

1/11/2017

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 de la tortuga	6
2.1 Material y método	6
2.1.1 Area de estudio	6
2.1.2 Captura de las tortugas marinas y biometría del caparazón.....	7
2.2 Resultados e interpretación.....	9
2.2.1 Capturas por unidad de esfuerzo y recapturas.....	9
2.2.2 Longitud de caparazón y proporción de género.....	13
2.2.3 Índice de condicion corporal (BCI)	15
2.2.4 Marcaje	17
3 Centro de Rescate y Rehabilitación:	17
4 Educacion ambiental.....	19
5 Pastos Marinos	19
6 Reforestación de Manglares	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	23
7.1.3 Pastos marinos	24
7.1.4 Manglares	24
8 Bibliografía	25

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 curvo del caparazón ejecutado por el equipo de investigación LAST	8
Figura 4. Evolución del CPUE de Tortuga verde en Golfo Dulce para el periodo 2010-2017	9
Figura 5. Evolución del CPUE de Tortuga carey en Golfo Dulce para el periodo 2010-2017	10
Figura 6. Evolución del CPUE total para las dos especies en Golfo Dulce para el periodo 2010-2017	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 - 2017	13
Figura 10. Longitud curva del caparazón de <i>E. imbricata</i> para el periodo 2010-2017	14
Figura 11. Porcentaje de macho, hembra y juvenil para cada especie para el periodo 2010-2017.....	14
Figura 12. Índice de Condición Corporal de <i>C. mydas</i> para el periodo 2015 – 2017	16
Figura 13. Índice de Condición Corporal de <i>E. imbricata</i> para el periodo 2015 - 2017	16
Figura 14. Marca Inconel en la segunda escama delantera de <i>E. imbricata</i> encontrada en una tortuga matada por cazadores ilegales.....	17
Figura 15. Tortuga carey hallada en la playa	18
Figure 16. Tortuga carey matada por cazadores ilegales y descartada a la par de la carretera	18
Figura 17. Liberación de tortuga organizada con el CALP	19
Figura 18. Diagrama representando los primeros cuatro transectos T1, T2, T3 y T4 y sus respectivos siete cuadrantes.	20
Figura 19. Cuadrante usado para el muestreo de los pastos marinos.....	20
Figura 20. Cuadrante de 1x1 metro usado para el monitoreo de pastos marinos.....	21
Figura 21. 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 1st of 2017 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.

From January 1st till the 1st of November 2017, eighty-four *Chelonia mydas* (green turtle) and ninety-four *Eretmochelys imbricata* (hawksbill turtle) have been caught, measured and biometrics taken. During the in-water studies a total of 612.52 hours have been carried out, in 101 trips to the sea. In total, 589 green turtles and 169 hawksbill turtles have been tagged by LAST since 2010. 2,140 *Rhizophora mangle* (red mangrove) and 720 *Pelliciera rhizophorae* (tea mangrove) have been planted in the field. 2,690 *R. mangle* and 2,401 *P. rhizophorae* seeds have been collected, planted and placed in the nursery.

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 desde enero 2017 hasta el 1 de noviembre 2017 en comparación con los años anteriores desde el 2010. El proyecto se enfoca en 5 áreas principales de investigación las cuales son: el estudio de zonas alimenticias de tortugas marinas, la reforestación de los manglares, el monitoreo de pastos marinos, rescate y rehabilitación de tortugas marinas y educación ambiental.

Para el periodo de enero a noviembre 01, del 2017, ochenta y cuatro *Chelonia mydas* (tortuga verde) y noventa y cuatro *Eretmochelys imbricata* (tortuga carey) fueron capturadas y los datos biométricos fueron registrados. Un total de 612.52 horas de monitoreo en agua se llevó a cabo durante 101 viajes al mar. Un total de 589 tortugas verde y 169 tortugas carey fueron marcadas por el equipo de LAST desde el 2010. El esfuerzo de reforestación del manglar logró plantar 2,140 árboles de *Rhizophora mangle* (manglar rojo) y 720 *Pelliciera rhizophorae* (manglar piñuela) que fueron sembrados en los márgenes del Golfo Dulce. 2,690 semillas de *R. mangle* y 2,401 de *P. rhizophorae* fueron colectadas, sembradas y ubicadas en el vivero.

