

30 noviembre 2018

Osa In-Water Program



Magali Marion, MSc.

Asociación LAST, www.latinamericaseaturtles.com

Tibás

Costa Rica

TABLA DE CONTENIDOS

Tabla de contenidos.....	2
Tabla de figuras.....	3
Resumen	4
1 Introducción.....	5
2 Captura por unidad de esfuerzo y estructura poblacional	6
2.1 Material y método.....	6
2.1.1 Área de estudio.....	6
2.1.2 Captura de las tortugas marinas y biometría del caparazón	7
2.2 Resultados e interpretación	8
2.2.1 Capturas por unidad de esfuerzo y recapturas.....	8
2.2.2 Longitud de caparazón y proporción de género	13
2.2.3 Marcaje	16
2.2.4 Telemetría.....	16
3 Centro de Rescate y Rehabilitación:	18
4 Educacion ambiental y comunidad.....	19
5 Pastos Marinos	20
6 Reforestación de Manglares	21
6.1 Rhizophora mangle	21
6.2 Pelliciera rhizophorae.....	21
7 Conclusiones y recomendaciones.....	22
7.1.1 Muestreo de tortugas marinas en el Golfo Dulce.....	22
7.1.2 Centro de rescate y rehabilitación.....	24
7.1.3 Pastos marinos.....	24
7.1.4 Manglares	24
8 Agradecimiento	25
9 Bibliografía.....	26

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio del Proyecto Osa In-Water dirigido por LAST	6
Figura 2. Sitios de muestreo monitoreados mensualmente por el equipo de LAST.....	7
Figura 3. Medición del ancho del caparazón ejecutado por el equipo de investigación LAST y voluntarios internacionales.....	8
Figura 4. Evolución del CPUE de Tortuga verde en Golfo Dulce para el periodo 2010-2018 (la línea punteada es la línea de tendencia con mejor ajuste).....	9
Figura 5. Evolución del CPUE de Tortuga carey en Golfo Dulce para el periodo 2010-2018 (línea punteada es la línea de mejor ajuste).....	10
Figura 6. Evolución del CPUE total para ambas especies en Golfo Dulce para el periodo 2010-2018	10
Figura 7 . Frecuencia de recaptura para <i>C. mydas</i>	12
Figura 8. Frecuencia de recaptura para <i>E. imbricata</i>	12
Figura 9. Longitud curva del caparazón de <i>C. mydas</i> para el periodo 2010 – 2018. La línea roja marca la longitud mínima de talla reproductiva.....	13
Figura 10. Longitud curva del caparazón de <i>E. imbricata</i> para el periodo 2010-2018. La línea roja marca la longitud mínima de talla reproductiva.....	14
Figura 11. Número de individuos neófitos capturados por año con una CCL inferior a 45 cm	14
Figura 12. Porcentaje de macho, hembra y juvenil para cada <i>E. imbricata</i> para el periodo 2010-2018.....	15
Figura 13. Porcentaje de macho, hembra y juvenil para cada <i>C. mydas</i> para el periodo 2010-2018.....	15
Figura 14. Puesta de una marca externa tipo Inconel en la aleta delantera de <i>C. mydas</i>	16
Figure 15. Macho de Tortuga carey inmovilizado durante la fijación de la marca satélite.	17
Figure 16. Reporte de marca satélite 173030, macho carey marcado el 10 de setiembre	17
Figura 17. Reporte de marca satélite 173028, macho carey marcado el 22 de setiembre	18
Figura 18. Reporte de marca satélite 173027, hembra carey marcado el 10 de noviembre	18
Figura 19. Tortuga negra atendida en el centro de rescate con índice corporal bajo.	19
Figura 20. Recolección de desechos sólidos en Playa Blanca	20
Figure 21. <i>Halodule spp</i> observado durante el muestreo.....	21
Figura 22. Voluntarios internacionales sembrando manglares en los márgenes del Golfo Dulce	22

RESUMEN

This report documents and analyses the activities of the Osa In-Water Project in Playa Blanca, Osa Peninsula, Costa Rica, January 1st to November 30th of 2018 in comparison with the previous years since 2010. The project focuses on five main areas, In-water sampling of sea turtles, sea turtle rescue and rehabilitation center, mangrove reforestation, sea grass monitoring and an Education program for the local community.

During this period, eighty *Chelonia mydas* (green turtle) and seventy-five *Eretmochelys imbricata* (hawksbill turtle) have been caught, measured and biometrics taken. During the in-water studies a total of 802 hours have been carried out, in 133 trips to the sea. In total, 635 green turtles and 205 hawksbill turtles have been tagged by LAST since 2010. 164 plots of *Rhizophora mangle* (red mangrove) and 164 *Pelliciera rhizophorae* (tea mangrove) have been planted in the field since 2010.

One turtle received care in our centre due to overall poor body condition.

Este reporte expone las actividades de monitoreo realizadas por el Proyecto Osa In-Water ubicado en Playa Blanca, Península de Osa, Costa Rica manejado por LAST entre el 1 de enero hasta el 30 de noviembre del 2018, en comparación con los años anteriores desde el 2010. El proyecto se enfoca en cinco áreas principales de investigación las cuales son: el estudio de zonas alimenticias de tortugas marinas, la reforestación de los manglares, el monitoreo de pastos marino, rescate y rehabilitación de tortugas marinas y educación ambiental.

En 2018, ochenta individuos de *Chelonia mydas* (tortuga verde) y setenta y cinco especímenes de *Eretmochelys imbricata* (tortuga carey) fueron capturadas y los datos biométricos fueron registrados. Un total de 802 horas de monitoreo en agua se llevó a cabo durante 133 viajes al mar. Un total de 635 tortugas verde y 205 tortugas carey fueron marcadas por el equipo de LAST desde el 2010. El esfuerzo de reforestación del manglar logró plantar 164 parcelas de *Rhizophora mangle* (manglar rojo) y 164 *Pelliciera rhizophorae* (manglar piñuela) que fueron sembrados en los márgenes del Golfo Dulce desde el inicio del proyecto .

Una tortuga fue atendida en el centro de rescate por condición corporal mediocre.

1 INTRODUCCIÓN

La tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) es clasificada como especie en Peligro de Extinción Crítico por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y la tortuga verde es clasificada como Vulnerable (IUCN, 2015).

Las poblaciones de tortuga Carey han sido reducidas en más de un 80% alrededor del mundo (Gaos *et al.* 2010). Esta reducción de la población está estrechamente ligada con la dificultad de supervivencia de estas tortugas, las cuales será imposible recuperar, sin la ayuda de acciones de conservación y monitoreo (Gaos *et al.* 2012). Ambas especies de tortugas han sido y siguen siendo amenazadas por varios factores tales como la recolección de sus huevos (Green & Ortiz 1982, Alvarado-Diaz *et al.* 2001, Seminoff *et al.* 2002), la caza de las hembras, la pesca accidental (Alvarado-Diaz & Figueroa 1990, NMFS 1998), y el desarrollo costero, el cual lleva a una gran pérdida de los hábitats críticos (IUCN 2014), (Liles *et al.* 2007). Hablemos de plásticos porfa, tambien

En el Pacífico Oriental, se reconoce el saqueo de los huevos, la captura por embarcaciones pesqueras y la venta de productos de joyería con su caparazón como las amenazas principales hacia la tortuga Carey (Seminoff & Schumacher 2018). En el caso de la tortuga verde, se ha observado la pesca incidental por barcos camaroneros junto con la cosecha masiva de adultos y la extracción ilegal de sus huevos como causa de la reducción precipitosa de sus poblaciones en el Pacífico Oriental (Chacón 2002).

La tortuga verde habita las aguas marinas tropicales y subtropicales del mundo. Utilizan lugares con abundantes pastos marinos y algas marinas para los años de maduración y forraje previos a la reproducción (Musick & Limpus 1997). La tortuga Carey, habita en las aguas marinas de las regiones tropicales únicamente (IUCN, 2014), y utilizan las zonas costeras rocosas y con arrecifes coralinos (León *et al.* 2002 y Meylan *et al.* 1988), así como los bosques de manglares (Gaos *et al.* 2012).

