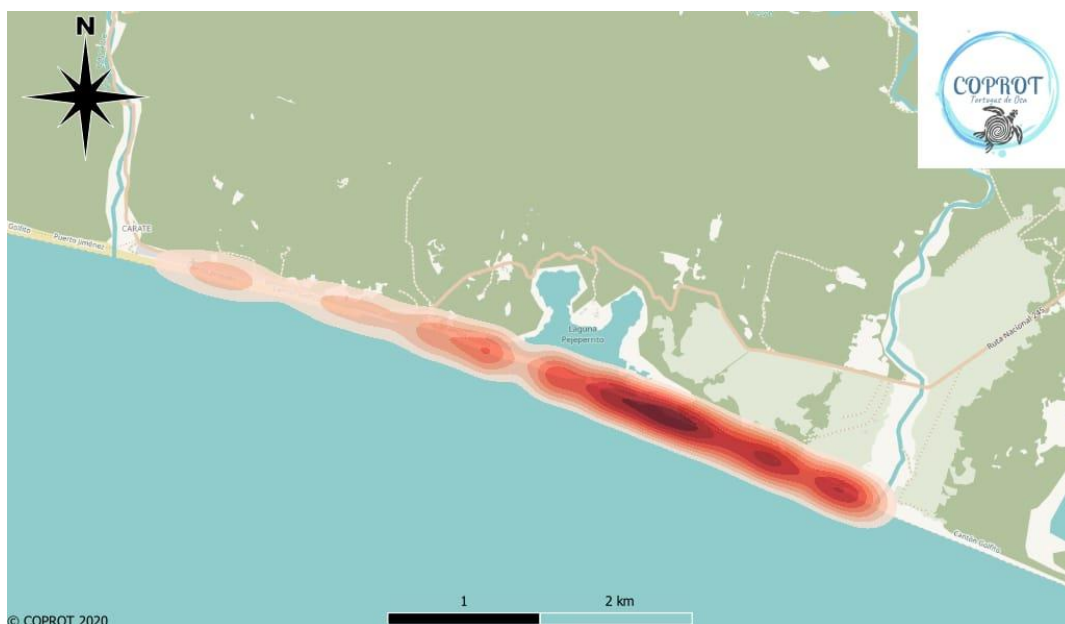


Figura 8: Mapa de calor de playas Carate y Río Oro, con áreas con alta actividad mostrado con rojo más oscuro.

Carate

Figura 9 muestra el número total de actividades por especie, y la proporción de las actividades totales para cada especie. Actividades incluye nidos nuevos (N), rastros falsos (RF) y nidos falsos (NF). Figura 10 muestra únicamente el total de nidos nuevos, y se puede ver que la anidación observada en estas playas es principalmente de la lora, seguido por la verde, y con muy pocos nidos de la carey.

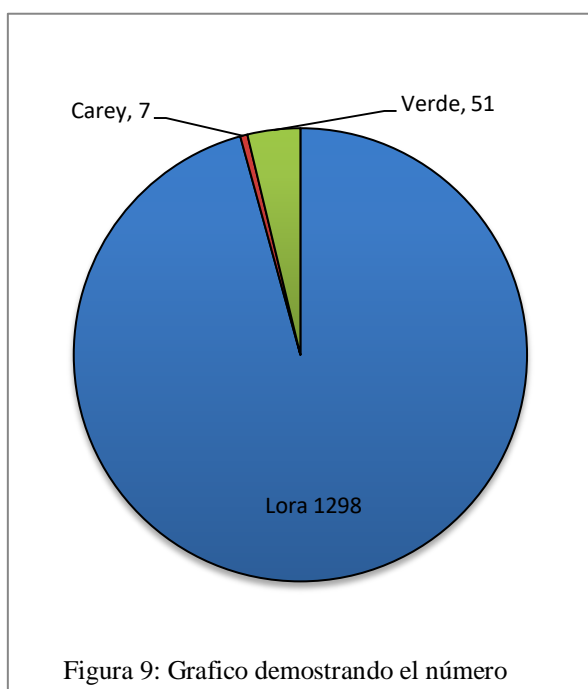


Figura 9: Gráfico demostrando el número y proporción de actividades por especie en Playa Carate.

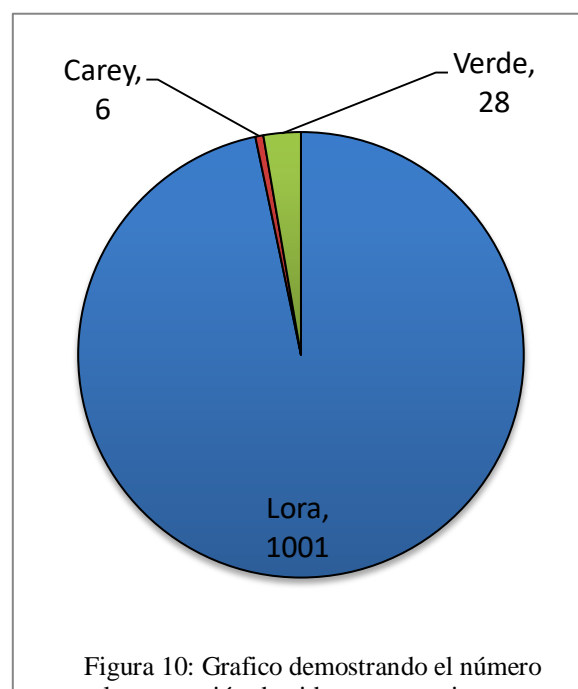


Figura 10: Gráfico demostrando el número y la proporción de nidos por especie en Playa Carate.



Figura 11 es un gráfico del número de actividades de todas las especies por mes. Se puede ver claramente los meses de alta actividad por el pico durante agosto, septiembre y octubre. La actividad empieza de bajar rápidamente después de noviembre.

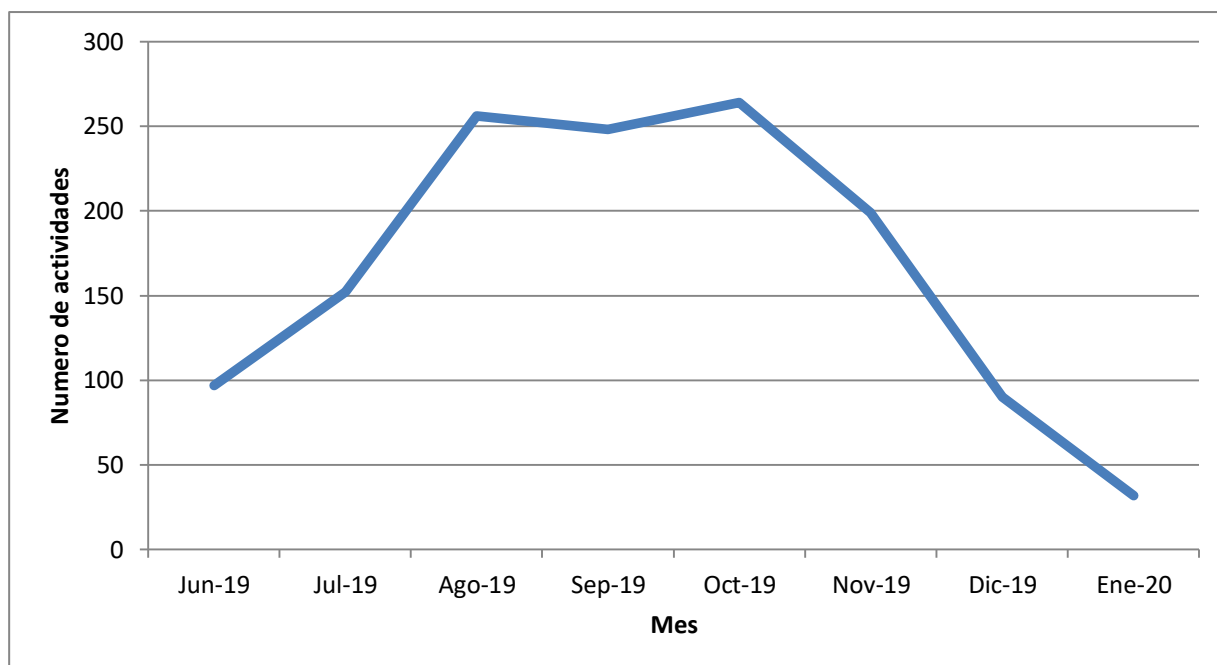


Figura 11: Un gráfico de línea mostrando el número de actividades de todas las especies por mes en Playa Carate.

La Figura 12 muestra la proporción de actividad por zona, para la lora y la verde. La mayoría de las actividades observados estaban ubicados en zona 3 para ambas especies, pero puede ser que la cantidad de actividades registradas en zonas 1 y 2 esta subestimado debido a la falta de patrullaje nocturno en esta playa. Por no estar patrullando en la noche, es posible que un monto de nidos o actividades estaban borrados por la marea antes de la hora de empieza de la patrulla matinal.

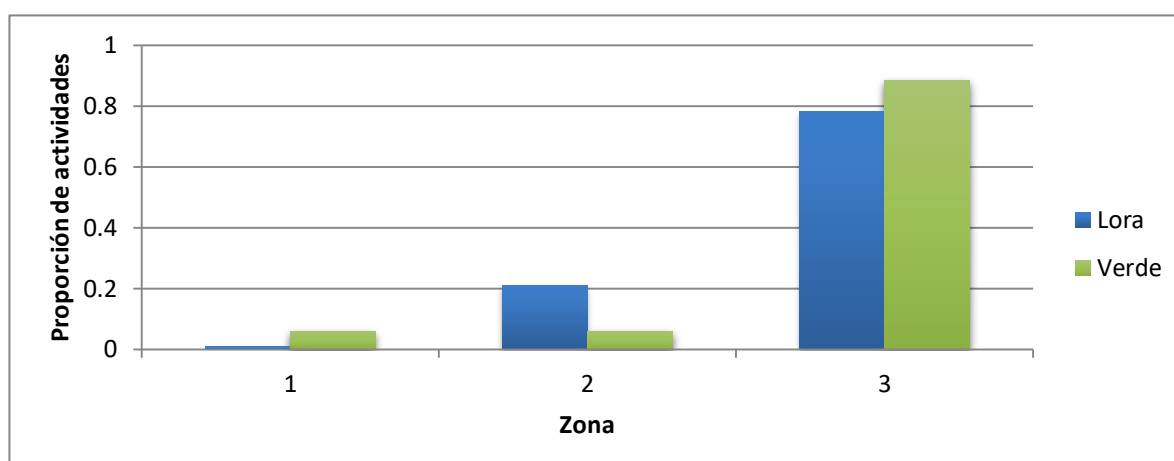


Figura 12: Proporción de actividades de lora y de verde en Playa Carate depositados en cada sector.



Tabla 2 es un resumen de las actividades (lora y verde), numero de reubicaciones y tasa de depredación por sector en playa Carate. Aquí podemos ver un incremento de actividad desde sector 19 hasta la laguna, que incluye actividad de tortugas, una tasa más alta de depredación, y más necesidad de reubicar los nidos en esa área.

Tabla 2: Un resumen de las actividades de lora y de verdes, actividades falsas (NF & RF), reubicaciones y tasa de depredación por sector en Playa Carate.

Sector	actividades (L)	actividades (V)	# NF, RF (L & V)	# de reubicacion (RP, SP/RP, RV)	Tasa de depredacion (D, MD, MD/RP)
1	16	0	3	1	0.153846154
2	26	1	3	0	0.125
3	35	2	11	1	0.076923077
4	27	2	7	0	0.136363636
5	48	3	14	3	0.105263158
6	44	0	7	3	0.135135135
7	41	2	5	6	0.282051282
8	37	2	8	2	0.058823529
9	22	2	5	3	0.105263158
10	27	2	7	8	0
11	29	2	6	8	0.238095238
12	27	1	7	4	0.19047619
13	38	3	7	9	0.088235294
14	38	0	3	3	0.142857143
15	49	1	11	9	0.125
16	37	1	7	8	0.03125
17	44	2	12	7	0.125
18	33	3	7	5	0.107142857
19	58	2	15	7	0.25
20	80	4	17	7	0.426470588
21	67	6	10	24	0.26984127
22	68	3	17	10	0.384615385
23	98	4	10	31	0.195652174
24	99	2	22	22	0.202531646
25	106	1	16	33	0.186813187
26 (lagoon)	6	0	5	-	0.5

Exhumaciones y éxito de eclosión

En Playa Carate exhumamos un total de 577 nidos de los 1007 nidos registrados en la playa (57%) desde el 01 de junio 2019 hasta el 31 de diciembre 2020. De las exhumaciones podemos calcular el éxito de eclosión, y calculamos un promedio a través de Playa Carate de 86.8%. Este número incluye el éxito de nidos exhumados de lora (86.6% promedio) y de la verde (92.2%) en la playa, pero no los nidos reubicados al vivero. Figura 13 muestra el éxito por mes de nacimiento de los nidos exhumados de la playa. El éxito incrementa desde julio hasta un pico en septiembre. Después del pico, el éxito sigue bajando hasta el final de la temporada (datos de enero no incluido por no haber tenido suficiente nacimientos al punto de agregar los datos para hacer este informe).