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-Díaz et al. 2001, Seminoff et al. 2002), la caza de las hembras, la pesca accidental (Alvarado-Díaz & 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).

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. 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, 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 and 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 *Halyophylla* y *Halodule* (Cortés and 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 DE LA TORTUGA

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 (INCOPESCA) 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

Entre agosto de 2010 y noviembre 2017, se realizaron al menos 5 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 6 h. La distancia entre la red y la costa varió entre los 100 y 500 m de longitud, y entre los 3 y 10 m 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 utilizó 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*. Previo 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 nueva, 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.

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 largo del plastron ejecutado por el equipo de investigación LAST

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 2017.

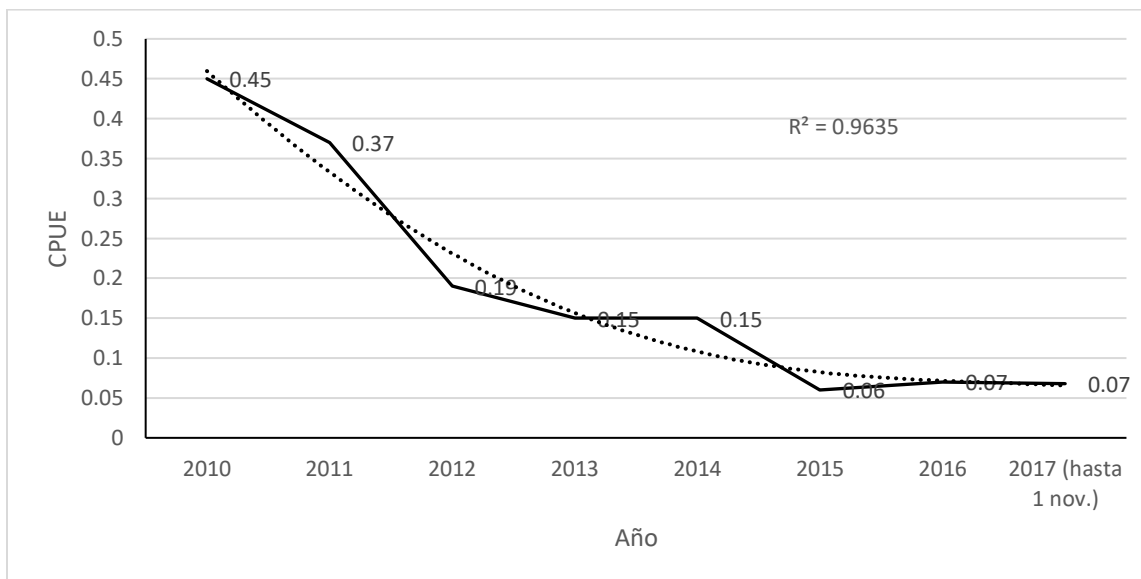


Figura 4. Evolución del CPUE de Tortuga verde en Golfo Dulce para el periodo 2010-2017 (la línea punteada es la línea de tendencia con mejor ajuste)

Se ha mencionado en reporte anteriores que la caída podría ser debida al número de tortugas muertas encontradas en palangres para captura de dorado en 2013. Sin embargo, 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.
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 muestro no han sido constantes a lo largo de los años. En 2010, el punto de muestro 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

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)