Nuestra área de estudio, el Golfo Dulce (Fig. 1), presenta varios hábitats críticos para las tortugas *C. mydas* y *E. imbricata* tales como los bosques de manglar, los pastos marinos y los arrecifes corales (Cortés & Wehrtmann 2009). Existen cuatro especies de manglar, los cuales son el mangle rojo, *Rhizophora mangle*; el mangle blanco, *Laguncularia racemosa*; el mangle negro, *Avicennia germinans* (Cortés & Wehrtmann 2009) y el mangle piñuela, *Pelliciera rhizophorae*.

Golfo Dulce es un ambiente único en todo el continente americano, y fue descrito por Hebbeln *et al.* (1996) como un fiordo tropical. Esta caracterizado por presentar un centro profundo atóxico de más de 200 m, el cual está protegido por las aguas coralinas del Pacífico (Hebbeln *et al.* 1996 y Cortés & Wehrtmann 2009). Golfo Dulce mide 50 kilómetros de largo y 15 kilómetros de ancho (Society for Marine Mammalogy 1995).

Las especies de pastos marinos que se encuentran en Golfo Dulce son las especies de *Halophylla* y *Halodule* (Cortés & Wehrtmann 2009).

De este modo, nuestro proyecto está enfocado principalmente hacia cinco áreas de investigación, los cuales son, el muestreo de tortugas en el mar, el centro de rescate y rehabilitación en caso de que haya tortugas heridas o enfermas, el monitoreo de pastos marinos, la reforestación de manglares y también la educación ambiental, mayoritariamente a niños y jóvenes de la comunidad.

2 CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO Y ESTRUCTURA POBLACIONAL

2.1 MATERIAL Y MÉTODO

2.1.1 AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en aguas costeras por encima de los 15 m de profundidad del sector oeste del Golfo Dulce, frente a Playa Blanca, la cual se ubica en el cantón de Osa de la Provincia de Puntarenas, Costa Rica ($8^{\circ}38'51''$ N - $83^{\circ}25'54''$ W) (Fig. 1). Este sector presenta una serie de desembocaduras de quebradas y riachuelos rodeados por manglares. En el sitio están presentes dos especies de pastos marinos: *Halophyla sp.* y *Halodule sp.*; así como cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Pelliciera rhizophorae*.

Desde el 2010, el Golfo Dulce es un sitio declarado por el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA) como un Área Marina de Pesca Responsable (AMPR) y cuenta con una extensión de unos 750 km², por lo que las actividades de pesca y extracción de recursos se encuentran reguladas por ley, bajo un modelo ambientalmente sostenible. Por tanto, se prohíbe la pesca de palangre, trasmallo y arrastre (Decreto Ejecutivo N° 159, 17 de agosto de 2010).



Figura 1. Área de estudio del Proyecto Osa In-Water dirigido por LAST

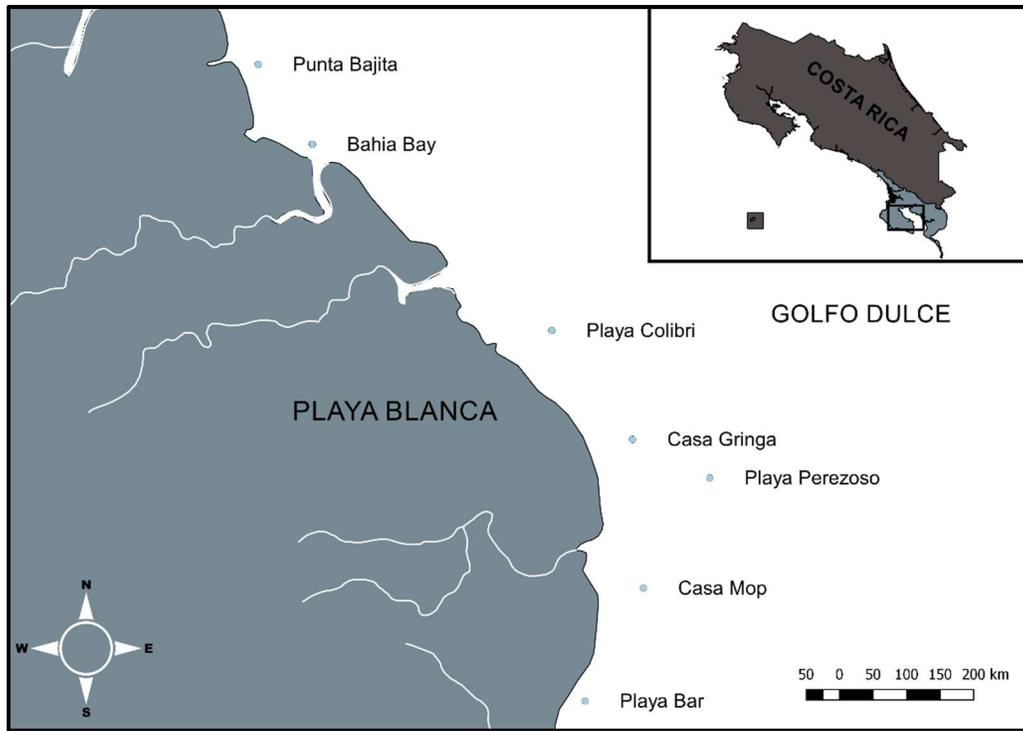


Figura 2. Sitios de muestreo monitoreados mensualmente por el equipo de LAST

2.1.2 CAPTURA DE LAS TORTUGAS MARINAS Y BIOMETRÍA DEL CAPARAZÓN

Durante el año 2018, se realizaron al menos ocho muestreos mensuales, en donde se capturaron tortugas marinas en el agua utilizando redes de enmalle (100x8m, luz de malla=50cm) modificadas para capturar tortugas marinas y evitar la pesca incidental de otras especies. Las redes se colocaron únicamente durante el día, en periodos de seis horas. La distancia entre la red y la costa varió entre los 100 y 500 m de longitud, y entre los tres y diez metros de profundidad, dependiendo de los movimientos de las mareas y la precipitación. Luego de capturar una tortuga, esta fue subida al bote y llevada a la orilla, en donde se marcó y midió, se tomaron muestras de epibiontes y tejido. Posteriormente, la tortuga se liberó en la zona donde fue capturada, dentro de un periodo no superior a los 30 minutos. Siempre se utilizaron guantes de látex durante la manipulación de la tortuga, por previsiones de bioseguridad.

Las medidas biométricas se midieron utilizando una cinta métrica flexible ($\pm 0.1\text{cm}$), y cada medición se realizó por triplicado para verificar cada una de las medidas (Chacón, Sánchez, Calvo & Ash, 2007). Después de realizar las mediciones, la tortuga se marcó externamente con marcas metálicas Inconel, específicamente sobre la segunda escama proximal de cada aleta delantera. Asimismo, desde enero de 2012 se colocó un PIT (Passive Integrated Transponder) en la aleta delantera derecha en las tortugas de la especie *Chelonia mydas* y *Eretmochelys imbricata*. Pevio a la aplicación de las marcas metálicas, éstas fueron desinfectadas con Vanodine (Pfizer Inc.) para evitar infecciones en la piel de la tortuga e incrementar la coagulación de la sangre y la velocidad de cicatrización. En los casos en donde se observaron tortugas con cicatrices que hicieran suponer la pérdida de una marca metálica, se asumió que está tortuga era neófita, ya que pudo haber sido una hembra marcada en una playa anidación, por lo que no estaríamos duplicando el conteo.

El monitoreo biométrico consistió en medidas de la longitud de la curva del caparazón (CCL), el ancho curvo del caparazón (CCW), la longitud del plastrón (PL), el ancho de plastrón (PW), plastrón a punta de cola (A) y finalmente, cloaca a punta de cola (B).

Además, se desarrolló un examen visual para detectar lesiones, amputación, deformidades, la presencia de fibropapiloma y ectoparásitos. Todas estas observaciones se anotaron.

De cada tortuga capturada por primera vez, se extrajo una muestra de tejido que fue fijada en una solución de alcohol 98% y cambiada la solución de fijación de manera regular para conservar la muestra de manera adecuada.

Se usó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para comparar números de tortugas que fueron capturadas entre meses, temporadas o años. La unidad de esfuerzo se definió como el despliegue de la red de 180 m durante seis horas. Sobre esta base se pudo calcular el CPUE, que sería el número de tortugas capturadas dividido entre el número de unidad de esfuerzo.



Figura 3. Medición del ancho del caparazón ejecutado por el equipo de investigación LAST y voluntarios internacionales

2.2 RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

2.2.1 CAPTURAS POR UNIDAD DE ESFUERZO Y RECAPTURAS

En la figura 4 se observa una caída rápida de la CPUE en el caso de la tortuga verde desde el 2010 hasta el 2015. Luego, se observa una CPUE estable.