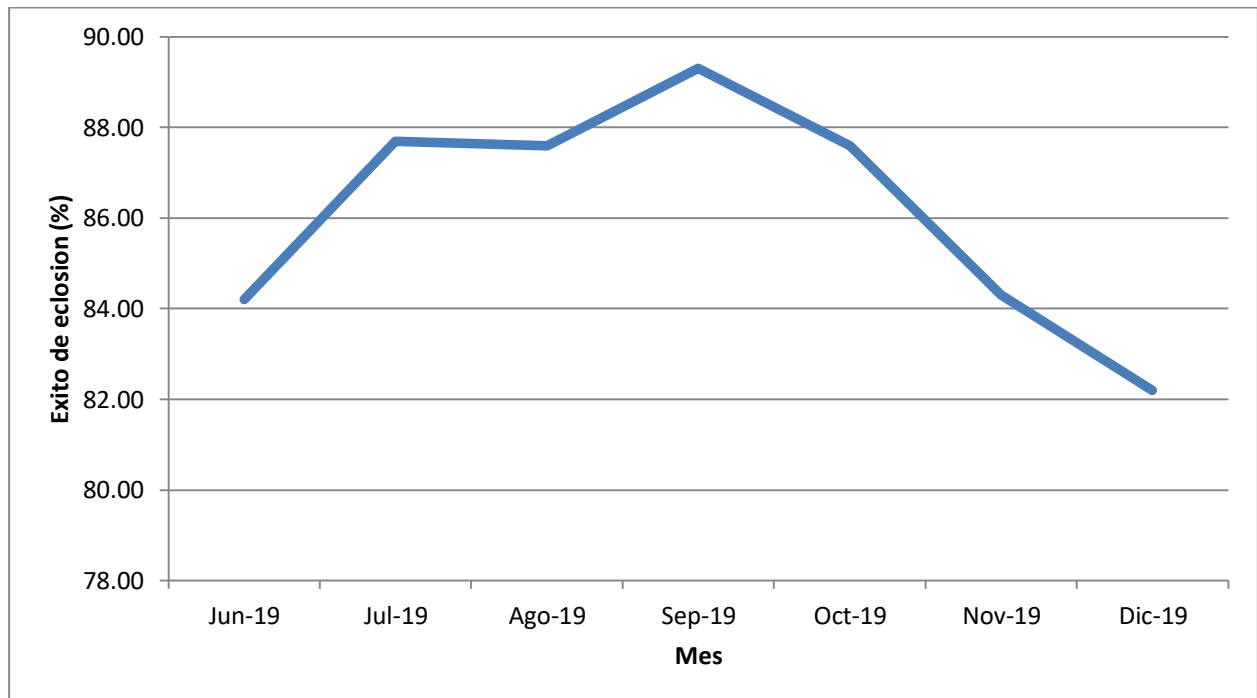


Figura 13: Éxito de eclosión de los nidos exhumados por mes de nacimiento.

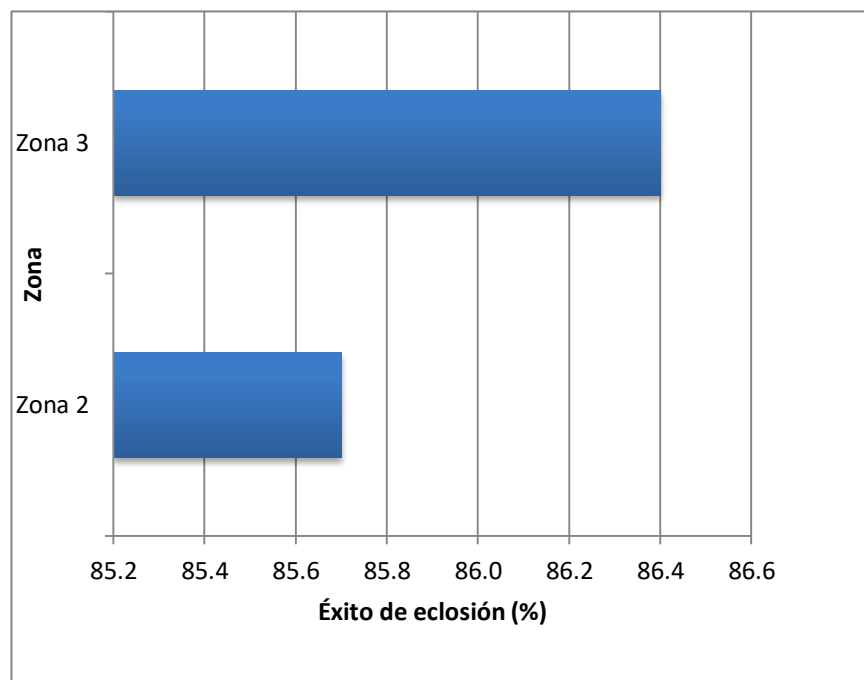


Figura 14: Éxito de eclosión por sector en Playa Carate.



Figura 14 es un gráfico para mostrar como la zona donde el nido está ubicado puede afectar el éxito de eclosión. Se puede ver que el éxito de los nidos es mucho más alto en zona 3, fuera del alcance del mar.

Figura 15 nos muestra el porcentaje de cada etapa de desarrollo (Etapa 1, 2, 3 y 4) que se encontró dentro de los huevos no nacidos durante las exhumaciones (n=4129). 79% de los huevos no nacidos no tuvieron ningún desarrollo visible (no vis), y los demás etapas se encontraron en porcentajes muy bajos (<6% cada uno). 83% de los nidos exhumados tuvieron al menos 1 huevo no nacido.

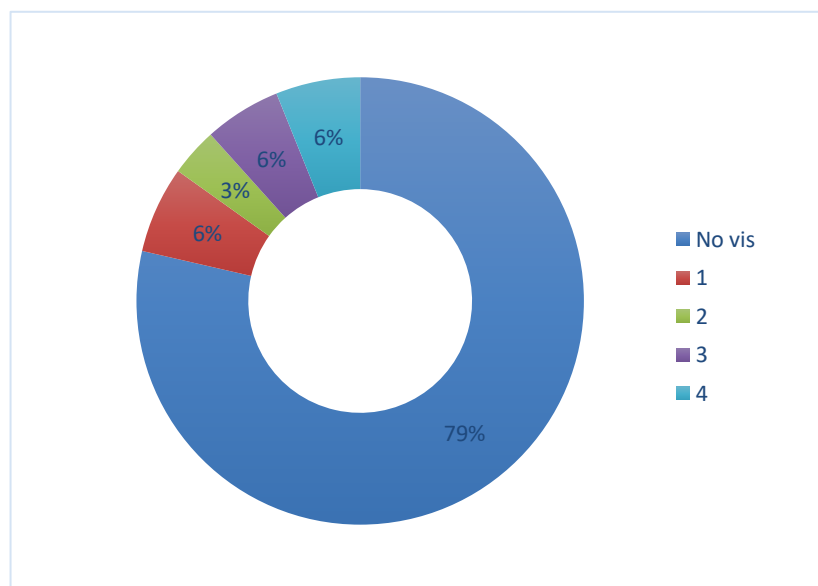


Figura 15: Grafico circulo para mostrar el porcentaje de cada etapa de desarrollo encontrado en los huevos no nacidos en Playa Carate.

Por ver los nacimientos de nidos con la fecha de anidación registrada, también se puede calcular el tiempo de incubación. Al tiempo de hacer este informe todavía faltaban nidos para nacer en enero, entonces solo se analizó los datos hasta el final de diciembre. Figura 16 muestra el tiempo de incubación promedio por mes de nacimiento. Los nidos que nacieron durante octubre, noviembre y diciembre tuvieron el tiempo de incubación más corto Desde junio hasta septiembre se puede ver un tiempo de incubación más largo. El tiempo promedio de incubación para la lora era 49.7 días (n=237), y 50.2 para la verde (n=5).

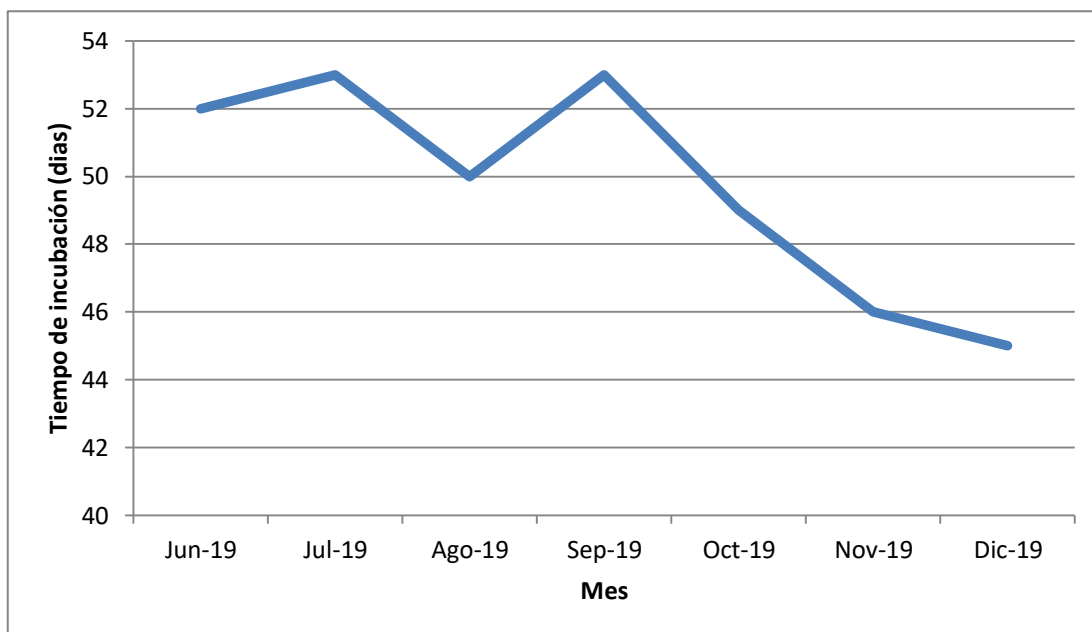


Figura 16: Duración promedio de incubación de nidos (días) por mes de nacimiento en Playa Carate.

Reubicaciones

En Playa Carate se reubicó un total de 250 nidos a través de la temporada, y 52 de esos se reubicó al vivero de Carate. Figura 17 muestra la proporción de nidos reubicados por mes. Se puede ver que la proporción era más alta durante el mes de septiembre, y bajó después de eso con la actividad de anidación en general.

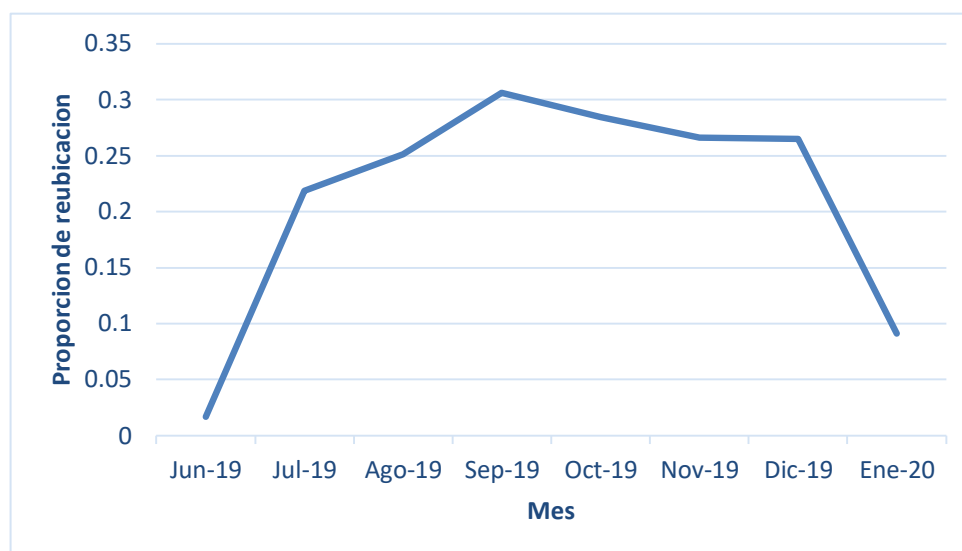


Figura 17: Proporción de nidos encontrados en Playa Carate que se reubicó.



De las reubicaciones en la playa (n=198), 3 eran de verde y 195 de lora. Exhumamos 126 de los 198 para ver el éxito de estos nidos. Hay unos que todavía faltan para nacer, y otros que no se pudo encontrar para realizar la exhumación. De los reubicados de lora, tuvieron un éxito promedio de 86.5%, que es un poco más bajo que los nidos dejado *in situ* de esta especie (85.6%).

Depredaciones

De los 965 nidos dejados *in situ* en playa, logramos cubrir 907 con algún tipo de protección (94%). De los nidos protegidos, 360 fueron por malla (40%) y 547 por palos (60%). La Figura 18 muestra el efecto de cada tipo de protección en la tasa de prelación y éxito de eclosión de los nidos comparado con los nidos sin protección. El éxito de eclosión era muy parecido entre las diferentes protecciones, sugiriendo que no incrementan ni reducen el éxito de los nidos que están protegiendo. Por otro lado, las protecciones redujeron la evidencia de depredación mucho, y la tasa de depredación era mucha más alta para nidos que no tuvieron ningún tipo de protección. Uso de una malla era mucho más efectivo en bajar la tasa de depredación que el uso de palos como protección (mallas = 6.7% depredación, palos = 12.2% depredación).

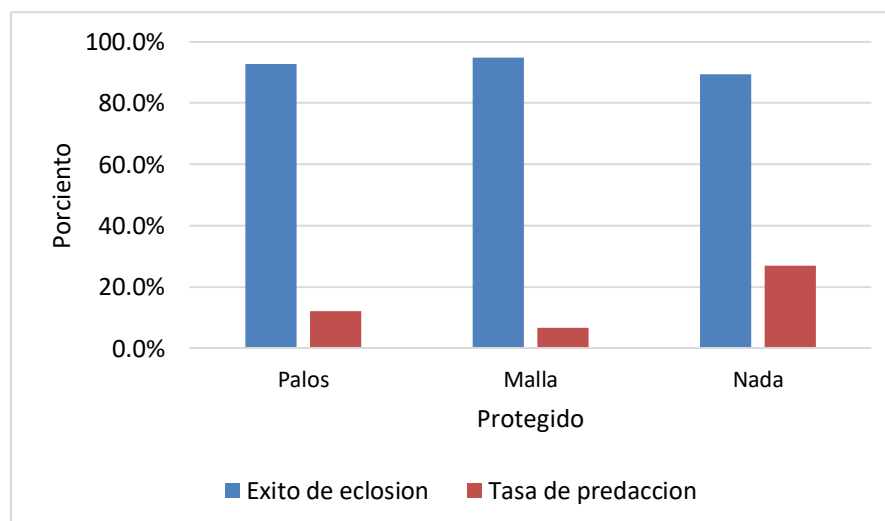


Figura 18: Éxito de eclosión y tasa de depredación para nidos protegidos con mallas, protegidos con palos, y sin protección en Playa Carate.