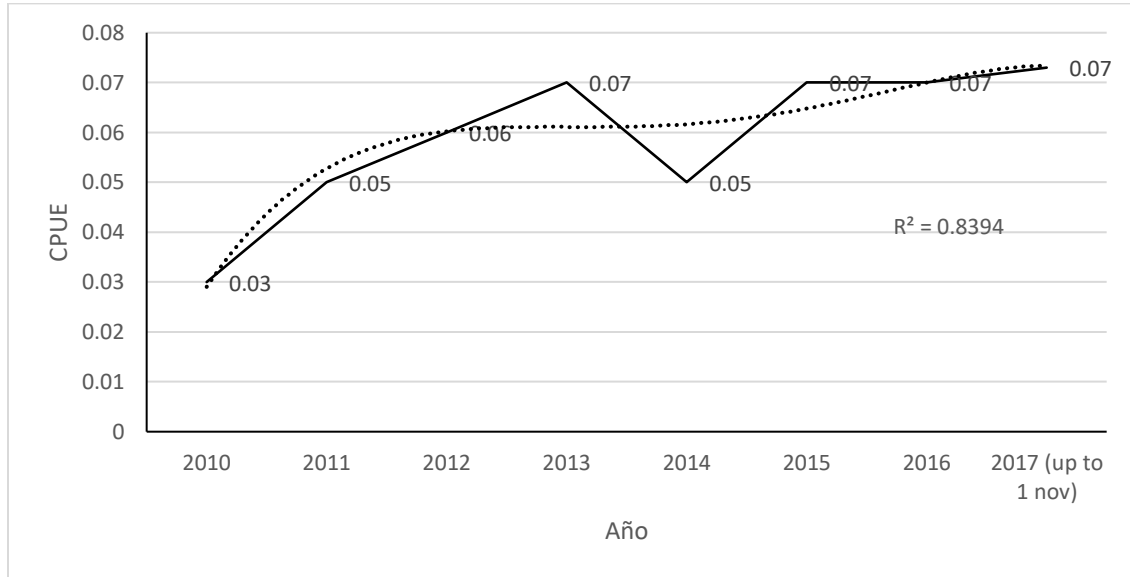


Figura 5. Evolución del CPUE de Tortuga carey en Golfo Dulce para el periodo 2010-2017 (línea punteada es la línea de mejor ajuste).

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. Es importante mencionar otra vez que los sitios de muestro se han modificados, por lo tanto, puede afectar los datos de captura.

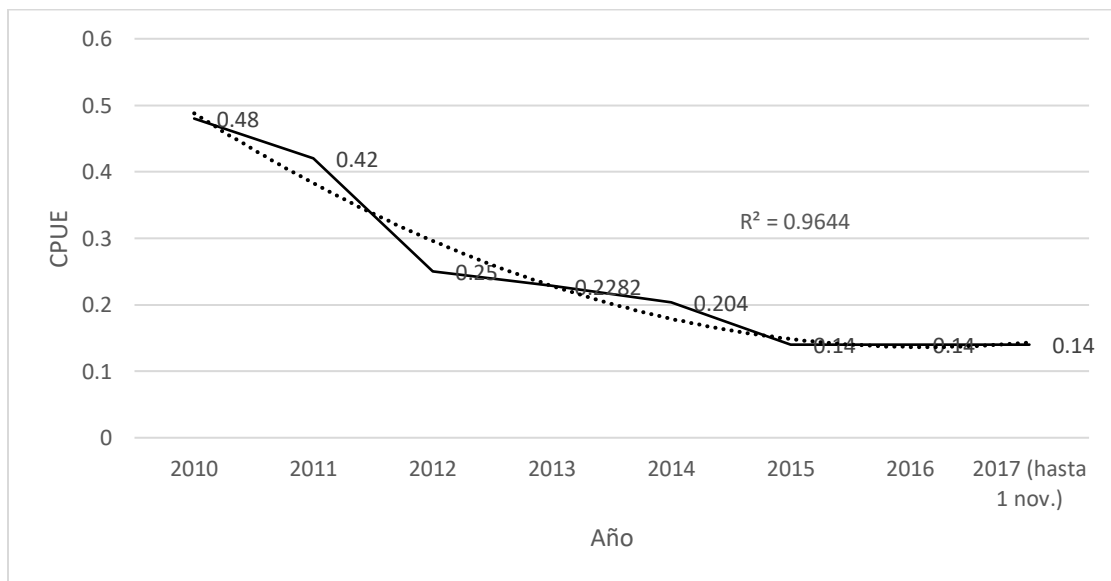


Figura 6. Evolución del CPUE total para las dos especies en Golfo Dulce para el periodo 2010-2017