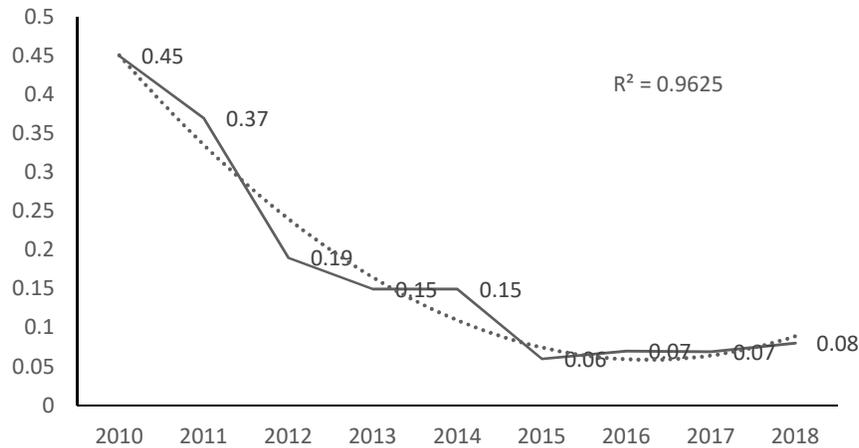


Figura 4. Evolución del CPUE de Tortuga verde en Golfo Dulce para el periodo 2010-2018 (la línea punteada es la línea de tendencia con mejor ajuste)

Se observa una disminución desde el 2011. Varias hipótesis pueden explicar la rebaja de la CPUE:

1. El tamaño de la población de tortuga verde sigue cayendo debido a causas externas tal como pesca incidental, contaminación del agua, matanza de las hembras, pérdida de ecosistemas de alimentación por sedimentación o químicos y saqueo ilegal de los huevos en playa de anidación. Según funcionarios estatales del Parque Nacional Galápagos, esta disminución también afectó sus playas de anidamiento.
2. La población se desplaza a otros sitios con fuente de alimentación más abundante.
3. Las tortugas tienen el potencial de detectar la red y evitarla para no ser capturada. En varias ocasiones se ha observado tortugas nadando cerca de la red o en dirección de aquella y girar al último momento para esquivarla.
4. Los sitios de muestreo no han sido constantes a lo largo de los años. En 2017, el punto de muestreo principal era Playa Perezosa mientras los otros sitios no eran visitados con la misma frecuencia. Esto debido a los cambios en el pasto marino.
5. Cambios detectados en el pasto y la afectación de los químicos emitidos desde la agricultura, aunque no hay estudios de área de extensión que sean comparativos a lo largo del tiempo.
6. No se registró en detalle los sitios de captura a donde no se capturó tortugas hasta el 2015, lo cual llega a una estimación de la CPUE más alta de la realidad. Como es el CPUE en otras áreas de alimentación???

En el caso de la tortuga carey la CPUE ha crecido desde el comienzo del monitoreo en el 2010 con una ligera caída observada en 2014. Este año el esfuerzo total 1296 horas en el mar durante 123 salidas al mar, lo cual corresponde a un promedio de 10 horas de muestreo por salida y, por lo tanto, influye el dato de CPUE (Fig. 5). Se observa un aumento de la CPUE para el principio del año 2018.

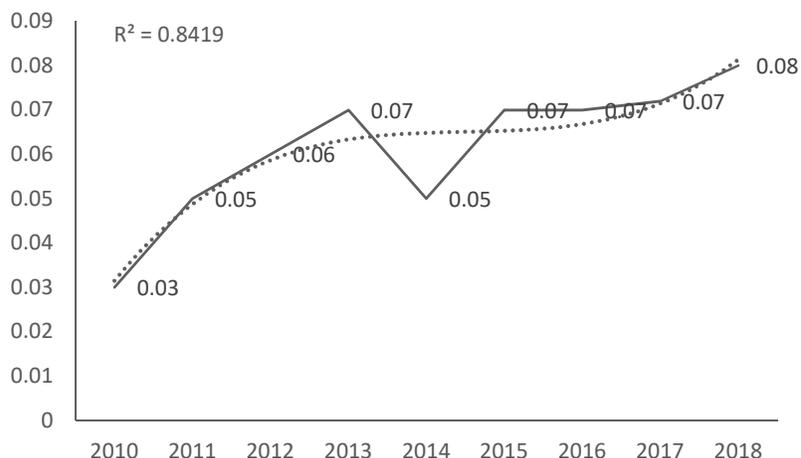


Figura 5. Evolución del CPUE de Tortuga Carey en Golfo Dulce para el periodo 2010-2018 (línea punteada es la línea de mejor ajuste).

Según los datos de la CPUE el tamaño de la población de tortuga Carey ha sido relativamente constante desde el 2013 y aumento entre el 2010 y el 2013. Se observa también un aumento de la CPUE para este año (Fig. 5). Es importante mencionar otra vez que los sitios de muestro se han modificados, por lo tanto, puede afectar los datos de captura.

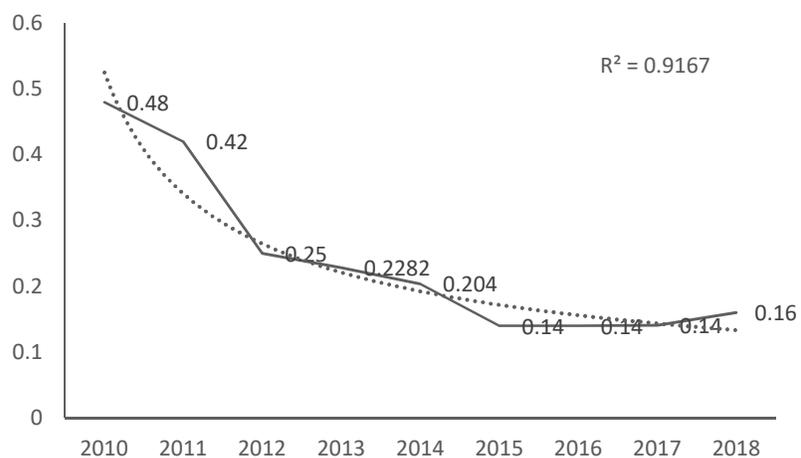


Figura 6. Evolución del CPUE total para ambas especies en Golfo Dulce para el periodo 2010-2018

El esfuerzo de muestreo de los años anteriores no ha sido constante (5,923.8 horas en total). En 2010, se salió al mar 27 veces, en 2011 16 veces, en 2012 83 veces, en 2013 122 veces, en 2014 124 veces, en 2015 119 veces, en 2016 134 veces, en el 2017 114 veces y hasta el 30 de noviembre 2018 133 veces.

Cuadro 1. Número de tortugas carey (*E. imbricata*) nuevas y recapturadas, tasa de recaptura, esfuerzo total de muestreo y CPUE promedio para el periodo 2010 – 2018

	Capturadas	Recapturadas	Total	Tasa de recaptura	Esfuerzo total	CPUE promedio \pm 95% de muestreo
2010	6	3	9	25	189	0.03
2011	4	2	6	28.6	105	0.05
2012	42	4	41	9.5	581	0.06
2013	44	33	77	57.1	1078	0.07
2014	19	51	70	72.9	1256	0.05
2015	31	62	93	66.7	629	0.07
2016	22	90	112	80.4	793	0.07 \pm 0.018
2017	23	81	104	77.8	697	0.07 \pm 0.015
2018	29	97	126	76.9	802	0.08 \pm 0.017

Al principio del 2018, se ha capturado un número alto de tortuga, así mismo en seis meses se ha capturado el mismo número o más de tortugas que no presentan marcas o evidencias de marca previa que los años anteriores.

Cuadro 2. Número de tortugas verde (*C. mydas*) nuevas y recapturadas, tasa de recaptura, esfuerzo total de muestreo y CPUE promedio para el periodo 2010 – 2018

	Capturadas	Recapturadas	Total	Tasa de recaptura	Esfuerzo total	CPUE promedio \pm 95% de muestreo
2010	82	5	87	4.9	189	0.45 \pm 0.16
2011	34	5	39	14.7	105	0.37 \pm 0.16
2012	104	6	110	5.8	581	0.19 \pm 0.04
2013	126	48	174	27.5	1078	0.15
2014	107	82	189	43.4	1256	0.15
2015	43	45	88	51.1	629	0.06
2016	44	62	106	58.5	793	0.07 \pm 0.018
2017	26	72	98	73.4	696	0.07 \pm 0.017
2018	28	107	135	79.2	802	0.08 \pm 0.015

De manera similar a la tortuga carey, se observa un aumento de la tasa de recaptura de las tortugas verde en Golfo Dulce. Al igual que la otra especie, se recomienda expandir la zona de muestra para mejor comprensión del tamaño de la población del Golfo Dulce.