Tamaño de nidada

El tamaño de la nidada pudo ser contado durante reubicaciones, cuando los asistentes de investigación vieron la tortuga antes de poner y pudieron contar los huevos, y durante las exhumaciones de nidos nacidos (más como una estimación usando este método). Por los datos de playa Carate, utilizamos el conteo de huevos solo de



reubicaciones y durante la anidación para ver el tamaño promedio de las nidadas ($n=284$ para la lora, $n=5$ para la verde). Los tamaños eran muy variables para la lora, desde 9 huevos en lo más pequeño, y 136 en lo más grande. El promedio para el tamaño de nidada de la lora era 93 huevos. Figura 19 muestra la relación entre tamaño de nidada y éxito de eclosión para esta especie. Resulta que no hay correlación significativa entre tamaño y éxito ($R = -0.027$).

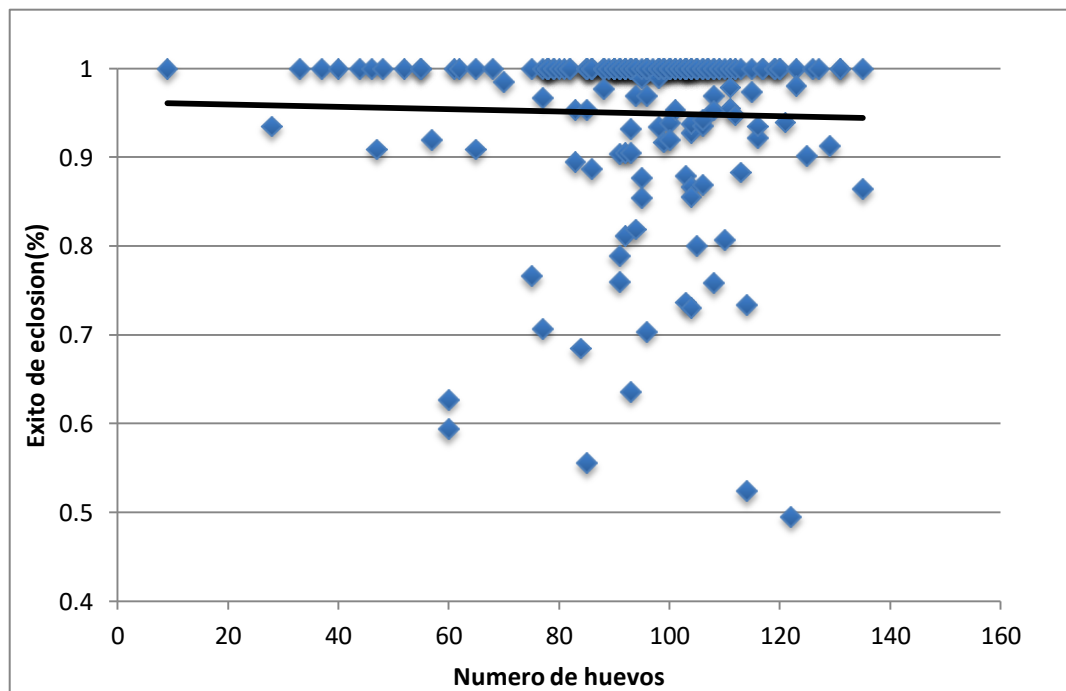


Figura 19: Correlación entre el éxito de eclosión y numero de huevos en la nidada.

La nidada más pequeña de la verde que se observó era de 47, y la más grande de 110 con un promedio de 82 huevos por nidada. No se hizo análisis sobre el éxito de eclosión con respecto al tamaño de la nidada para la verde, porque los datos obtenidos para esta parte eran demasiado pocos.

Medidas biométricas de las tortugas adultas

Cada encuentro con una tortuga en la playa, el personal midió el largo de la curva del caparazón (CCL). Logramos medir ambas de las especies más comunes ($n=65$ para la lora, $n=2$ para la verde). El rango para la lora era desde 45cm hasta 75.8cm, con un largo promedio de 64.8cm. Para la verde lo más largo fue de 85.5cm, y lo más pequeño de 83.6cm con un promedio de 84.6cm.

Esta temporada no vimos ninguna tortuga en playa Carate, ni lora ni verde, con un tag metálico. No tuvimos un escáner para revisar las verdes para un tag PIT, entonces puede ser que algunas estaban marcadas en esa forma.



Clima y ciclo lunar

De las 84 tortugas vistas durante la temporada en Playa Carate, se anotó el clima durante la anidación de 58 de ellas. Figura 20 muestra que la mayoría de actividades sucedieron cuando la noche era nublado, y muchas menos durante cielos despejados y/o lluvia. Puede ser que la cantidad de tortugas vistas anidando durante lluvia está muy baja debido a ciertas patrullas siendo canceladas por mal tiempo (lluvia fuerte o tormentas más que todo).

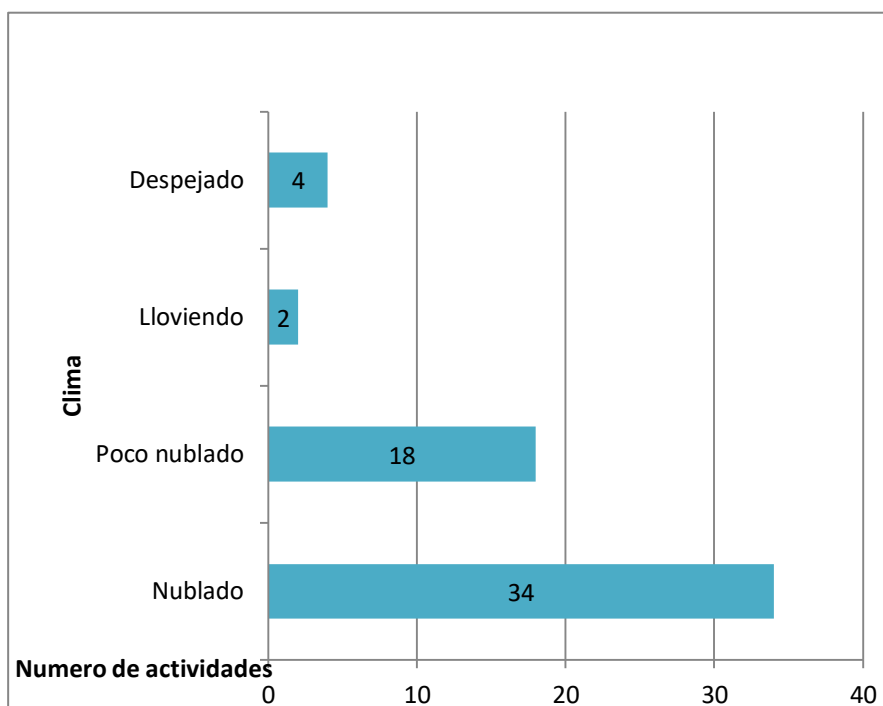


Figura 20: Numero de actividades de tortuga durante diferentes climas en Playa Carate..

Analizamos el número de actividades durante cada fase de la luna (Figura 21). Con este grafico se toma en cuenta el conteo de nidos total para cada cuarto. En Playa Carate el cuarto con más actividad de tortugas fue el menguante, seguido por el gibado creciente.

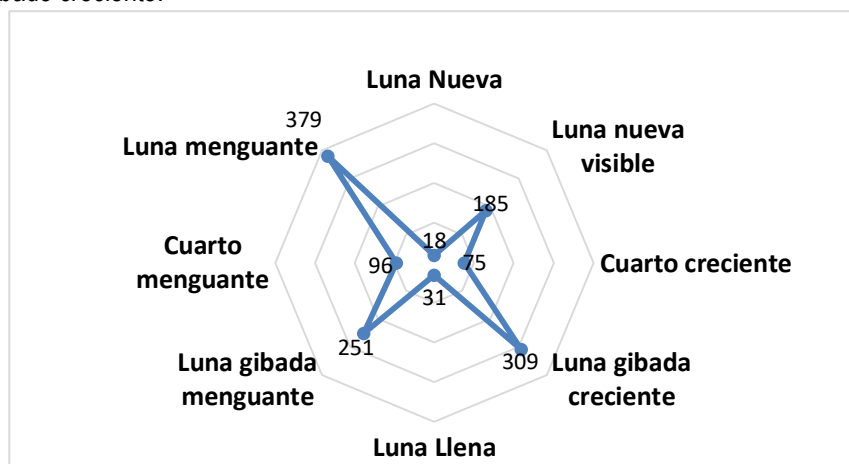


Figura 21: Grafico demostrando actividad de tortugas durante diferentes fases de la luna en Playa Carate.



Rio Oro

Rio Oro tuvo mucho más actividad de tortugas a través de la temporada que Playa Carate. Figura 22 muestra la cantidad de cada tipo de actividad de la tortuga lora registrada desde el 01 de junio 2019 hasta el 31 de enero 2020 (incluyendo nidos nuevos (N), rastros falsos (RF), nidos falsos (NF), reubicaciones a la playa (RP), y nidos donde no se pudo encontrar los huevos (NPE)), y la proporción del total. Se registraron en total 3060 actividades de lora a través de la temporada, con 2430 de esos siendo de anidación exitosa (huevos puestos).

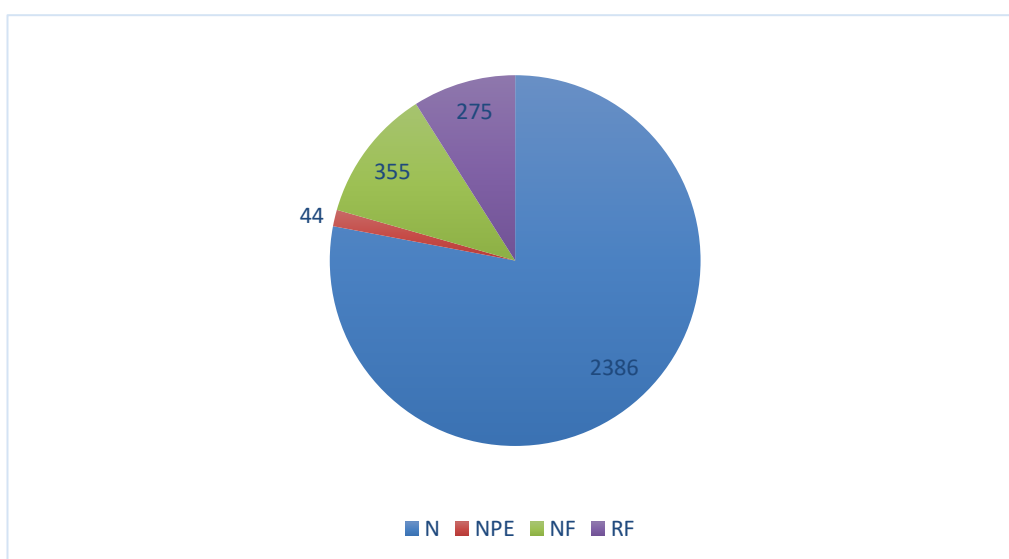


Figura 22: Numero de actividades registradas de tortuga lora en Rio Oro.

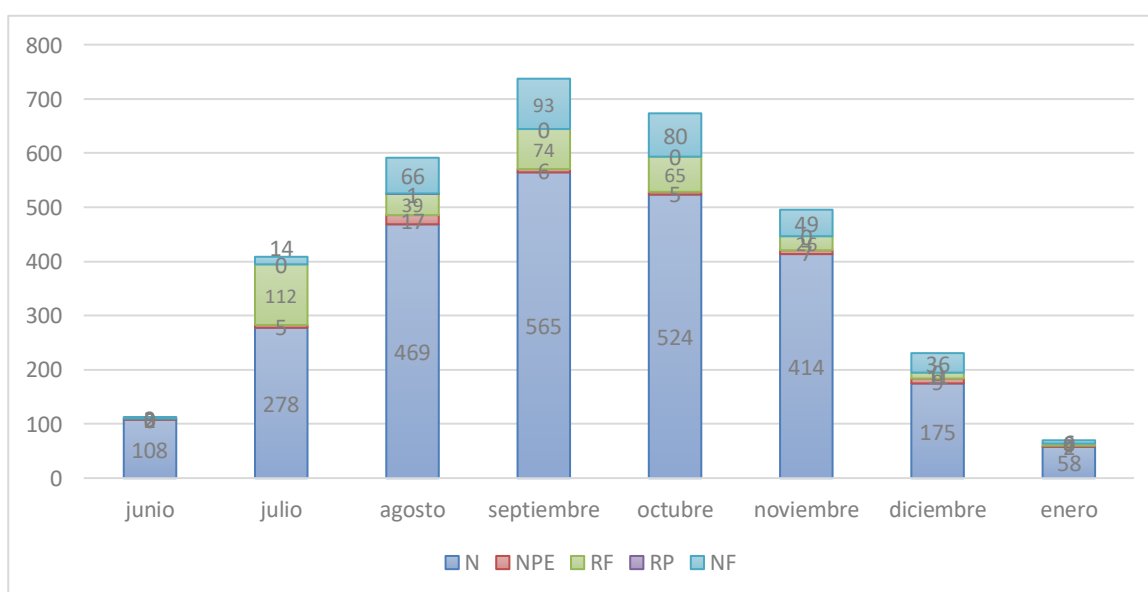


Figura 23: Numero de cada tipo de actividad de la lora por mes en Rio Oro.



Figura 23 muestra la actividad de la tortuga lora por mes (incluyendo nidos nuevos (N), rastros falsos (RF), nidos falsos (NF), reubicaciones a la playa (RP), y nidos donde no se pudo encontrar los huevos (NPE). Los meses con más actividad eran septiembre y octubre, seguidos por agosto y noviembre. El mes con la proporción de rastros y nidos falsos era julio. Desde enero y adelante hemos seguido observando actividad de la verde, y unos nidos de lora también. Seguimos tomando datos de estas actividades que estarán reportados antes de empezar con la temporada de nuevo en junio 2020.