El esfuerzo de muestreo de los años anteriores no ha sido constante (5,242.7 horas en total). En 2010, se salió al mar 27 veces, en 2011 84 veces, en 2012 83 veces, en 2013 122 veces, en 2014 124 veces, en 2015 119 veces, en 2016 134 veces y hasta el primero de noviembre 2017 101 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 - 2017

	Capturadas	Recapturadas	Total	Tasa de recaptura	Esfuerzo total de muestreo	CPUE promedio \pm 95%
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 0.09
2017	20	74	94	79	612	0.05 \pm 0.09

Se ha registrado un aumento de la tasa de recaptura desde el empiezo del monitoreo en 2010 con el porcentaje más alto en 2016. El número de tortugas que no presentan marcas o evidencias de marca previa sigue significativo e indica que el monitoreo debe seguir en los mismos puntos de muestro en fin de determinar el tamaño de la población residente del Golfo Dulce.

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 – 2017

	Capturadas	Recapturadas	Total	Tasa de recaptura	Esfuerzo total de muestreo	CPUE promedio \pm 95%
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 0.08
2017	24	60	84	71	612	0.04 \pm 0.07

De manera similar a la tortuga carey, se observa un aumento de la tasa de recaptura de las tortugas verde en Golfo Dulce. Sin embargo, el porcentaje de recaptura no sigue tan alto como observado en la otra especie e indica que el esfuerzo de monitoreo debe de continuar en la zona de Playa Colibrí hasta Punta Bajita.

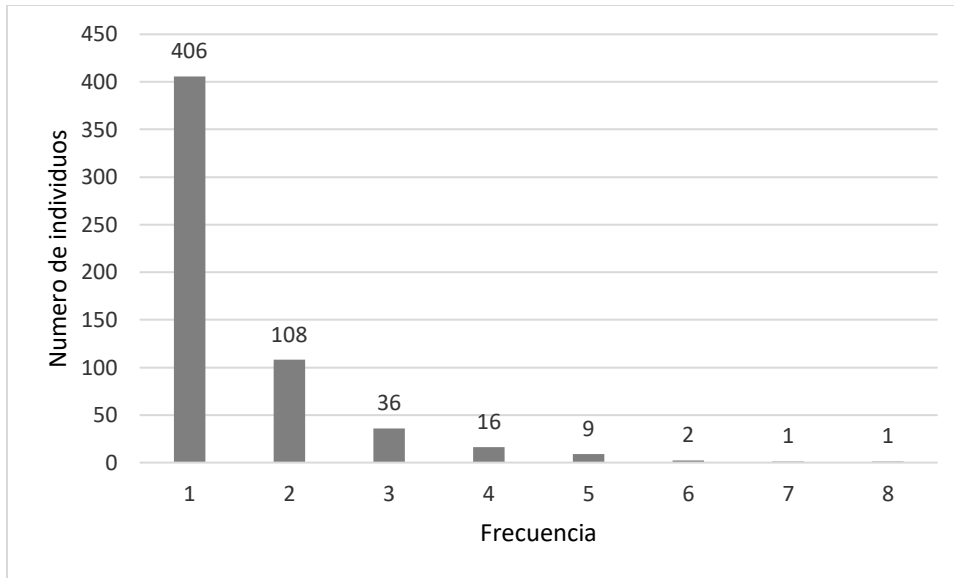


Figura 7 . Frecuencia de recaptura para *C. mydas*

De las 589 tortugas verdes identificadas, 406 individuos fueron capturados solamente una vez. Por lo tanto, la tasa de recaptura global es de 31.1%. (Fig. 7)