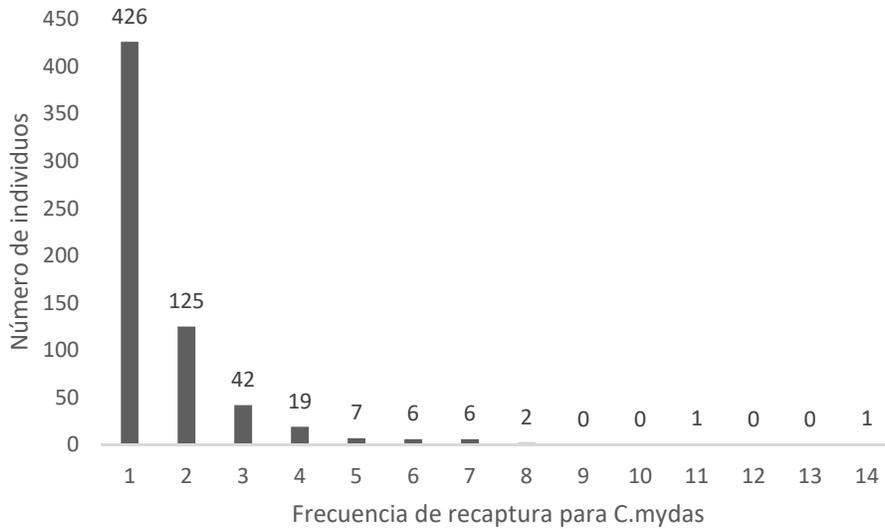


Figura 7 . Frecuencia de recaptura para *C. mydas*

De las 635 tortugas verdes identificadas, 426 individuos fueron capturados solamente una vez. Por lo tanto, la tasa de recaptura global es de 33% (Fig. 7). El intervalo de recaptura más largo es de 2,914 días para el individuo #414 y el crecimiento más grande se observó en el individuo #544, con un crecimiento de 13 cm en 1,164 días, tres años y un mes, con una tasa de crecimiento promedio de XX cm/mes, XX/año

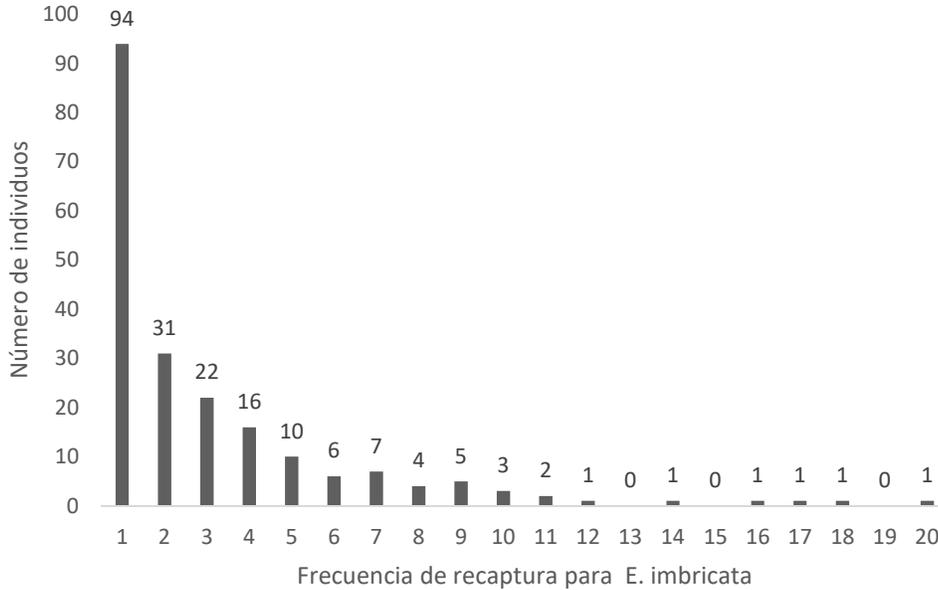


Figura 8. Frecuencia de recaptura para *E. imbricata*

Noventa y cuatro individuos de tortuga Carey fueron capturados solamente una vez. Por lo tanto, la tasa de recaptura global es de 54% (Fig. 8). Se logró seguir el individuo #92 durante 2,865 días y creció 11.8 cm dentro de este periodo sin embargo el crecimiento más grande se registró en el individuo #25 con 20.1 cm durante un periodo de 2,132 días, cinco años y diez meses. Expresar algunas tasas por mes y año, xf

2.2.2 LONGITUD DE CAPARAZÓN Y PROPORCIÓN DE GÉNERO

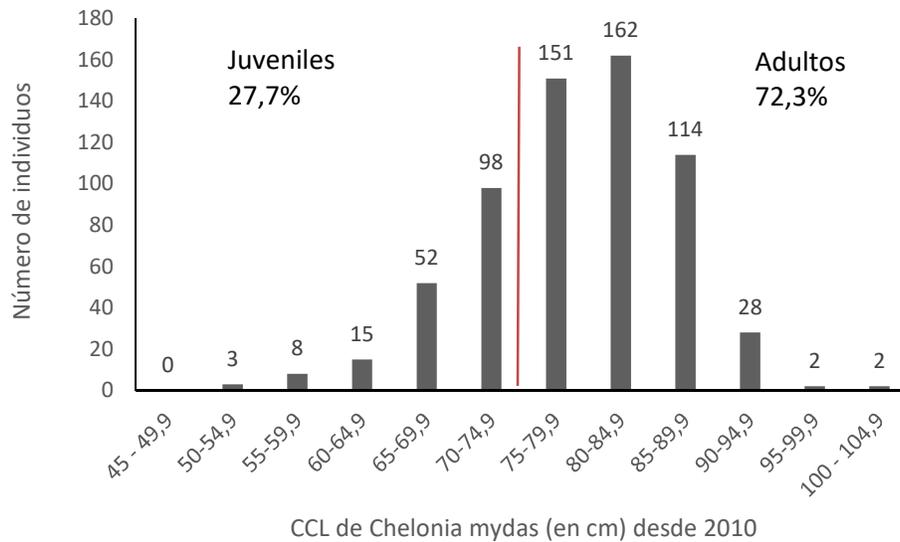


Figura 9. Longitud curva del caparazón de *C. mydas* para el periodo 2010 – 2018. La línea roja marca la longitud mínima de talla reproductiva

El 72.3% de las tortugas verde capturadas median más de 75 cm (Fig. 9), tamaño de madurez estimado para la especie *C. mydas* en el Pacífico esto debido a que 75 cm de LCC es la menor medida reportada para una hembra anidando en Costa Rica (Fonseca *et al.*, 2013). El individuo más pequeño capturado tenía una CCL de 53.0 cm mientras el más grande fue de 103.0 cm.

Es importante mencionar que ninguna de las hembras reproductoras fue reportada en una playa de anidación o de manera general ninguna de las placas puestas en los últimos siete años fue reportada por otro proyecto de investigación en Costa Rica o la Región del POT (Pacífico Oriental Tropical). Por esta razón es importante intensificar el monitoreo en playa de anidación en países tal como Ecuador, Panamá, Nicaragua y Galápagos, en fin de identificar los sitios de anidación y las rutas de migración. Además, se ha observado 3 individuos que poseían una medición menor a 75 cm y presentaban el desarrollo del órgano reproductor macho.

Durante los siete años de monitoreo, dos tortugas hembras adultas presentaron placas puestas en Quinta Playa, Isla Isabela, en las islas Galápagos, 1,300 kilómetros Oeste de la costa Pacífica de Costa Rica.