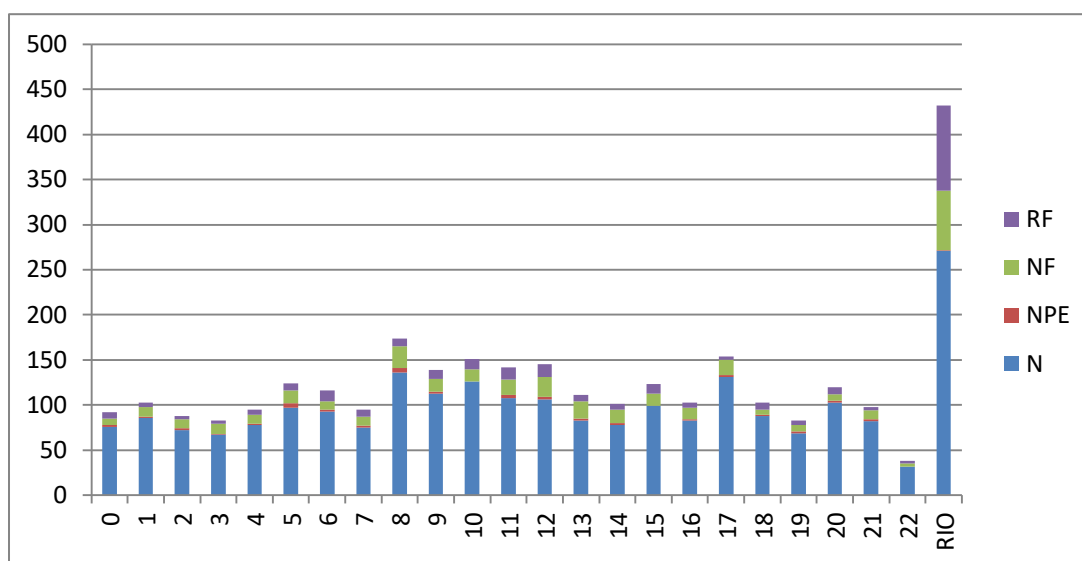


Figura 23: Numero de actividades observados de la lora por sector en Playa Carate.

La Figura 23 es un gráfico de las actividades de la lora por sector. Al principio de la temporada, por ser la primera temporada para COPROT trabajando en Playa Rio Oro, se recibió información sugiriendo que durante la temporada de la lluvia el rio se lavara una gran parte de la playa enfrente del campamento en el sector que se llama 'RIO'. Se puso el final mojón de sector 22, y después de eso no hay vegetación y la playa empieza de abrir hacia la boca del rio. De ahí lo consideramos sector RIO, esperando perder una gran parte de la playa durante los meses lluviosos. Resultó que no hubo mucha lluvia esta temporada y el rio no creció como normalmente haría, dejando sector RIO con alrededor de 350m de playa ancha con poca inclinación. Hubo mucha actividad en esta parte, pero las cantidades de actividades etc. calculadas no toman en cuenta que ese sector es 3 veces más grande que los demás (de 100m).

La playa de Rio Oro también tuvo un buen monto de actividad y anidación de la tortuga verde del Pacifico, y se puede ver los totales en Figura 24. Hubo un total de 128 actividades, y 47 eran nidos nuevos. Incluimos datos de NPE (no pudo encontrar) en el conteo de nidos, porque esto se pone cuando el nido se ve bien hecho y terminado, pero el personal no pudo encontrar los huevos. Es mucho más probable que fue error humano y falta de experiencia por personal, que la tortuga había hecho un nido completo sin poner huevos.



Estos datos no toman en cuenta la mayoría de la temporada de la verde, que normalmente dura desde diciembre hasta abril. Seguiremos monitoreando la población de tortugas verde todo el año, porque esta especie es prioridad para la conservación.

En Figura 25 podemos también ver la actividad distribuido por sector. Había áreas de la playa donde definitivamente hubo más actividad que otras. Sector 11 fue el sector con más actividad en total, pero tiene una proporción muy alta de actividad falsa (no anidando exitosamente). Sector 8 tuvo la cantidad más alto de nidos puestos, y la mayoría de la actividad estaba concentrada desde sector 8 hasta sector RIO. De esa área solo sector 18 no tuvo ni un nido, pero hubo actividad falsa e intentos.

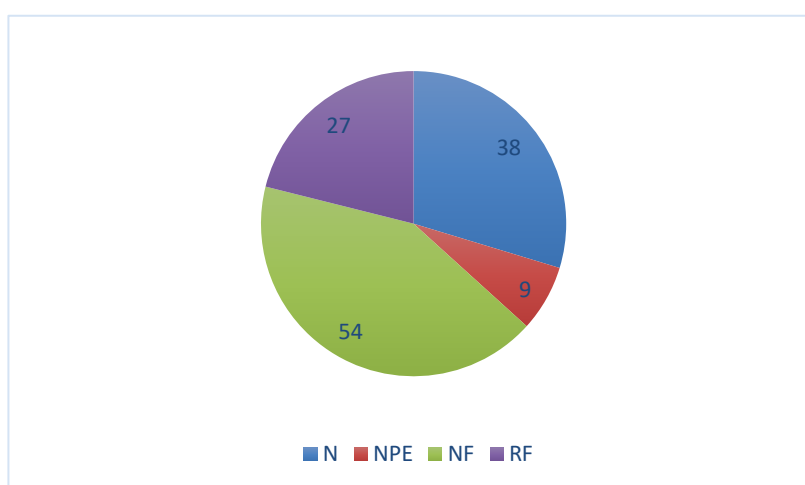


Figura 24: Grafico para mostrar la proporción de cada actividad de la tortuga verde del pacifico en Playa Rio Oro.

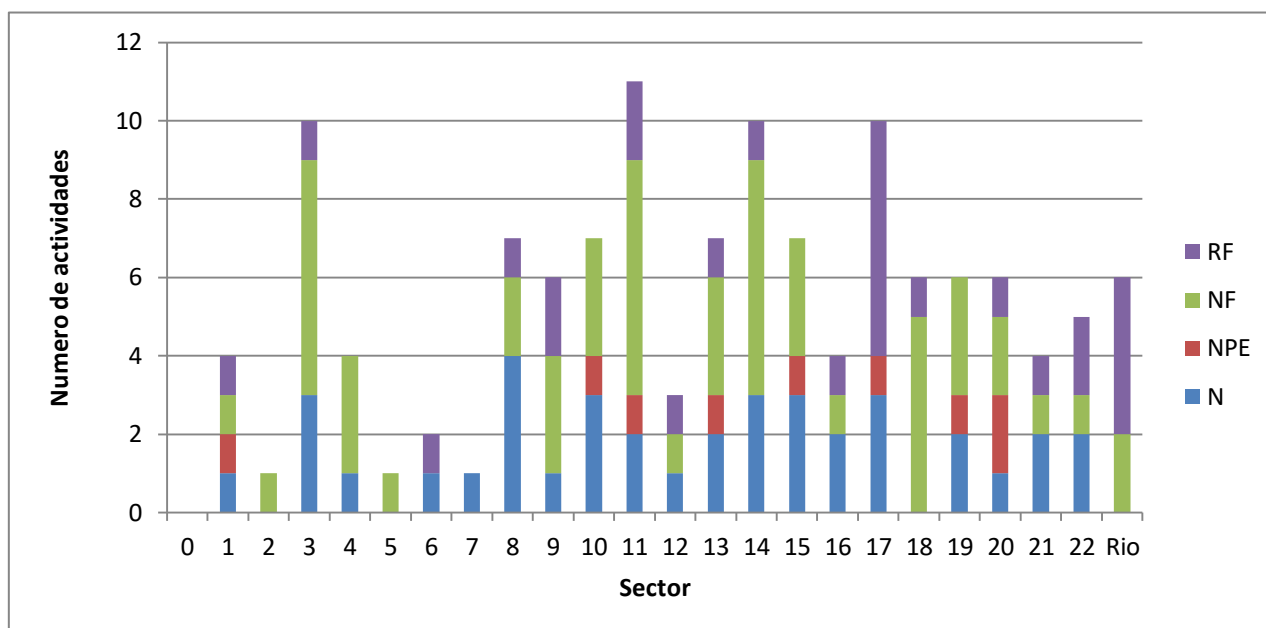


Figura 25: Un conteo de diferentes actividades de la tortuga verde del pacífico través de la temporada por sector.



Depredaciones

En esta parte de la playa, logramos cubrir 1981 nidos con malla o con palos (74% de los nidos en total). A pesar de esto, la depredación era la causa de pérdida de nidos más grande en Playa Rio Oro esta temporada todavía, con 173 nidos depredados hasta cierto punto durante el curso de la temporada (7%). Figura 26 demuestra la proporción de nidos depredados según el tipo de protección, y podemos ver que la proporción más grande era de los nidos sin protección (63%). Después de los nidos sin protección, la tasa de depredación más alta ocurrió con nidos protegidos con palos (34%). Nidos protegidos con mallas sufrieron muy poca depredación en total (3% de los nidos depredados). Armandos mallas para proteger nidos, y llevando y distribuyéndolas a los diferentes sectores en la playa, lleva mucho más mano de obra que armando un protector de palos *in situ*. Por esto la proporción de nidos cubiertos con palos era mucho más alta que los cubiertos con malla (Figura 27). Figura 28 también muestra el número de nidos depredados por sector, que nos ayuda identificar las áreas donde la depredación es más evidente (sector 8 está enfrente de una casa de zopilotes, por ejemplo).

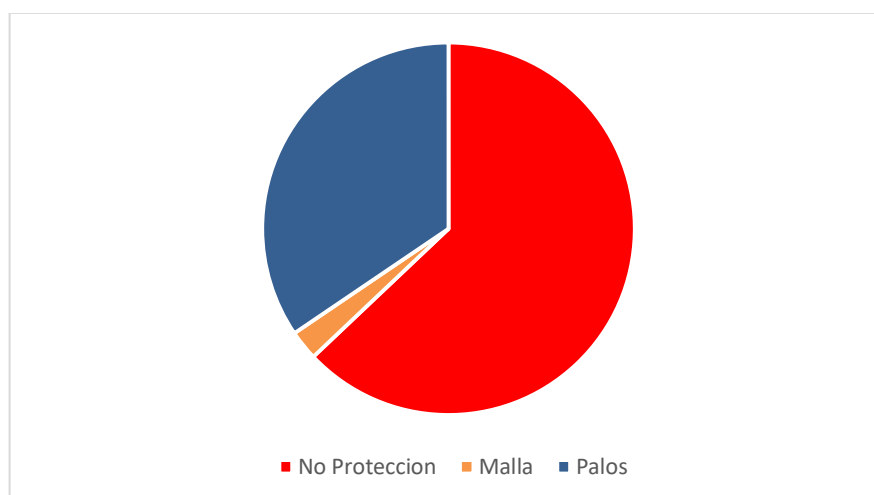


Figura 26: Grafico para mostrar la proporción de nidos depredados según el tipo de protección.

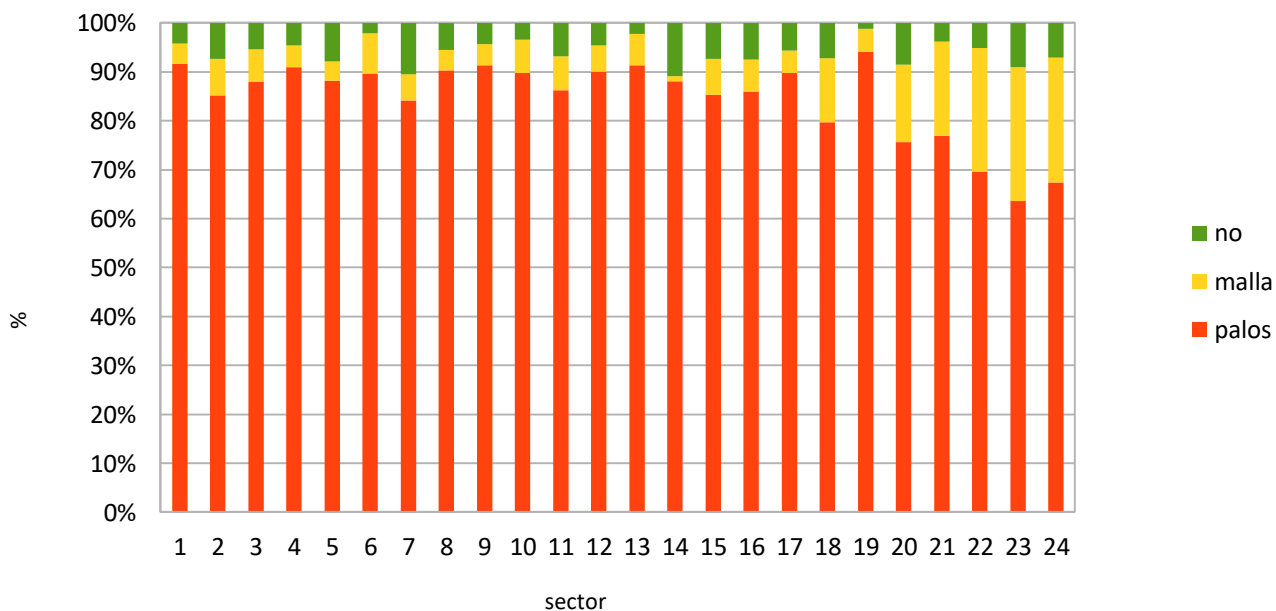


Figura 27: Porcentaje de nidos cubiertos con palo, cubiertos con malla y sin protección según al sector de ubicación en Playa Rio Oro.