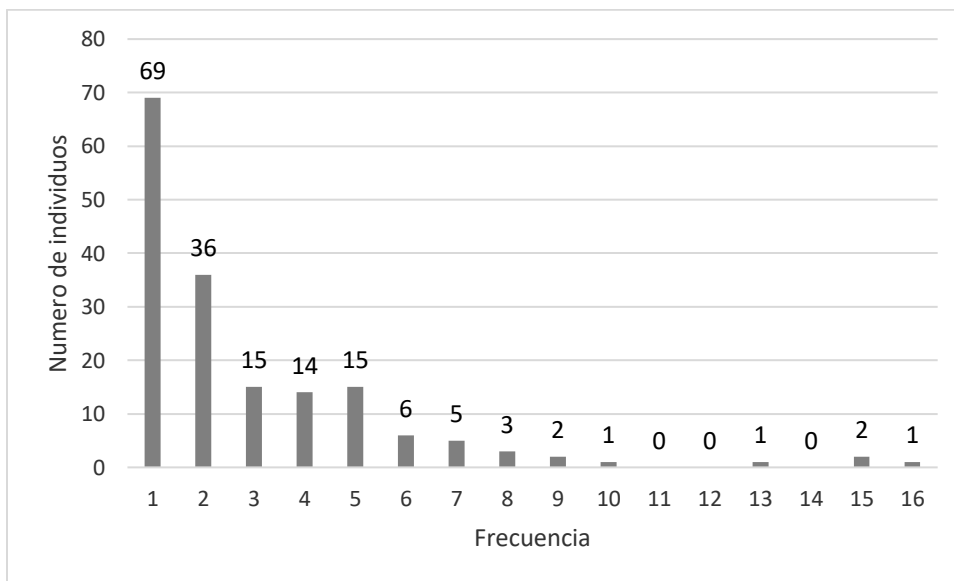


Figura 8. Frecuencia de recaptura para *E. imbricata*

Sesenta y nueve individuos de tortuga carey fueron capturados solamente una vez. Por lo tanto, la tasa de recaptura global es de 59.5% (Fig. 8)

Es importante poder determinar si 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.