También la diferencia entre la especie *Chelonia mydas* y la subespecie *Chelonia mydas agassizi* no se hizo siempre así mismo es complicado interpretar los resultados. Sin embargo, desde el 2017 el proyecto empezó a hacer la distinción sistemática entre los dos morfotipos. Según el estudio de Heidemeyer *et al.* (2017) presentado durante el Simposio Internacional de Tortugas Marinas de 2017, las tortugas *C. mydas* o morfotipo amarillo presentes en sitios de forraje son juveniles sin embargo se ha registrado durante este año en el Golfo Dulce una hembra de LLC=89 cm, pero no presentaba cicatrices en el caparazón debido al apareamiento.

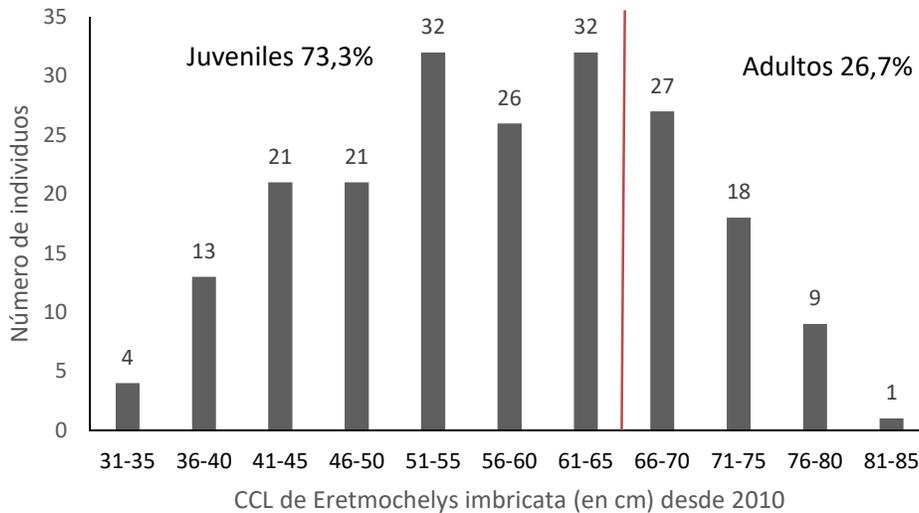


Figura 10. Longitud curva del caparazón de *E. imbricata* para el periodo 2010-2018. La línea roja marca la longitud mínima de talla reproductiva

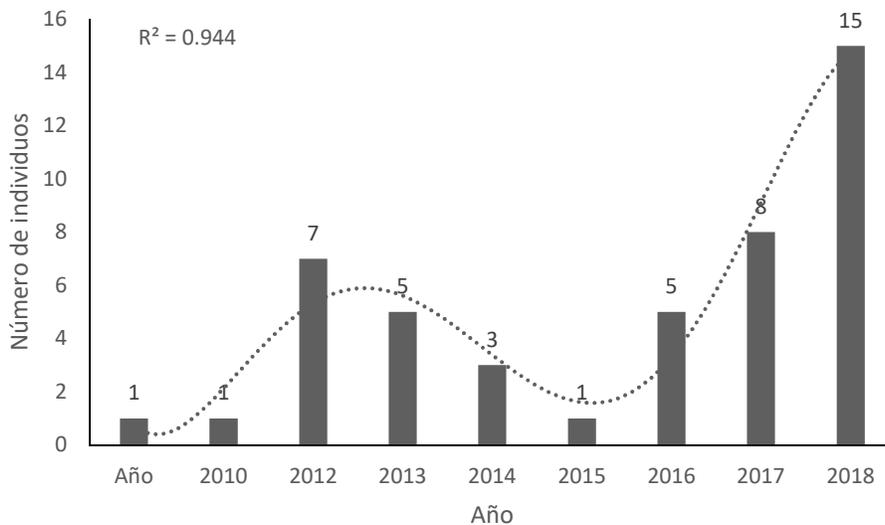


Figura 11. Número de individuos neófitos capturados por año con una CCL inferior a 45 cm

El 73.2% de los individuos de tortuga Carey capturados desde el 2010 fueron juveniles (Fig. 10), o sea, de medición menor a 66 cm, esto debido a que 66 cm de LCC es la menor medida reportada para una hembra anidando en El Salvador y Nicaragua (Altamirano, 2010; Altamirano & Torres, 2011; Liles *et al.*, 2011; Gaos *et al.*, 2012a; Torres & Altamirano, 2012).

El individuo más pequeño capturado tenía una CCL de 32.8 cm mientras el más grande fue de 82.8 cm.

Se ha observado individuos de tamaños muy pequeños (CCL < 35cm) durante actividades de snorkel o desde el bote, los cuales lograban pasar a través de la malla sin ser capturados, especialmente en la parte superior de la

red, la cual presente una luz de enmalle superior a 50 cm. El número de juveniles presentando una CCL inferior a 45 cm, y capturados durante el primer semestre del 2018, ha sido el más alto desde el comienzo del proyecto en 2018 (Fig.11)

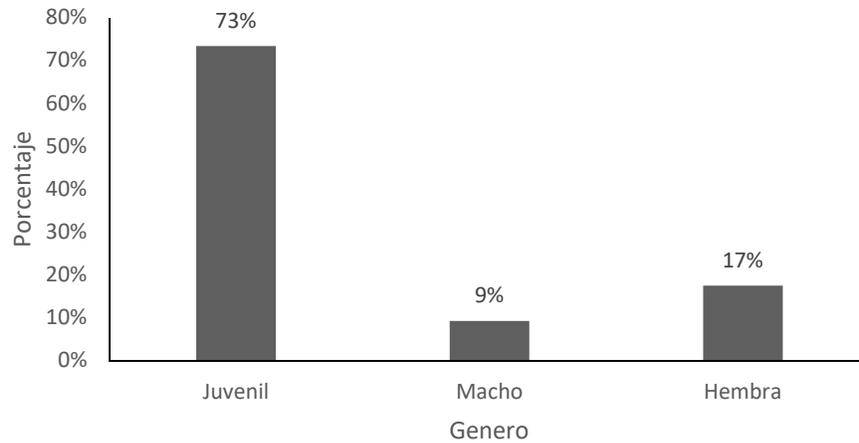


Figura 12. Porcentaje de macho, hembra y juvenil para cada *E. imbricata* para el periodo 2010-2018.

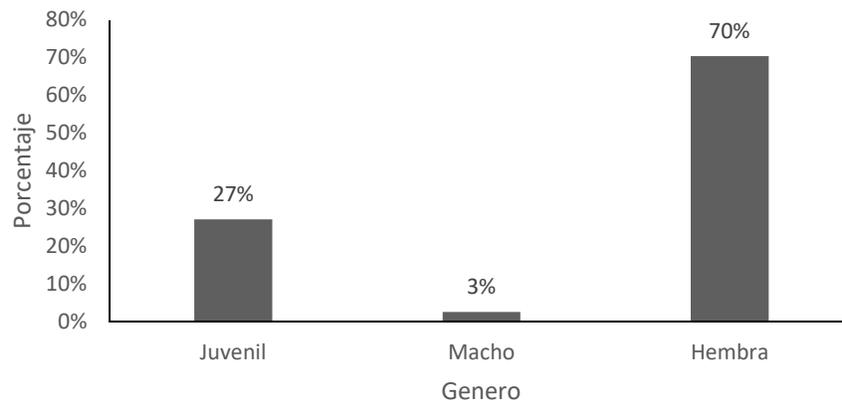


Figura 13. Porcentaje de macho, hembra y juvenil para cada *C. mydas* para el periodo 2010-2018.

La mayoría de los individuos adultos capturados para ambas especies son clasificados como hembra sin embargo se necesita comprobar estos datos con examen de hormonas tal como testosterona o examen visual de las gónadas por medio de laparoscopia.

Sin embargo, si el análisis de composición de la población es positivo, se observó un desbalance en la proporción de género en favor de las hembras. Las explicaciones disponibles para este desbalance son:

1. El efecto del cambio climático facilitando el desarrollo de tortugas hembras durante la fase embrionaria, generando una tendencia sesgada a la producción de este género
2. Una segregación de género cuanto al uso de los sitios de alimentación o sea, que los sitios de alimentación monitoreados por nuestro equipo sean visitados naturalmente por hembras y no tanto por los machos.

Hay forma de ver un análisis de la información biometrica de la cola, la cloaca con respecto al plastron????

2.2.3 MARCAJE

Entre el XXX de XXX y el 30 de noviembre del 2018, se capturó ciento treinta y cinco (135) tortugas verde y ciento veintiséis (126) tortugas carey. Ciento siete (107) tortugas verde fueron recapturadas y veintiocho (28) no presentaban placas ni evidencia de marca previa mientras noventa y siete (97) tortugas carey fueron recapturadas y veintinueve (29) fueron marcadas por primera vez.