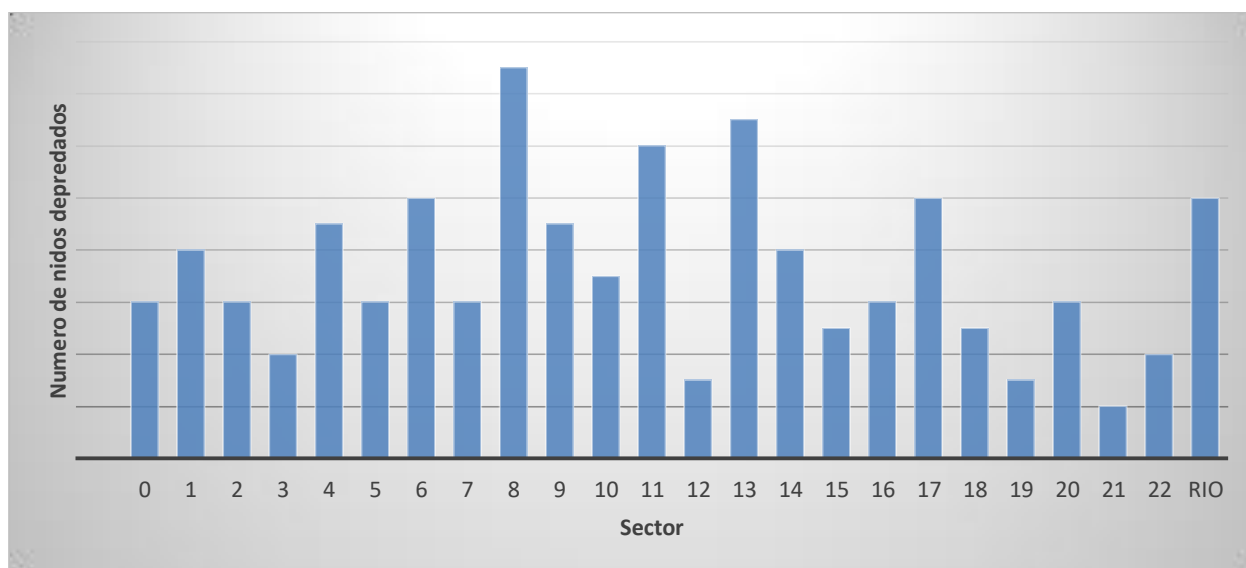


Figura 28: Numero de nidos depredados por sector en Playa Rio Oro.



Para 36% de los nidos depredados, logramos identificar el depredador (Figura 29). Como que ya creemos, el perro es el depredador más dañoso en la playa, seguido por aves. Estos datos queremos mejor mucho para la próxima temporada, y hemos incluidos detalles de los problemas en la discusión.

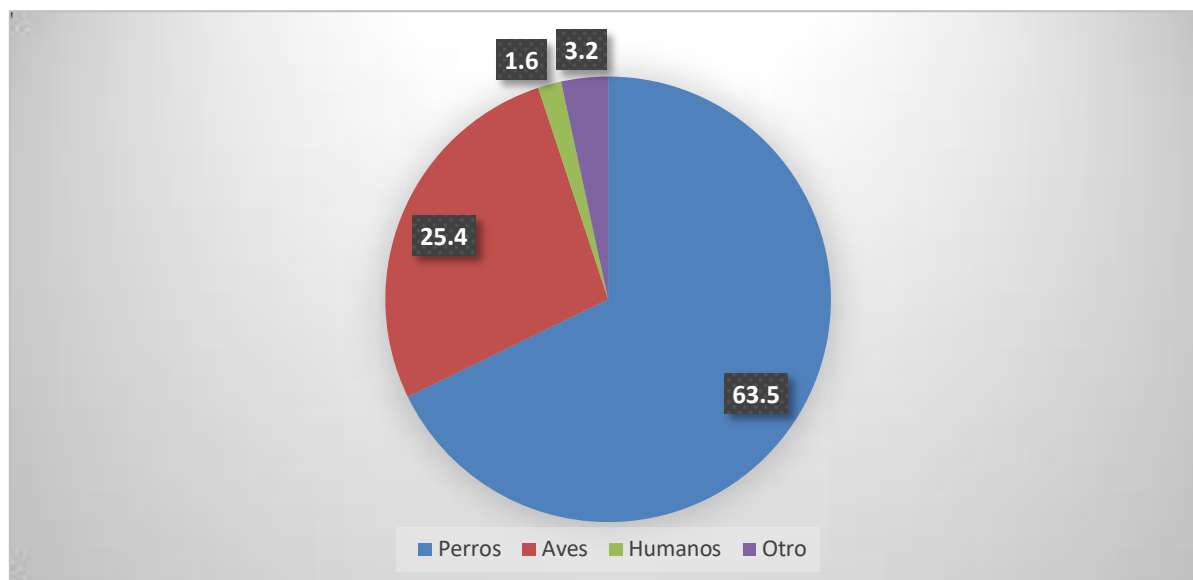


Figura 29: Proporción de nidos depredados por cada tipo de depredador en Playa Rio Oro.

Reubicaciones

En la playa de Rio Oro, se reubicó 99 nidos en total entre las fechas de 17 julio 2019 hasta 25 de enero 2020. Esta zona tuvo una proporción de reubicación mucho más bajo que Playa Carate debido a la falta de criadero, y una menor amenaza de depredación debido a menos desarrollo costero en esta parte. Nidos priorizados para reubicación entonces estaban ubicados en áreas con alta probabilidad de estar lavados (más notable enfrente del Rio Oro, o cerca de la laguna). Figura 30 muestra el número de nidos reubicados por sector de origen, y se puede ver que la mayoría (56%) estaban reubicados desde sector RIO (enfrente del Rio Oro).

De los nidos reubicados, 9 todavía faltan para nacer, y logramos exhumar 23 de los nidos reubicados nacidos (23%). 69 de los nidos reubicados no tienen información de exhumación, ya sea porque la exhumación se ha hecho recientemente (después de la fecha de análisis), no se ha hecho la exhumación o simplemente la información para relacionar nidos reubicados con exhumados no es suficiente para asegurar datos confiables de la identificación exacta del nido.

Figura 31 demuestra el porcentaje promedio de huevos no nacidos y nacidos de los nidos reubicados donde se realizó una exhumación. El éxito de eclosión promedio de nidos reubicados fue 93%, que es más alto que el éxito promedio para la playa en total (87.7% - sección exhumaciones). Figura 32 también muestra el éxito de eclosión para



estos nidos que estuvieron protegidos al momento de la exhumación. Nidos protegidos con palos tuvieron mejor éxito que los cubiertos con malla.

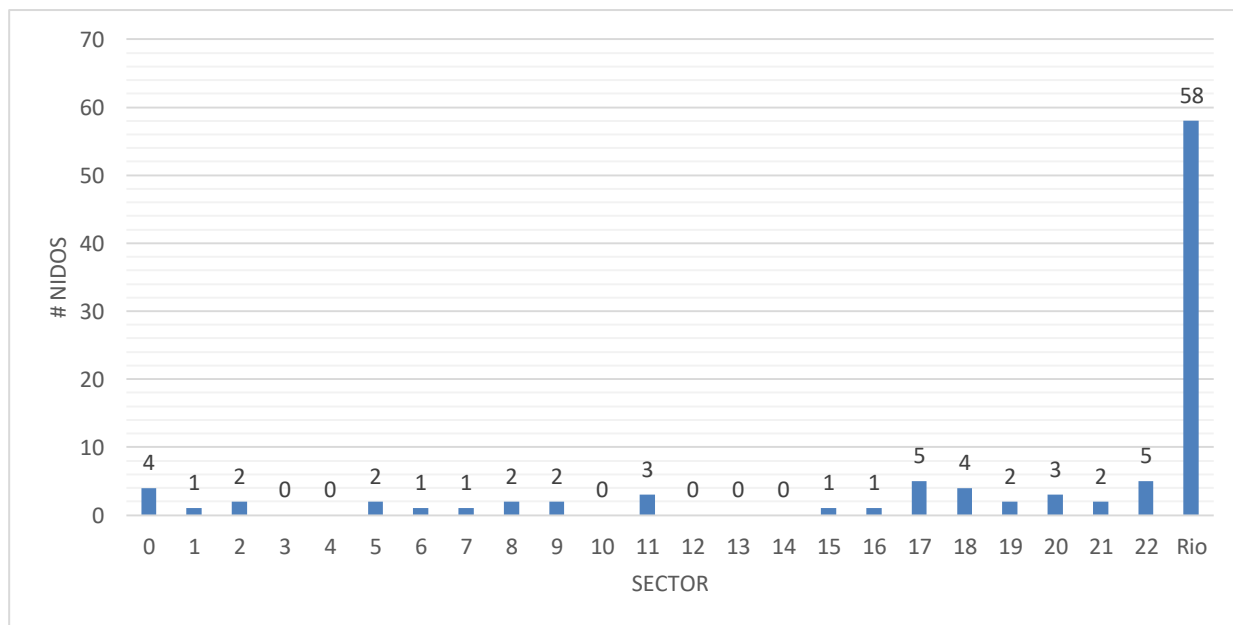


Figura 30: Numero de nidos reubicados en Playa Rio Oro por sector de origen.



Figura 31: Grafico circular que representa la proporción de huevos nacidos y no nacidos dentro los nidos reubicados exhumados.

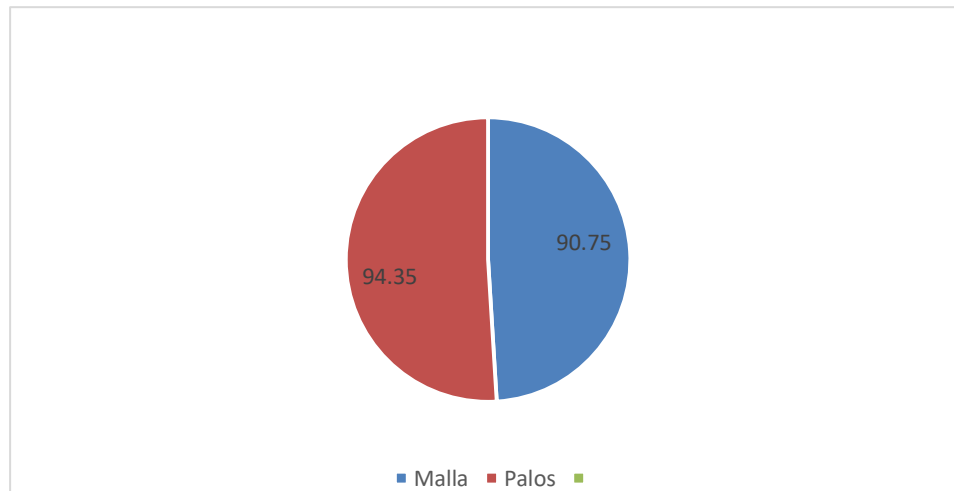


Figura 32: Grafico que demuestra la diferencia en éxito de eclosión según tipo de protección.

De los huevos no nacidos, se encontró la proporción más alta sin desarrollo visible 'no vis' (Figura 33). También hubo una proporción muy grande de huevos no nacidos donde no se pudo identificar la etapa de desarrollo 'unknown'. Esto fue el resultado de durar demasiado tiempo en exhumar el nido, y ya que los micro depredadores como ácaros habían empezado de comer los huevos al dentro.

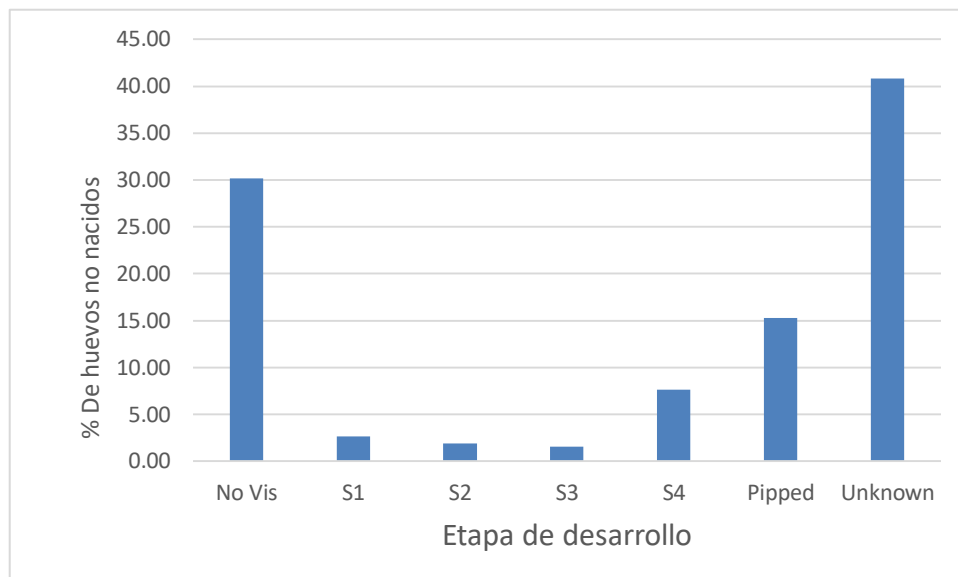


Figura 33: La proporción de huevos no nacidos en Playa Rio Oro por etapa de desarrollo.



Exhumaciones

Utilizamos los datos de nidos exhumados en esta sección entre las fechas de 27 junio 2019 hasta 7 febrero 2020. En ese tiempo exhumamos 565 nidos en total de 2735 (20%). Tabla 3 muestra el éxito de eclosión de los nidos exhumados. La tortuga verde tuvo un éxito de casi 5% más que la lora en esta playa, pero por ambas especies la playa tiene un éxito de 87.7% en total.

Tabla 3: El éxito de eclosión promedio de los nidos exhumados en Playa Rio Oro por especie, y el numero exhumado (n).

	Tortuga Lora	Tortuga Verde	Tortuga Lora y Verde
Éxito del nido (media)	87,65%	92,07%	87,7%
Numero de nidos exhumados	559	6	565

Figura 34 demuestra la diferencia en éxito de eclosión de los nidos en los diferentes sectores de la playa. El éxito más bajo observado fue 81.49% en sector 22, y el sector con el mejor éxito fue sector 12 con 91.97% éxito de eclosión. Tabla X muestra el éxito de los nidos según la zona donde estaban ubicados. Es interesante que nidos exhumados de zona 2 tuvieron un éxito de eclosión más alto que los de zona 3, pero el número de nidos exhumados de cada zona era muy diferente (n=12 y n=291 respectivamente) y el número de zona 2 muy bajo.