2.2.2 LONGITUD DE CAPARAZÓN Y PROPORCIÓN DE GÉNERO

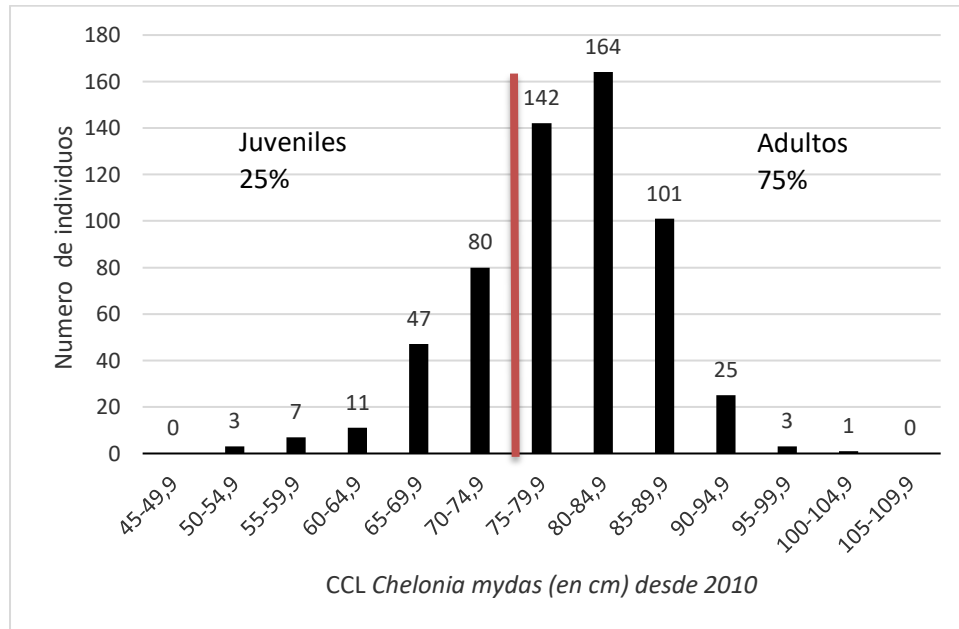


Figura 9. Longitud curva del caparazón de *C. mydas* para el periodo 2010 - 2017

El 75% 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).

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 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 las islas Galápagos, 1,300 kilómetros Oeste de la costa Pacífica de Costa Rica.

También la diferencia entre la especie *Chelonia mydas* y la sub-especie *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 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.

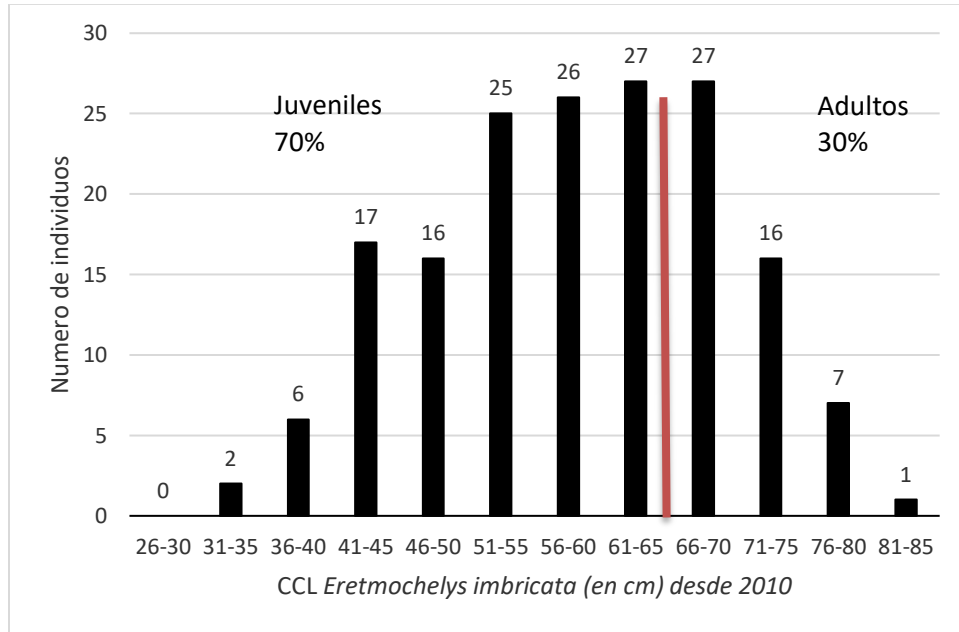


Figura 10. Longitud curva del caparazón de *E. imbricata* para el periodo 2010-2017

El 70% de los individuos de tortuga carey capturados desde el 2017 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).

Sin embargo, se ha registrado 6 individuos machos con un LCC<66 cm.