209 tortugas verdes de las 635 registradas poseen una marca PIT mientras 152 tortugas carey de las 206 identificadas poseen una marca interna (PIT).



Figura 14. Puesta de una marca externa tipo Inconel en la aleta delantera de *C. mydas*

2.2.4 TELEMETRIA

Tres tortugas carey recibieron marcas satélites de tipo Argos SPOT6, Wildlife Computer. Dos tortugas machos, presentando características sexuales secundarias típicas de los machos, y una tortuga hembra (CCL>80c m) fueron elegidos.

Las marcas fueron donadas por The Whitley Fund for Nature (WFN) en fin de entender las migraciones reproductivas de la población de tortuga carey presente en el Golfo. La identificación de dichas rutas migratorias permite establecer estrategias de conservación eficientes.

El primer macho marcado el 10 de setiembre salió de Golfo Dulce el 27 del mismo mes y se encuentra en este momento en la parte norte del Golfo de Nicoya, en lo cual se observa un ecosistema tipo manglar. Coincidiendo con rutas migratorias de otras tortugas de la misma especie pero provenientes de Nicaragua. Esta coincidencia permite reconocer en ese sitio una localidad donde deben realizarse esfuerzos de conservación.

Los dos otros individuos siguen en la zona de Playa Blanca y demuestran una alta fidelidad al sitio de forrajeo.



Figure 15. Macho de Tortuga carey inmovilizado durante la fijación de la marca satélite.



Figure 16. Reporte de marca satélite 173030, macho carey marcado el 10 de setiembre, marcas incluyen movimientos hasta XXX de noviembre

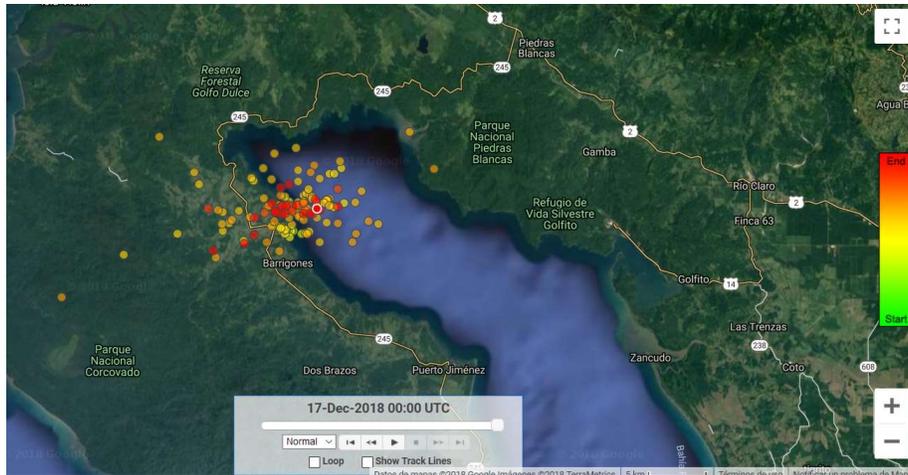


Figura 17. Reporte de marca satélite 173028, macho carey marcado el 22 de setiembre

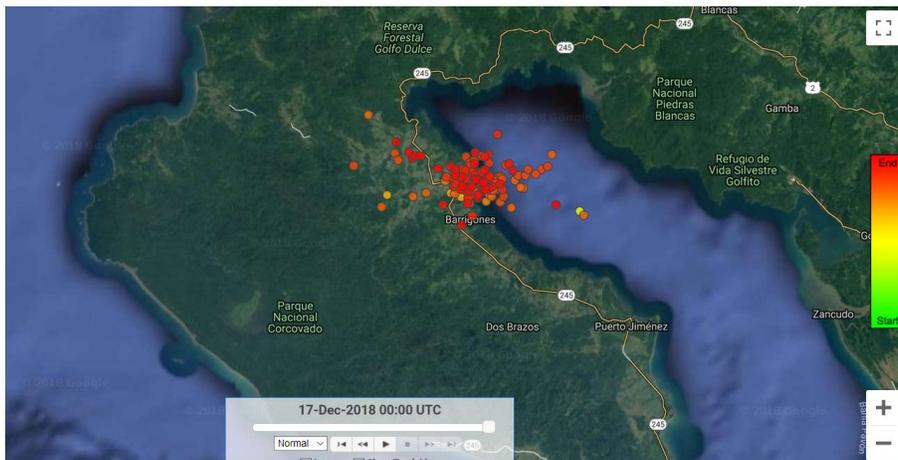


Figure 18. Reporte de marca satélite 173027, hembra carey marcado el 10 de noviembre

3 CENTRO DE RESCATE Y REHABILITACIÓN:

Una tortuga verde fue atendida en el centro de rescate (fig. 15). El individuo adulto presentaba un índice de masa corporal bajo XXX). Después de 10 días de observación con tratamiento antibiótico, hidratación y alimentación por sonda, la tortuga fue liberada en Playa Blanca en un estado XXXX. No se logró saber la razón por la cual la tortuga estaba demacrada.



Figura 19. Tortuga negra atendida en el centro de rescate con índice corporal bajo.

4 EDUCACION AMBIENTAL Y COMUNIDAD

Mensualmente, la coordinadora del proyecto se reúne con la Asociación EducaOsa con fin de apoyar las actividades de educación ambiental organizados en el distrito de Puerto Jiménez .

El equipo de LAST ayuda también las asociaciones AsaOsa y Ascona a promover el reciclaje de los desechos sólidos y su manejo en el centro de Acopio ubicado en Playa Blanca además de apoyar el comité de Bandera Azul Ecológica por medio de limpiezas de playa formadas semanalmente.



Figura 20. Recolección de desechos sólidos en Playa Blanca

LAST animó una actividad de educación ambiental con los alumnos de la escuela de Palo Seco durante el mes de octubre, parte de su compromiso con EducaOsa. Otras actividades se han canceladas debida a la clausura de las escuelas durante la huelga nacional.

5 PASTOS MARINOS

Mediante un convenio con el Centro de Investigaciones Marinas (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica (UCR), se recolectaron muestras de biomasa a lo largo de diez transectos perpendiculares a la costa, con longitud promedio de 500 m. Cada 50 m se recolectó las muestras de puntos fijos, para un total de 100 puntos muestreados. Se anotó las coordenadas de GPS de cada punto fijo y la profundidad total corregida por efectos de la marea. En cada punto se recolectó una muestra de biomasa, cada uno de un área de 10 cm x 10 cm a una profundidad del sedimento de 5 cm. Las muestras fueron congeladas y se enviaron al laboratorio del CIMAR para procesamiento bajo el permiso de investigación **ACOSA-INV-029-17**.

Durante el muestreo de biomasa en cada punto fijo se midió variables ambientales asociadas tal como la temperatura subsuperficial del agua con un termómetro manual. Se tomó una muestra subsuperficial de 50 mL de agua marina para estimación en el laboratorio del CIMAR y se hizo una medición de Secchi en cada punto. Resultados.....



Figure 21. *Halodule spp* observado durante el muestreo.

6 REFORESTACIÓN DE MANGLARES

6.1 RHIZOPHORA MANGLE

Desde el inicio del proyecto de reforestación de manglar se han sembrado 186 de *R. mangle* de las cuales 57 tienen arboles vivos.

Un total de 108 parcelas son incluidas en el análisis de datos mientras setenta y ocho no fueron incluidas ya que no se pudieron encontrar por falta de coordenadas GPS o sea, 31 % de las parcelas siguen monitoreadas.

6.2 PELLICIERA RHIZOPHORAE

Desde el inicio del proyecto de reforestación de manglar se han sembrado 164 de *P. rhizophorae* de las cuales 48 tienen arboles vivos.

Sesenta y cuatro parcelas son incluidas en el análisis de datos mientras noventa no fueron incluidas ya que no se pudieron encontrar por falta de coordenadas GPS o sea, 40% de las parcelas siguen monitoreadas.

La parcela 21 parece proporcionar los parámetros adecuados para la reforestación de *P. rizophorae*.

Aun necesitamos registrar más información y datos para poder comprobar si las características de estos lugares funcionan. Gracias a estos datos los métodos de plantación podrían ser mejorados.