	Éxito del nido	Número de nidos exhumados
ZONA 2	90%	12
ZONA 3	86,49%	291

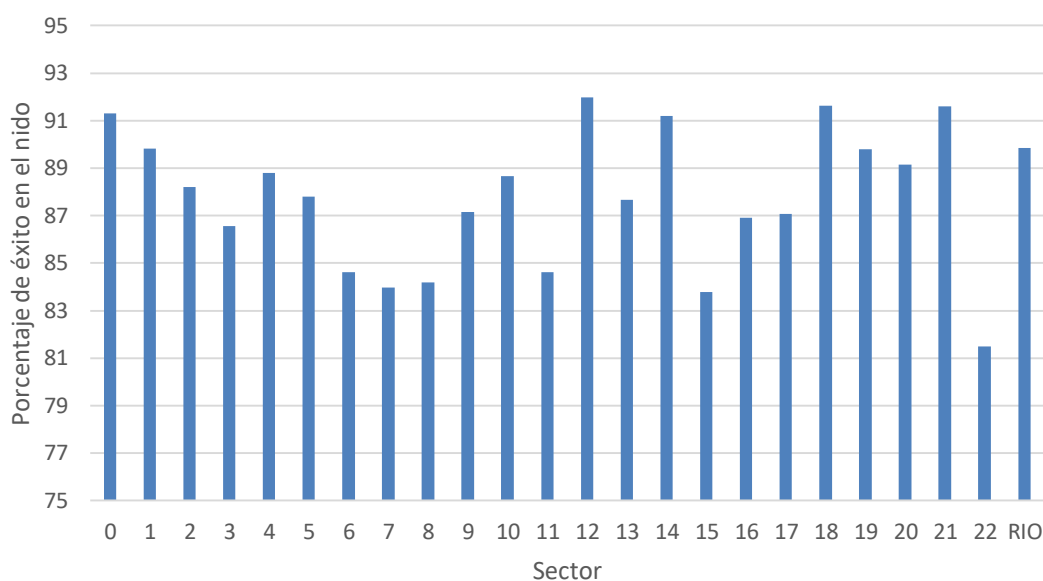


Figura 34: Éxito de eclosión (%) de los nidos exhumados según al sector de Playa Rio Oro.



Podemos también ver el éxito de los nidos relacionado al tipo de protección que tenían durante el tiempo de incubación, y comparar con los nidos sin protección (Figura 35). La categoría 'con protección' incluye los nidos protegidos con mallas, con palos, y los que tenían protección pero el tipo no estaban definido en los datos. De este grafico se puede ver que el éxito más alto sucedió con nidos protegidos con palos, pero ambos tipos de protección mejoraron el éxito comparado con los nidos dejados sin protección.

Figura 36 ilustra la proporción de cada etapa de desarrollo encontrado dentro de los huevos no nacidos cuando realizamos las exhumaciones. Incluimos a "pipped" y 'unknown' en este análisis, que son tortuguitas desarrolladas que ya han empezado de salir de la cascara pero se murieron en el proceso (entonces entre etapa 4 y saliendo del nido) y los exhumaciones viejos donde degradación nos dejó inseguros sobre el nivel de desarrollo en el huevo. No desarrollo visible (no vis) y pipped eran las etapas que más encontramos durante las exhumaciones (33% y 29% respectivamente). Igual tiene sentido a juntar el porcentaje de los no nacidos de etapa 4 y los de pipped, porque ambos han llegado al máximo nivel de desarrollo antes de nacer. El porcentaje total de ambos es 41%, y subsecuentemente la fase más común para mortalidad del embrión en Playa Rio Oro.

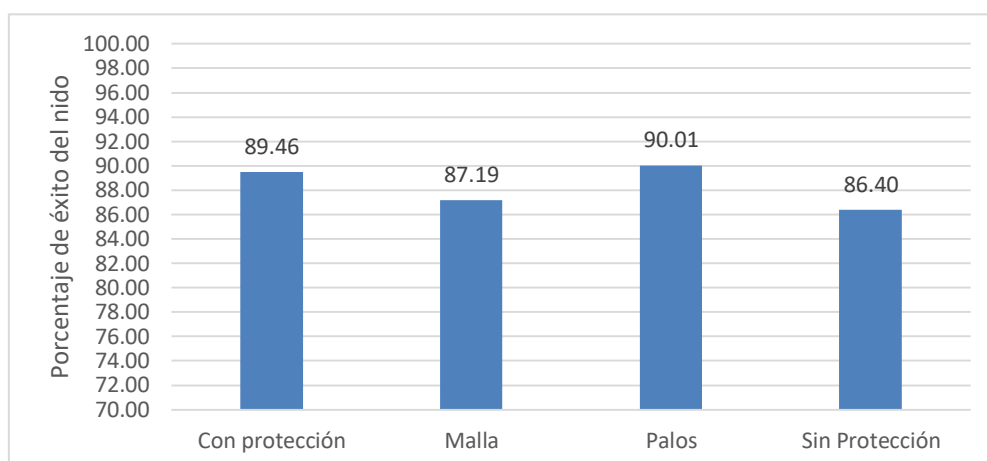


Figura 35: Grafico mostrando los éxitos de eclosión para nidos con diferentes tipos de protección, y nidos dejados sin protección.

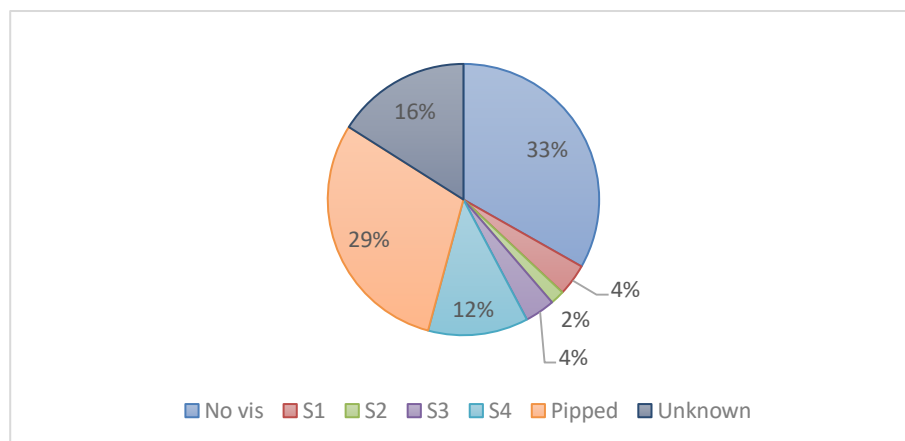


Figura 36: Grafico mostrando la proporción de cada etapa de huevos no nacidos encontrados durante las exhumaciones.



De los datos para nidos exhumados que logramos juntar con los datos de anidación, pudimos calcular el tiempo de incubación y analizar su relación con éxito de eclosión (Figura 37). De este grafico se puede ver que no hubo correlación entre tiempo y éxito.

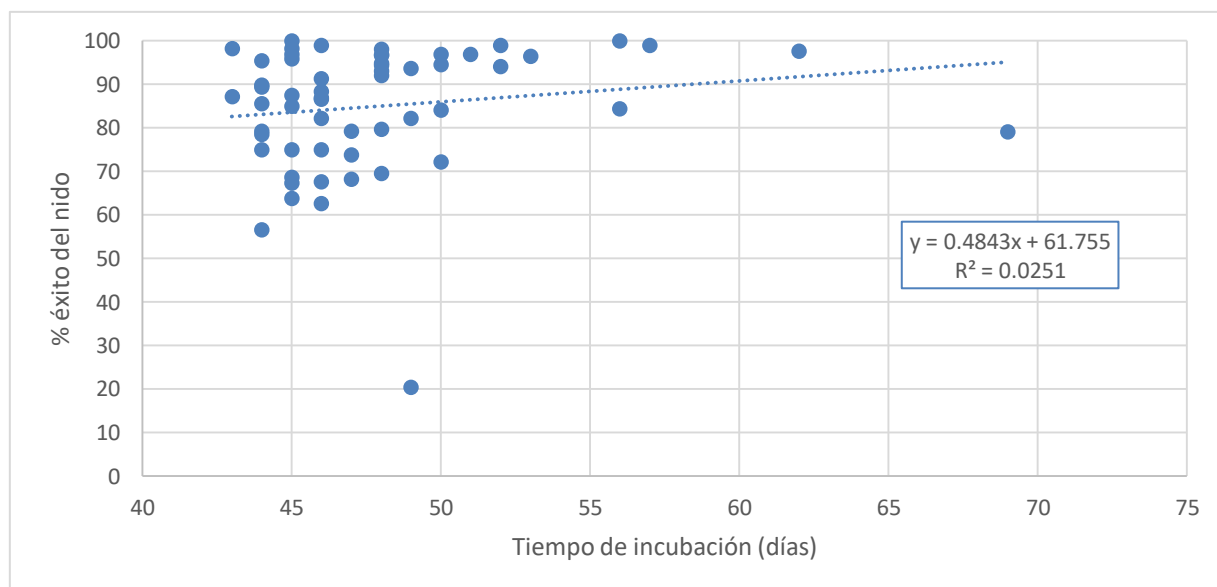


Figura 37: Una correlación entre el tiempo de incubación (días) y éxito de eclosión (%) para la Tortuga lora en Playa Rio Oro.

Medidas biométricas de las tortugas adultas

Cada encuentro con una tortuga en la playa, el personal midió el largo de la curva del caparazón (CCL). Logramos medir ambas de las especies más comunes (n=148 para la lora, n=5 para la verde). El rango para la lora era desde 50cm hasta 79cm, con un largo promedio de 64.96cm. Para la verde lo más largo fue de 97cm, y lo más pequeño de 86cm con un promedio de 92cm.

Esta temporada no vimos ninguna tortuga en Playa Rio Oro, ni lora ni verde, con un tag metálico. No tuvimos un escáner para revisar las verdes para un tag PIT, entonces puede ser que algunas estaban marcadas en esa forma.

Figura 38 muestra el tamaño promedio de las nidadas que se pudo contar durante los avistamientos de tortugas depositando huevos en la noche para cada especie.

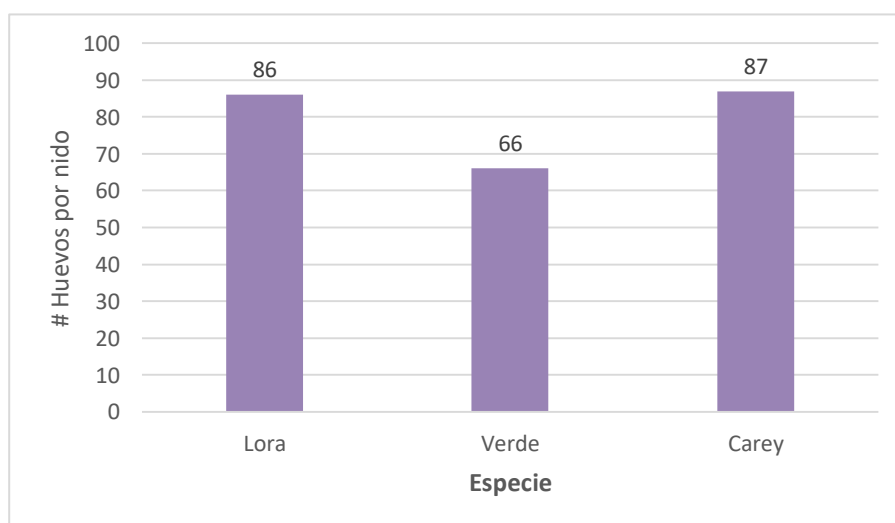


Figura 38: Tamaño promedio de las nidadas de cada especie en Playa Rio Oro.

Vivero

Empezamos con el uso vivero el 26 de junio 2019, y sembramos el último nido el 20 de noviembre. Sembramos 52 nidos de tortuga lora en total, más 373 huevos de lora decomisados por el SINAC de un saqueador ilegal. Estos huevos fueron sembrados en los 4 campos más lejanos de los demás nidos en incubación.

Todos los 52 nidos sembrados nacieron exitosamente, y la tasa de eclosión (promedio) de las crías fue **90.6%**.

De los 373 huevos decomisados por el SINAC, 103 nacieron y fueron liberadas al mar (tasa de eclosión de **27.6%**).

Temperatura

Se midió la temperatura del vivero desde el 21 de julio hasta el 25 para asegurar que no estaban demasiado altas para empezar a sembrar nidos. El estudio preliminar nos dio temperaturas entre 28.25°C y 33.3°C, Figura 39 (montos fuera de este rango estaban tomados cuando el HOBO no estaba metido en la arena).