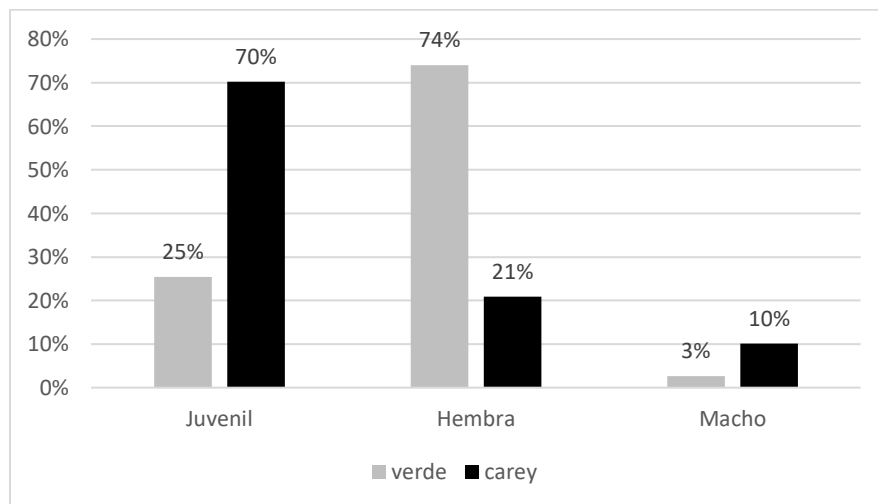


Figura 11. Porcentaje de macho, hembra y juvenil para cada especie para el periodo 2010-2017.

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.

2.2.3 INDICE DE CONDICION CORPORAL (BCI)

EL Índice de Condición Corporal (BCI por sus siglas en inglés) es un indicador del nivel nutricional, estado de reservas de energía de las poblaciones de tortugas marinas y se calcula de la manera siguiente (Bjorndal et al. 2000):

$$BCI = \frac{\text{peso (Kg)} * 10000}{SCL^3}$$

El largo recto del caparazón (SCL) se consigue según la siguiente fórmula para la tortuga verde:

$$SCL = -1.358 + 1.002 * CCL$$

Y para la tortuga Carey:

$$SCL = 0.79 * CCL + 10.57$$

El BCI se clasifica en cuatro categorías:

1. Muy buena >1.20
2. Robusta 1.10 < BCI <1.19
3. Normal 1 <BCI <1.09
4. Demacrada <1

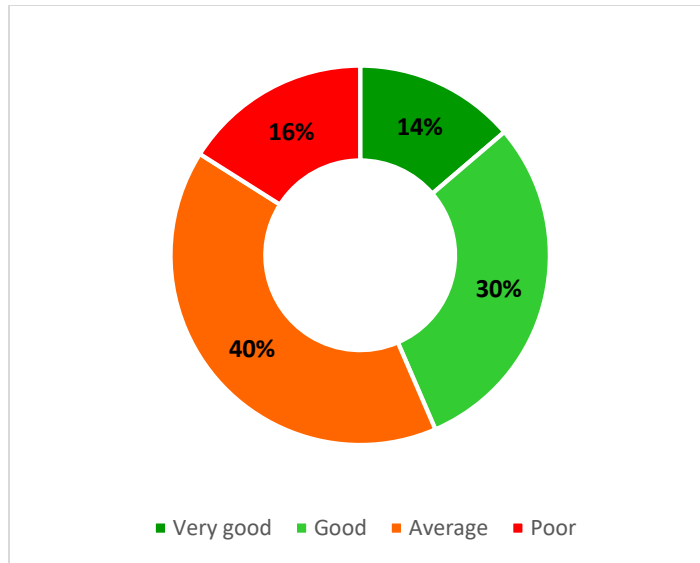


Figura 12. Índice de Condición Corporal de *C. mydas* para el periodo 2015 – 2017

Se observa una proporción importante de individuos de tortuga verde clasificados con un BCI de tipo normal y 16% se han clasificado en estado demacrado.