La estandarización de datos permitirá una mejor comprensión y análisis de los factores que influyen el crecimiento y sobrevivencia de los manglares.



Figura 22. Voluntarios internacionales sembrando manglares en los márgenes del Golfo Dulce

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.1 MUESTREO DE TORTUGAS MARINAS EN EL GOLFO DULCE

7.1.1.1 TORTUGA VERDE

La población de tortuga verde monitoreada en Golfo Dulce está compuesta de 620 individuos lo cual prueba que el Golfo Dulce es un sitio de forraje importante para esta especie y aparentemente el más conocido.

La causa de la disminución de la CPUE en el caso de la tortuga verde queda sin explicación sólida, aunque se especulan razones. Un cambio de los sitios de muestreo podría explicar este fenómeno y, el monitoreo de sitios visitados al inicio del proyecto facilitaría la explicación de la tendencia observada desde el 2014.

Las Islas Galápagos son el segundo lugar más importante de anidación para la tortuga verde del Pacífico Oriental. Sin embargo, recientemente ha habido un alarmante aumento de la incidencia de impactos de embarcaciones con tortugas verdes dentro de la Reserva Marina de Galápagos (RMG) debido a un incremento del transporte marítimo. Alrededor de 12% de las tortugas anidoras de las Islas Galapagos sufrieron colisiones con embarcaciones en los últimos años (Diaz Freire 2017) lo cual podría influir en la población estudiada en el Golfo Dulce. Además de una disminución comprobada del anidamiento en las playas de este archipiélago.

Es esencial determinar si esta caída esta debida a la capacidad de las tortugas de detectar la red y evitarla o el cambio de área monitoreada o si la población está amenazada. Las hipótesis formuladas en el caso que la población no sea amenazada son, que las tortugas verdes salen del Golfo Dulce y usan otros sitios de alimentación o si los resultados de recaptura se explican por un uso más amplio del Golfo Dulce o por asunto de migración reproductiva. El uso de transmisores satélites podría brindar claridad sobre estas hipótesis.

El hecho que no se había diferenciada la especie *C. mydas* de la subespecie *C. mydas agassizi* de manera sistemática presenta un reto para analizar los datos de manera adecuada. Así mismo es importante reclasificar los individuos recapturados para averiguar cuál es el tamaño de cada morfotipo y sus tendencias.

También se necesita identificar el origen de las poblaciones encontradas en el Golfo Dulce, i.e. sus sitios de anidación para determinar patrones migratorios. Se recomienda el análisis de niveles de testosterona o la prueba ELISA (Allen *et al.* 2015) o laparoscopia para averiguar la estructura de la población encontrada en el Golfo Dulce en termino de género y estados de madurez sexual.

Se recomienda también el análisis de la dieta de la población de tortuga verde del Golfo Dulce en fin de definir sus preferencias y el uso de los recursos disponibles para esta especie. La técnica de lavado esofágicos (Forbes & Limpus, 1993) permite el análisis de los últimos elementos ingeridos, sin embargo, no demuestra la capacidad de asimilación de esos dichos elementos. Por esto se recomienda también combinar el estudio con el análisis de las heces. De hecho, se observó, en el caso de la tortuga verde, la ingestión de *R.mangle* pero no parecen contribuir al metabolismo del individuo ya que no se encuentran asimilados por los individuos (referencia).

7.1.1.2 TORTUGA CAREY

La población de tortuga carey presente en Golfo Dulce está compuesta de 202 individuos lo cual prueba que el Golfo Dulce es un sitio de forraje importante para esta especie. Vea estudio genético que lo liga con Coiba y comente

La CPUE desde el comienzo del muestro sigue homogénea con un ligero aumento al principio del 2018. Se necesita aumentar el esfuerzo de monitoreo de las playas de anidación a donde se supone que las tortugas anidan i.e. Isla Coiba en Panamá, Estero Padre Ramos y Rivas Sur en Nicaragua (Gaos *et al.* 2016) en fin de recopilar toda la información disponible sobre la población de forraje de tortuga carey encontrada en el Golfo Dulce.

La frecuencia de recapturas en el caso de la tortuga carey son más altas que en la tortuga verde, indicando un uso regular del área de estudio lo cual podría ser ligado a fuentes de alimentación más segregadas en el Golfo Dulce. Por eso, se recomienda estudiar la composición del sustrato y relacionarlo con la dieta de la tortuga carey para intensificar el muestreo en los sitios a donde hay mayor probabilidad de encontrar estos individuos. También se recomienda un estudio de la dieta para comparar su composición entre individuales juveniles y adultos.

El número elevado de juveniles presentando una CCL < 45cm durante el primer semestre de 2018 podría ser debido a un aumento de la población o éxito de emergencia en las playas a donde anidan.

Nunca se ha capturado individuos epipelágicos en ninguna de las especies presente en el Golfo Dulce. Dos hipótesis pueden explicar este resultado:

1) El tamaño de la luz de malla no permite la captura de individuos pequeños (CCL < 35cm)

2) Golfo Dulce es una zona de forraje frecuentada exclusivamente por individuos pre - maduros y maduros, un hábitat de desarrollo béntico y al mismo tiempo un hábitat de forraje residencial para los adultos.

Además, en el caso de la tortuga carey, los individuos capturados con un CCL entre 32 cm y 40 cm, podrían ser relativamente jóvenes, entre cuatro y seis años (Snover *et al.* 2012) mientras, en el caso de la tortuga verde, nunca se capturó individuos con una CCL dentro del rango 25 – 50 cm.

Lo cual lleva la pregunta siguiente: ¿A dónde se desarrollan estas dos especies de tortugas marinas antes de elegir el Golfo Dulce como sitio de alimentación? Y ¿A dónde anidan? ¿Las tortugas verdes poseen otro sitio de desarrollo béntico para los individuos dentro del rango 25 – 50 centímetros?

7.1.2 CENTRO DE RESCATE Y REHABILITACIÓN

Una campaña de educación ambiental dirigidas a los pescadores locales podría reducir el impacto negativo hacia las poblaciones de tortugas del Golfo Dulce e invitarlos a llamar al personal de LAST cuando se observa una tortuga en peligro.

El incremento de números de tortugas que necesitan atención veterinaria es preocupante y debe llamar la atención a las autoridades competentes para implementar prácticas de pesca sostenible y uso responsable de los recursos marinos del Golfo Dulce para evitar este tipo de casualidades. Aunque no se observa pesca comercial en el área, la actividad de pesca tradicional traslapa el hábitat crítico de dos especies clasificadas en la Lista Roja de la IUCN y requiere una regulación de esas dichas actividades.

7.1.3 PASTOS MARINOS

El análisis de los datos y muestras recolectados en abril y agosto ayudará a construir un mapa detallado de las praderas de pastos marinos presentes en el Golfo Dulce. Así mismo se podrá establecer relaciones entre la presencia de pasto marino y el uso de estas praderas por las tortugas verdes.

7.1.4 MANGLARES

Se han iniciado cambios tal como respetar la secuencia de vegetación natural, sembrar las plantas de *P. rhizophorae* en la sombra y partes más altas en fin de reducir la mortalidad observada en los primeros meses después de la siembra.

El éxito del proyecto de reforestación de manglares es muy mitigado y es crucial que las técnicas usadas hasta la fecha sean revisitadas en fin de lograr una meta de 50% de sobrevivencia después de la siembra en el Golfo Dulce.

El estudio realizado en Sri Lanka tras del esfuerzo de rehabilitación post-tsunami registró porcentajes de sobrevivencia entre 0 y 78% según el proyecto y la zona. De los 23 proyectos solamente 3 presentaban éxitos mayores a 50% (Kodikara *et al.* 2016) En Bengala el porcentaje de sobrevivencia se registró entre 73% y 92%

después de un año (Macintosh *et al.* 2012). Ambos estudios atribuyen la alta mortalidad a la falta de mantenimiento tras de la trasplatación y la composición del sustrato.

El reto lo más grande es tener una línea de base sobre la mortalidad natural observada en los manglares, lo cual nunca fue establecido. Además, ningún proyecto de reforestación ha publicado sus resultados después de 3 años de monitoreo (Lewis & Brown, 2014).

Al contrario, el porcentaje de sobrevivencia en el vivero es muy alentador ya que se logró alcanzar 90.5% y 84.4% para las especies *P. rhizophorae* y *R.mangle* respectivamente.