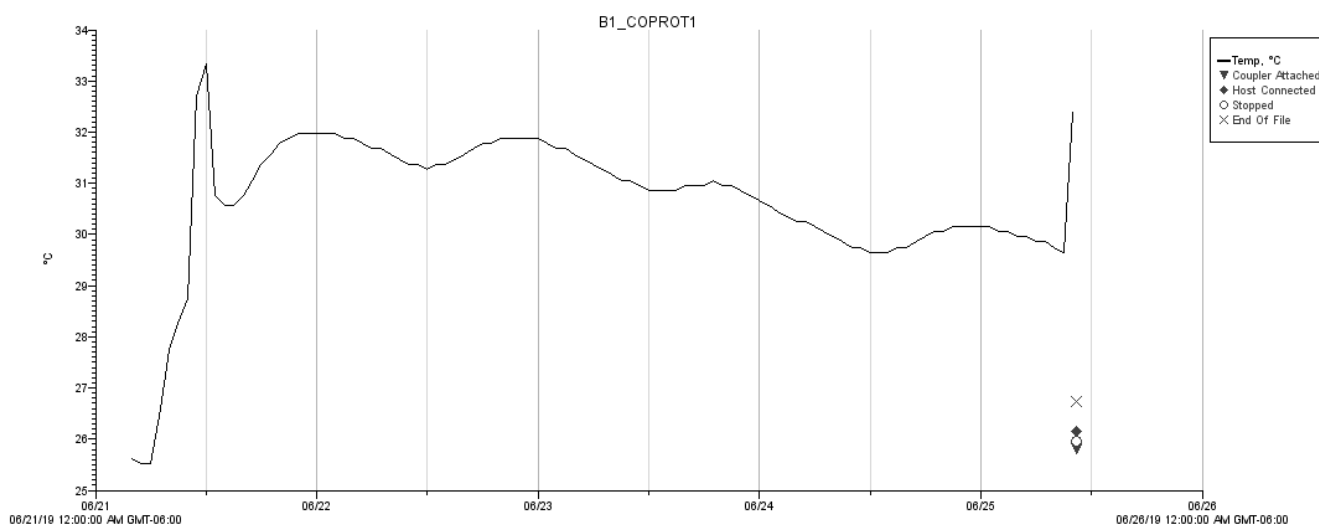


Figura 39: Temperatura de HOBO A1 para el monitoreo de temperatura preliminar.



El límite letal superior de temperatura para nidadas de la tortuga lora es aceptado como 35°C (Valverde *et al.* 2010). En el estudio preliminar solo había 2 casos cuando la temperatura subió a más que 32°C , pero aparte de eso todas las temperaturas estaban cerca de $30\text{--}31^{\circ}\text{C}$ y la asesamos como temperatura ideal para sembrar. Después de estos 5 días, los HOBOS se quedaron en el vivero desde el 28 agosto hasta el 29 de diciembre 2019, monitoreando la temperatura cada hora (Figura 40). Medimos 32.6°C como la temperatura más alta de la temporada, y la más baja como 26.8°C .

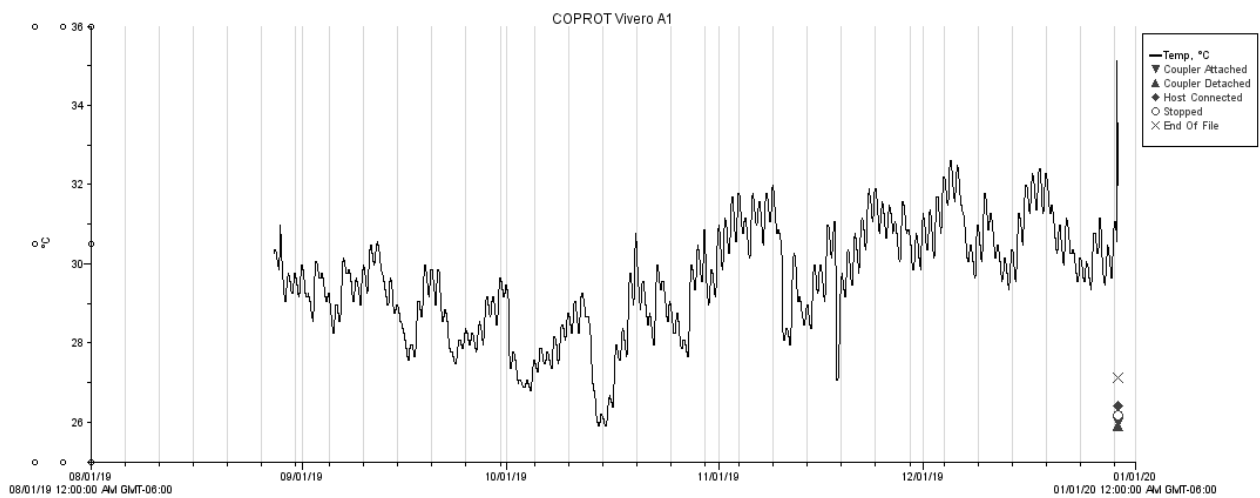


Figura 40: Temperatura del vivero en cuadro A1 desde 28 agosto hasta 29 diciembre 2019.



Discusión

Esta es la primera temporada en la que hemos monitoreado tanto Playa Carate como Playa Rio Oro, y hay algunas temporadas en los últimos años con datos faltantes para Río Oro en particular. Río Oro ha demostrado ser una playa muy activa para la anidación de tortugas marinas, con casi 3 veces más nidos que en Playa Carate (la playa adyacente). El trabajo de patrulla esta temporada se ha centrado en obtener datos de anidación de buena calidad como base, para poder desarrollar las estrategias de conservación de COPROT con el fin de mitigar los efectos del cambio climático y mejorar las tasas de éxito y posteriores neonatos exitosos llegando al mar.

Actividad

Logramos cubrir y conservar más playa esta temporada que la temporada pasada, con un total de 6km incluyendo las dos playas de Carate y Rio Oro. Los datos recogidos esta temporada nos han dejado entender la cantidad de actividad que se encuentra en esta zona, e identificar las áreas con la tasa más alta de anidación. De Figura 8, se puede ver que la intensidad de anidación es más localizada en Playa Rio Oro, y esta playa (que es casi igual de largo que Carate) tiene alrededor de 3 veces más nidos registrados a través de la temporada. Tiene actividad muy alta de la anidación solitaria de la lora, y revisando datos de otras playas de anidación solitaria para esta especie en el lado Pacífico de Costa Rica, parece que la anidación solitaria en estas playas es la más alta del país (Fundación Corcovado, 2015).

De los análisis de actividad en Playa Carate por fase de la luna (Figura 21) observamos que durante el último cuarto, o la luna menguante, se puede observar la actividad más alta del mes. Esta fase normalmente predice la iniciación de una arribada (Dornfield *et al.*, 2014), y en Río Oro también observamos un pico en actividad durante las mismas fechas que las arribadas en Playa Ostional (AGLO, 2019). Estos picos eran más notables durante los meses de agosto, septiembre y octubre, que coincide con los meses de más actividad por ambas playas.

La actividad de la lora, conjunto con la evidencia de bastante actividad de la tortuga verde que está en peligro de extinción (Seminoff, 2004), nos indica que estas playas son muy importante ecológicamente para la anidación de estas especies. Esta temporada también hubo anidación en cantidades muy pequeñas de la carey, que está en peligro crítico de extinción (Mortimer y Donnelly, 2008).

Temperaturas/humedad

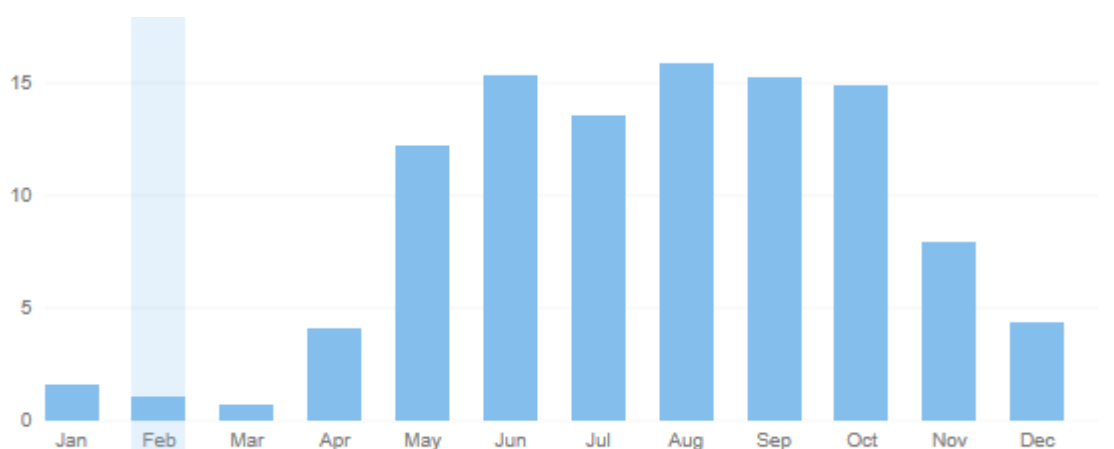
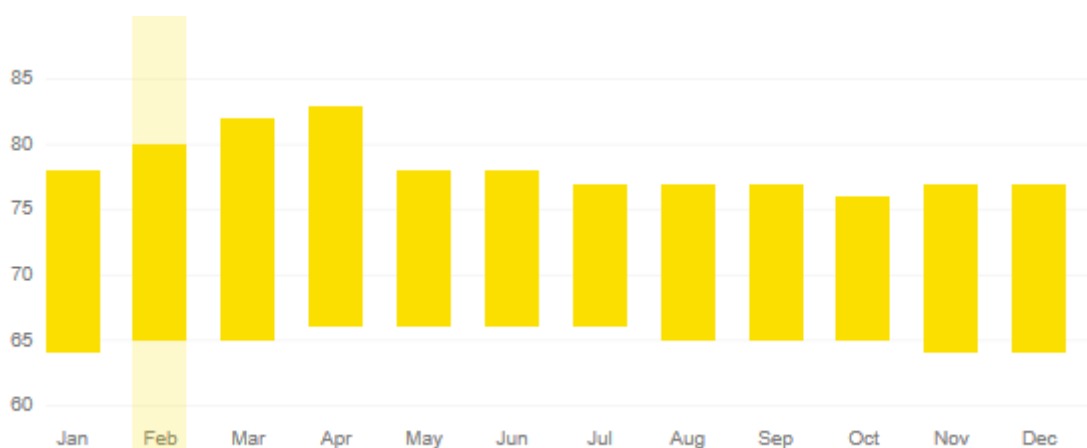
Nidos depositados en los meses de junio y julio tienen la tasa de éxito más alta, debido a un mejor balance de lluvia y temperaturas más bajas que otros meses en Costa Rica (Figuras 41 y 42, datos tomados de WeatherTrends, 2020). Estudios anteriores han demostrado que los nidos de tortugas marinas sujetos a suficientes precipitaciones diarias tienen mayores tasas de éxito de las crías, y puede suceder un crecimiento inicial más rápido (Erb *et al.*, 2018). Igual



se ha demostrado que los huevos incubados a una temperatura intermedia (entre 28-30 °C para la lora, Muella *et al.*, 2019) mejoran el éxito de la cría y el rendimiento de la natación (Swiggs *et al.*, 2018).

Los gráficos de éxito de eclosión en nuestras playas por mes, nos demuestran que con temperaturas más altas, y menos lluvia/humedad, el éxito empieza de bajar. Las temperaturas más altas inevitablemente también tienen un efecto en la proporción de sexos en los nidos, con temperaturas más altas que favorecen la producción femenina. Estudios sugieren que el aumento de las temperaturas y un sesgo hacia la producción de hembras podrían poner en grave peligro a las poblaciones de tortugas marinas, pero los efectos pueden mitigarse mediante la reubicación de nidos y la provisión de sombra artificial (Esteban, *et al.*, 2018).

Aunque pudimos analizar la temperatura del vivero con cierta precisión, no medimos las temperaturas dentro del nido para poder analizar bien las diferencias en éxito con las temperaturas de incubación. Para la próxima temporada sería importante incluir más HOBOS en el estudio, y también empezar de monitorear las temperaturas de las áreas de anidación en la playa para los nidos dejados *in situ* (tanto en el sol como en la sombra).





Figuras 41 y 42: Temperaturas (amarillo) y cantidad de lluvia (azul) promedio en Costa Rica por mes desde abril 2019 hasta febrero 2020.

El tiempo de incubación generalmente se reduce en el transcurso de la temporada, lo que nuevamente puede correlacionarse con un aumento de la temperatura con el tiempo. Por lo tanto, el período de incubación también se correlaciona negativamente con la tasa de éxito de la cría hasta cierto punto, que es un resultado directo de la mortalidad inducida por la temperatura del embrión en desarrollo o la cría emergente (Matsuzawa *et al.*, 2002).

Los huevos no eclosionados en el nido se encontraron principalmente sin ningún embrión visible, seguidos de los embriones en la etapa final de desarrollo antes de la eclosión (etapa 4). Algunos estudios han encontrado que no hay una etapa particular de desarrollo que esté más sujeta a temperaturas letales (Bladow y Milton, 2019), pero otras han observado que solo durante la última etapa de desarrollo (cuando la fecha de nacimiento está cerca) los embriones pueden aguantar temperaturas altas o cerca a las letales y nacer exitosamente todavía (Howard *et al.*, 2014). En este caso sería excelente definir las temperaturas de los en nuestras playas a través del tiempo de desarrollo, e identificar exactamente cuándo empezamos a ver una gran disminución en la tasa de éxito. Podemos usar esta información para mejorar el manejo del vivero, y también para priorizar la reubicación de nidos que no tienen sombra desde un cierto punto en el año (en este momento nunca reubicamos basado solamente en si tiene sombra o no). Los datos de la temperatura se pueden utilizar también para estimar la proporción de hembras y machos que se está produciendo en la playa (en conjunto con un estudio de paternidad del UCR, lo cual estaremos colaborando desde la próxima temporada).

Reubicaciones

Datos para el éxito de eclosión en Playa Rio Oro eran mejores para los nidos reubicados que los dejados *in situ*. Nos muestra que este método puede mejorar mucho la tasa de éxito de los nidos depositados en un lugar donde la tasa de éxito estaría muy baja si estuvieron dejados *in situ* (zona 1 o 2, cerca de la boca del río/la laguna, puesto muy superficial/un lugar con alta erosión).

Aunque no se ha observado ninguna mejora en el éxito en Playa Carate entre los nidos dejados *in situ* y los nidos reubicados, es importante recordar que los nidos reubicados fueron tomados de zonas de riesgo donde tenían una alta probabilidad de ser inundados, lavados o depredados. Estudios anteriores han demostrado que inundación de huevos de tortuga en agua salada durante 6 horas o más puede bajar el éxito de eclosión hasta 30% (Pike *et al.*, 2015). El hecho de que la tasa de éxito de estos nidos fuera extremadamente cercana a la de los nidos naturales sugiere la continuación de este método en esta playa también.