Se necesita investigar y extender el proyecto de reforestación a otras especies de mangle presente en el Golfo Dulce. Además, el equipo está investigando la posibilidad de crecer semillas de mangle dentro de semillas de *Cocos nucifera* descartadas en la playa. Este método permite de reducir el uso de bolsas plásticas y fijación fuerte en el sustrato.

8 AGRADECIMIENTO

La organización LAST agradece todos sus colaboradores que han apoyado nuestro trabajo a lo largo de los años y permiten que este proyecto sea un éxito y provea un ingreso alternativo a varios actores de la comunidad costera de Playa Blanca.

¡Gracias a los hosteleros de Playa Blanca y La Palma, los capitanes de bote, el Parque Marino de Puntarenas (Natalia y XXX nombre del veterinario) y las diversas agencias de voluntariados!

Agradecemos especialmente al MINAE y SINAC quien nos otorgó el permiso de investigación bajo la resolución ACOSA-INV-044-18 y por todo el apoyo logístico en el salvamento, transporte y ayuda a las tortugas rescatadas.

Finalmente, un profundo agradecimiento a todas las agencias, personas e instituciones que nos apoyan financieramente. Así como a los Asistentes de Investigación, que su apoyo hace la diferencia en la conservación del Golfo Dulce y sus tortugas marinas

- Allen CD, Robbins MN, Eguchi T, Owens DW, Meylan AB, Meylan PA, *et al.* (2015) First Assessment of the Sex Ratio for an East Pacific Green Sea Turtle Foraging Aggregation: Validation and Application of a Testosterone ELISA. PLoS ONE 10(10): e0138861. doi:10.1371/journal.pone.0138861
- Altamirano, E. J. 2010 Informe Preliminar Proyecto de Conservación de Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) en la RN Estero Padre Ramos, Temporada 2010. Flora y Fauna Internacional, Nicaragua.
- Alvarado-Díaz J., Figueroa L. (1990) The ecological recovery of sea turtles of Michoacan, Mexico. Special attention: the black turtles, *Chelonia agassizii*. Final report 1989–1990, US Fish & Wildlife Service, Silver Spring, MD
- Alvarado-Díaz J, Delgado C, Suazo, 2001. Evaluation of the black turtle project in Michoacán, Mexico. Mar Turtle Newsl 92: 4–7
- Bjorndal KA, Bolten AB, Chaloupka MY, 2000. Green Turtle somatic growth model: evidence for density dependence. Eco Appl 10:269 - 282
- Carrión-Cortez, J., P. Zárate & J. Seminoff. 2010. Feeding ecology of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in the Galapagos Islands. Mar. Biol. Assoc. UK, 1: 1-9.
- Chacon D., Martínez-Cascante D, Rojas D., Fonseca L. 2015 Captura por unidad de esfuerzo y estructura poblacional de la tortuga verde de Pacífico (*Chelonia mydas*) en el Golfo Dulce, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 63 (Suppl. 1): 363-373.
- Chacon D., Martínez-Cascante D, Rojas D., Fonseca L. 2015 Golfo Dulce, Costa Rica, un área importante de alimentación para la tortuga carey del Pacífico Oriental (*Eretmochelys imbricata*). Rev. Biol. Trop. 63 (Suppl. 1): 351-362
- Chacón, D. 2002. Diagnóstico sobre el comercio de las tortugas marinas y sus derivados en el istmo centroamericano. Red Regional para la Conservación de las Tortugas Marinas en Centroamérica (RCA). San José, Costa Rica. 144 p.
- Chacón, D., J. Sánchez, J. J. Calvo & J. Ash. 2007. Manual para el manejo y la conservación de las tortugas marinas en Costa Rica; con énfasis en la operación de proyectos en playa y viveros. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Ministerio de Ambiente y Energía. 103 p.
- Cortés J. 1992 Los arrecifes coralinos de Golfo Dulce, Costa Rica: aspectos ecológicos. Rev. Biol. Trop., 40 (1): 19-26.
- Cortés J. and Wehrtmann I.S. 2009 Chapter 1 Diversity of Marine Habitats of the Caribbean and Pacific of Costa Rica.
- Forbes G. and Limpus C. (1993) A non-lethal method for retrieving stomach contents from sea turtles. Wildlife Research 20, 339–343.
- Fonseca, L. G., W. N. Villachica, R. E. Matarrita & R. A. Valverde 2011 Reporte final de la anidación de tortuga verde (*Chelonia mydas*), Playa Nancite, Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica (Temporada 2010 - 2011). Informe Técnico. Guanacaste.
- Díaz Freire P. 2017 Fundación Charles Darwin para la Islas Galapagos. Reporte anual 2016, avances 2017.
- Gaos A.R., Abreu-Grobois F.A., Alfaro-Shigueto J., Amoroch D., Arauz R., Baquero A., Briseno R., Chacon D., C. Duena S., Hasbun C., Liles M., Mariona G., Muccio C., Munoz J.P., Nichols W.J., Pena M., Seminoff J.A., Vasques M., Urteaga J., Wallace B., Yanez I.L and Zarate P. 2010 Signs of hope in the eastern Pacific: international collaboration reveals encouraging status for the severely depleted population of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata*. The International Journal of Conservation, Oryx, 1-7.
- Gaos A.R., Lewison R.L., Yañez I.L., Wallace B.P., Liles M.J., Nichols W.J., Baquero A., Hasbún C.R., Vasquez M., Urteaga J. and Seminoff J.A. 2012 Shifting the life-history paradigm: discovery of novel habitat use by hawksbill turtles. Biol. Lett. vol. 8 no. 1: 54-56
- Gaos, A.R., R.L. Lewison, B.P. Wallace, I.L. Yanez, M.J. Liles, W.J. Nichols, A. Baquero, C.R. Hasbun, M. Vasquez, J. Urteaga, J.A. Seminoff. 2012 Spatial Ecology of critically endangered hawksbill turtles *Eretmochelys imbricate*: implications for management and conservation
- Gaos, A.R., R.L. Lewison, M.J. Liles, V. Gadea, E. Altamirano, A.V. Henríquez, P. Torres *et al.* 2016. Hawksbill turtle terra incognita: conservation genetics of eastern Pacific rookeries. Ecol. Evol., 6(4): 1251-1264.

- Green D. and Ortiz F., 1982. The status of sea turtle population in the central Eastern Pacific. In: Bjorndal KA (ed) Biology and conservation of sea turtles. Smithsonian Institution Press, Washington, DC:221–223
- Hebbeln D., Beese D., Cortes J., 1996. Morphology and sediment structures in Golfo Dulce, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 44. Suppl. 3:1-10.
- Kodikara K., Nibedita M., Loku J., Farid D., Nico K., 2016. Have mangrove restoration projects worked? An in-depth study in Sri Lanka. Society for Ecological Restoration
- Liles MJ, Jandres MV, López WA, Mariona GI, Hasbún CR, Seminoff JA, 2007. Hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* in El Salvador: nesting distribution and mortality at the largest remaining nesting aggregation in the eastern Pacific Ocean. Endangered species research Volume 14:23–30
- Leon Y. M., Bjorndal K. A. 2002 Selective feeding in the hawksbill turtle, an important predator in coral reef ecosystems. Mar. Ecol. Prog. Ser. 245:249–258
- Lewis R. and Brown Ben. 2014 Ecological Mangrove reforestation.
- Macintosh, D.J., Mahindapala, R., Markopoulos, M. (eds) (2012). Sharing Lessons on Mangrove Restoration. Bangkok, Thailand: Mangroves for the Future and Gland, Switzerland: IUCN.
- Musick, JA and Limpus CJ, 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. The Biology of Sea Turtles. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. National Marine Fisheries Service: 137-163
- Seminoff JA, Resendiz A and Nichols WJ, 2002. Diet of the east Pacific green turtle, *Chelonia mydas*, in the central Gulf of California, Mexico. J. Herpetol 36:447–453
- Seminoff JA. and Schumacher J., 2018. Stable isotopes values of Hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) shell material recovered from confiscated rooster spurs : a forensic approach to determining origin of turtles.
- Snover M., Balazs G., Murakawa S., Hargrove S., Rice M., Seitz W., 2012. Age and growth rates of Hawaiian hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) using skeletochronology
- Society for Marine Mammalogy, 1995. First record of humpback whales including calves at Golfo Dulce and Isla de Coco, Costa Rica, suggesting geographical overlap of northern and southern hemisphere populations. Marine Mammal Science 11 - 14