Los nidos reubicados al vivero también dieron como resultado una tasa de éxito mucho mejor en general que nidos en la playa, y también nos permitieron iniciar los estudios de temperatura para mitigar los efectos del cambio climático. Sin embargo, tiene sentido reubicar el vivero a un área de mayor actividad, donde su uso será más valioso.



Para la próxima temporada, propondremos el desarrollo de un vivero de investigación cerca de nuestro campamento base de conservación en Río Oro, para monitorear los nidos reubicados en un entorno controlado. El sitio elegido esta de unos 200m del campamento, y menos que 100m de la boca de Río Oro, donde se puede encontrar la mayor cantidad de actividad de anidación, y donde los nidos siempre se priorizan para la reubicación.

Depredaciones

De nuestros datos de playas Carate y Río Oro, se puede ver que el uso de protección de malla o de palos funcionó muy bien en bajar la evidencia de depredación en nuestras playas (más que todo por perros). El uso de mallas era mucho más efectivo que los palos contra la depredación, porque los palos no son fijos como las mallas y pueden moverse con mareas altas. También vimos que en algunas situaciones cuando el peso de los palos no era suficiente, perros y otros mamíferos lograron moverlos para ganar acceso a los huevos. La razón más importante para usar ambos métodos es que las mallas pueden requerir mucha mano de obra y, por lo tanto, se protegerían muchos menos nidos si no utilizáramos también el método de los palos.

A pesar de esto hemos probado que el uso de palos también puede mejorar el éxito de eclosión cuando comparado con nidos sin protección o con malla. Creemos que este mayor éxito es el resultado de la sombra que los palos proporcionan al nido durante el período de incubación, ya que ahora se acepta que las temperaturas más bajas y/o sombras artificiales mejoran las tasas de éxito de las crías (Esteban, *et al.*, 2018). Para la próxima temporada nos gustaría mucho seguir con la sistema que utilizamos esta temporada para proteger la mayoría de los nidos, debido al éxito que hemos tenido y el continuo aumento de las temperaturas mundiales. Además, nos gustaría medir las temperaturas de los nidos en la playa con estos diferentes tipos de protección para ver si usar los palos también puede ser una nueva forma de mitigar las altas temperaturas en los nidos que no se reubican al vivero o a un sitio con sombra adecuada.

Algo que necesitamos mejorar enormemente con los datos sobre las depredaciones para la próxima temporada es identificar la causa de la depredación o la pérdida de un nido con más precisión. En los datos hay un porcentaje muy alto de nidos depredados que se consideran depredados por las aves, sin embargo, las especies de aves no pueden acceder a los huevos a menos que los huevos hayan sido expuestos por otros medios (es decir, no son un depredador primario / causa de la depredación). Creemos que la mayoría de los nidos considerados como depredados por las aves fueron lavados por las mareas hasta que los huevos quedaron expuestos, luego las aves comenzaron a depredar a los huevos. Por lo tanto, sería útil observar las tendencias de erosión / marea en la playa para poder identificar áreas donde los nidos se exponen fácilmente y priorizar estas áreas para la reubicación de nidos, y estudios anteriores han apoyado la reubicación en playa o a un vivero para mejorar el éxito de nidos en estas situaciones (García *et al.*, 2003).

Conclusiones



Esta temporada hemos podido recolectar buenos datos de referencia sobre las poblaciones de anidación de Río Oro y Carate, y esto ya nos ha permitido comenzar a desarrollar nuestras ideas para la próxima temporada. En el futuro, nos gustaría poder cubrir más playa todavía, y así como comenzar a implementar nuestros planes para combatir los efectos del cambio climático y seguir aumentando el esfuerzo de conservación de las tortugas marinas en la zona.



Bibliografía

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

Alvarado, J., Delgado, C. y Suazo, I.. (2001). Evaluation of black turtle Project in Michoacán, Mexico. *Marine Turtle Newsletter* 92:4-7.

AGLO (Asociacion de Guías Locales de Ostional, Costa Rica). <http://www.facebook.com/GUIASAGLO/>

Barrantes 2019. Datos del Proyecto de Investigación.

BIOMARCC-SINAC-GIZ. 2013. Análisis de vulnerabilidad de las zonas oceánicas y marino-costeras de Costa Rica frente al cambio climático. San José-Costa Rica. 103 pags. Recuperado en marzo del 2019 de:

<http://www.fesamericacentral.org/costa-rica/cambio-climatico/details/An%C3%A1lisis+de+vulnerabilidad+de+las+zonas+oce%C3%A1nicas+y+marino+costeras+de+Costa+Rica+frente+al+cambio+clim%C3%A1tico.209.html>

Bézy, V. S., Valverde, R. A. y Plante, C. J. (2015) Olive Ridley Sea Turtle Hatching Success as a Function of the Microbial Abundance in Nest Sand at Ostional, Costa Rica. *PLoS ONE*. 10(2): e0118579.

Bladow, R. A. y Milton, S. L. (2019). Embryonic mortality in Green (*Chelonia mydas*) and loggerhead (*Caretta caretta*) sea turtle nests increases with cumulative exposure to elevated temperatures. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. **518**(151180).

Chávez Flores Tania Gabriela. (2013). Influencia de las variables climáticas sobre la nidificación, éxito de eclosión y proporción de sexos de neonatos de *Chelonia mydas* en Isla Cozumel, Quintana Roo, México. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. UNAM.

Chacón, D., Sánchez, J., Calvo, J. J. y 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 Áreas de Conservación*. Ministerio de Ambiente y Energía. 103 p.

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

Erb, V., Lolavar, A. y Weaneken, J. (2018). The role of sand moisture in shaping loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) neonate growth in southeast Florida. *Chelonian Conservation and Biology*. **17**(2): 245-251.

Esteban

Estrategia Nacional para la Conservación y Protección de las Tortugas Marinas en Costa Rica (2018).



Fish, M.R. y C. Drews. (2009). Adaptación al cambio climático: opciones para las tortugas marinas. Informe de WWF, San José, 20 p.

Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) (2009) y su Plan de acción (2015) Recuperado en abril del 2019 en: http://www.cac.int/sites/default/files/Estrategia_Nacional_de_CC.pdf
<https://www.uned.ac.cr/extension/images/ifcmdl/amas/recursos/cambio-climatico/plan-de-accion-estrategia-nacional-cambio-climatico.pdf>

Fish, M. R., Cote, I. M., Gill, J. A., Jones, A. P., Renshoff, S. y Watkinson, A. R. (2005). Predicción del impacto de incremento del nivel del mar sobre el hábitat de anidación de tortugas marinas del Caribe. *Conservation Biology*. 19(2).

Fonseca, A. (2011). Efectos del cambio climático en la anidación de las tortugas marinas. *Revista De Ciencias Ambientales*, 41(1), 11-18. <https://doi.org/10.15359/rca.41-1.2>

Garcia, A., Ceballos, G. and Adaya, R. (2003). Intensive beach management as an improved sea turtle conservation strategy in Mexico. *Biological Conservation*. 111(2): 253-261.

Hays, G. C., Mazaris, A. D., Schofield, G., y Laloë, J. (2017). Population viability at extreme sex-ratio skews produced by temperature-dependent sex determination. *Proceedings of the Royal Society B*. 284(1848).

Howard, R., Bell, I., Pike, D. A. (2014). Thermal tolerances of sea turtle embryos: current understanding and future directions. *Endangered Species Research*. 26: 75-86.

Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC 2014. Quinto Informe Cambio Climático: Informe de síntesis Resumen para responsables de políticas. Core Writing Team, R.K. Pachauri, and L. Meyer, eds. (Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change). Recuperado en Abril del 2019 de: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM_es.pdf

IPCC. Stocker, T. F., D. Qin, G. K. Plattner, L. V. Alexander, S. K. Allen, N. L. Bindoff, F-M. Bréon, J. A. Church, U. Cubasch, S. Emori, P. Forster, P. Friedlingstein, N. Gillerr, J. M. Gregory, D. L. Hartmann, E. Jansen, B. Kirtman, R. Knutti, K. KrishnaKumar, P. Lemke, J. Marotzke, V. Masson-Delmotte, G. A. Meehl, I. I. Mokhov, S. Piao, V. Ramaswamy, D. Randall, M. Rhein, M. Rojas, C. Sabine, D. Shindell, L. D. Talley, D. G. Vaughan y S. P. Xie (2013). Resumen técnico. En: cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Stocker, T. F., D. Qin, G-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P. M. Midgley (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, reino Unido y Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América.

Jensen, M. P., Abreu-Grobois, F. A., Frydenberg, J. y Loeschcke, V. (2006), Microsatellites provide insight into contrasting mating patterns in arribada vs. non-arribada olive ridley sea turtle rookeries. *Molecular Ecology*, 15: 2567-2575.

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



Maulany, R. I., Booth, T. D. and Baxter, G. S. (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 (12): 2651-2661.

Matsuzawa, Y., Sato, K., Sakamoto, W., y Bjørndal, K. A. (2002). Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan. *Marine Biology*. 140: 639.

Mazaris, A. D., Matsinos, G., y Pantis, J. D. (2009). Evaluating the impacts of coastal squeeze on sea turtle nesting. *Ocean & Coastal Management*. 52(2): 139-145.

Mideplan 2019. Plan Nacional de Desarrollo (PND 2019-2022)
<https://sites.google.com/expedientesmideplan.go.cr/pndip-2019-2022/>

Mortimer, J.A & Donnelly, M. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group) 2008. *Eretmochelys imbricata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T8005A12881238

Mueller, M. S., Ruiz-Garcia, M. A., Garcia-Gasca, R. A., y Abreu-Grobois, F. (2019). Best swimmers hatch from intermediate temperatures: effect of incubation temperature on swimming performance of olive ridley sea turtle hatchlings. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 519 (151186).

Plan de Desarrollo Rural Territorial del Territorio Península de Osa 2017 – 2022. Recuperado en abril del 2019 de:
https://www.inder.go.cr/territorios_inder/region_brunca/planes_desarrollo/PDRT%20Peninsula%20de%20Osa.pdf

Plan Nacional de Desarrollo Rural Territorial 2017-2022. Recuperado en Mayo del 2017 de:
http://www.inder.go.cr/acerca_del_inder/politicas_publicas/documentos/PNDRT-2017-2022.pdf

Política Nacional de la Biodiversidad. N° 39118-MINAE. Recuperado en abril del 2019 en:
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80112&nValor3=101571&strTipM=TC

Pike, D. A., Roznik, E. A. y Bell, I. (2015). Nest inundation from sea-level rise threatens sea turtle population viability. *R.Soc.Open Sci*. 2:150127

Pintus, K., Godley, B. J., McGowan, A., y Broderick, A. C. (2009). Impact of clutch relocation on sea turtle offspring. *Journal of Wildlife Management*. 73 (7): 1151-1157.

Santidrián, P. (2011). Cambio climático y tortugas marinas. *Revista De Ciencias Ambientales*, 41(1), 5-10.
<https://doi.org/10.15359/rca.41-1.1>

Santidrián-Tomillo, P., Robinson, N. J., Fonseca, L. G., Quirós-Pereira, W., Arauz, R., Beange, M., Piedra, R., Vélez, E., Paladino, F. V., Spotila, J. R., & Wallace, B. P. (2017). Secondary nesting beaches for leatherback turtles on the Pacific coast of Costa Rica. *Latin american journal of aquatic research*, 45(3), 563-571.

Santidrián-Tomillo, P., Genovart, M., Paladino, F. V., Spotila, J. R. y Oro, D. (2005). Climate change overruns resilience conferred by temperature-dependent sex determination in sea turtles and threatens their survival. *Global Change Biology*. 21(8).

Sari, F. & Kaska, Y. (2017). Assessment of hatchery management for the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) nests on Goksu Selta, Turkey. *Ocean & Coastal Management*. 146: 89-98.



Segura, L. N. y Cajade, R. (2010). The effects of sand temperature on preemergent green sea turtle hatchlings. *Herpetological Conservation and Biology* (5).

Seminoff, J.A. (Southwest Fisheries Science Center, U.S.) 2004. *Chelonia mydas*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2004: e.T4615A11037468.

<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T4615A11037468.en>. Downloaded on 27 February 2020

SINAC (2016). *Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas de anidación de tortugas marinas*. Proyecto Consolidación de Áreas Marinas Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), San Jose, Costa Rica. 43p.

Swiggs, J., Paladino, F. V., Spotila, J. R. y Tomillo, P. S. (2018). Depth of the drying front and temperatura affect emergence of leatherback turtle hatchlings from the nest. *Marine Biology*. **165** (91).

Dornfield, T. C., Robinson, N. J., Tomillo, P. S y Paladino, F. P. (2014). Ecology of solitary nesting Olive Ridley turtles at Playa Grande, Costa Rica. *Marine Biology*. **162**: 123–139.

Matsuzawa, Y., Sato, K., Sakamoto, W. y Bjorndal, K. (2002). Seasonal fluctuations in sand temperatura: effects on the incubation period and mortality of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan. *Marine Biology*. **140**: 639-646.

Tucker, A. D., Wibbles, T., y Layton, J. (2010). Radar beacon balls as a recovery aid in field studies. *Marine Turtle Newsletter*. 129: 7-9.

Valverde, R. A. et al. (2010). Field lethal incubation temperature of Olive Ridley Sea Turtle *Lepidochelys olivacea* at a mass nesting rookery. *Endangered Species Research* (12).

Viejobueno Muñoz, S. y Arauz, R. (2015). Conservation and reproductive activity of Olive Ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in solitary nesting beach Punta Banco, South Pacific of Costa Rica: Management recommendations from sixteen years of monitoring.. *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 383-394

Witherington, B., Kubilis, P., Brost, B. y Meylan, A. (2009). Decreasing annual nest counts in globally important loggerhead sea turtle populations. *Ecological Applications*. 19(1).

Wood, A., Booth, D. T. y Limpus, C. J. (2014). Sun exposure, nest temperature and loggerhead sea turtle hatchlings: implications for beach shading management strategies at sea turtle rookeries. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 451: 105-114.