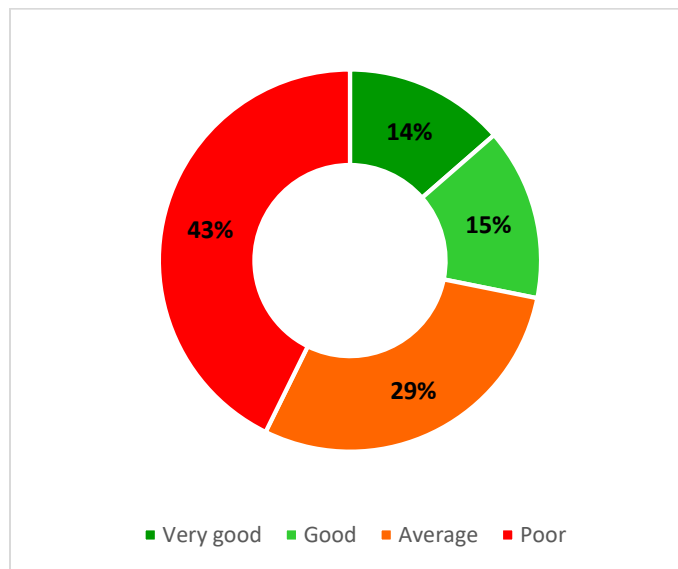


Figura 13. Índice de Condición Corporal de *E. imbricata* para el periodo 2015 - 2017

El 43% de los individuos de tortuga carey presentan una índice condición corporal de tipo demacrado. Por lo tanto, es importante seguir el monitoreo de los hábitats críticos presente en el Golfo Dulce para evaluar el nivel de fuentes alimenticias disponible en el área. Se ha identificado dos habitats críticos de forraje para la tortuga carey en el pacifico oriental; Usan principalmente estuarios costeros los cuales son asociados con los bosques de manglares (Gaos *et al.* 2012) además de los ecosistemas arrecifales. Sin embargo, ambos ecosistemas se encuentran vulnerable en el Golfo Dulce. Los arrecifes coralinos fueron fuertemente impactados durante los ochentas por la deforestación, uso de chimicos agropecuarios y

niveles altos de sedimentación ligados al desarrollo costero (Cortés 1992) mientras los bosques de manglares siguen extraídos para uso de material de construcción o desarrollo costero (pers. com). Debido a las amenazas antrópicas que sufren estos habitats, es importante enfocar en su conservación y desarrollar técnicas de rehabilitación eficientes.

2.2.4 MARCAJE

En 2017, se capturó ochenta y cuatro (84) tortugas verde y noventa y dos (94) tortugas carey. Sesenta (60) tortugas verde fueron recapturadas y veinte cuatro (24) no presentaban placas ni evidencia de marca previa mientras setenta y dos (74) tortugas carey fueron recapturadas y veinte (20) fueron marcadas por primera vez.



Figura 14. Marca Inconel en la segunda escama delantera de *E. imbricata* encontrada en una tortuga matada por cazadores ilegales.

3 CENTRO DE RESCATE Y REHABILITACIÓN:

Entre el mes de agosto y el mes de noviembre no se ha atendido ninguna tortuga marina en el centro de rescate. Sin embargo se encontró una carey juvenil muerta. La muerte fue causada por una cuerda de pesca enredada en las aletas y cuello de la tortuga. El estado del cuerpo no permitió la identificación del sexo.



Figura 15. Tortuga carey hallada en la playa

Otra tortuga carey fue encontrada botada a la par de una calle, presentando heridas profundas en las aletas delanteras y cuello. Esta tortuga adulta hembra fue marcada por nuestro equipo en enero del 2017 y no sobrevivio la cirugía.



Figure 16. Tortuga carey matada por cazadores ilegales y descartada a la par de la carretera

4 EDUCACION AMBIENTAL

Del 28 al 30 de agosto se organizó una actividad de educación ambiental con los estudiantes del Colegio Academico de La Palma (CALP), facilitado por Valeria Phillips. Durante dos días, los participantes recibieron charlas y sesiones dinámicas y la actividad se concluyó con la liberación de una tortuga verde en Playa Blanca.



Figura 17. Liberación de tortuga organizada con el CALP

Además, LAST estuvo presente en varias reuniones de EducaOsa, una asociación con fin de promover la educación ambiental en la zona Golfito, Puerto Jimenez y Bahía Drake. LAST participará mensualmente en las actividades con los jóvenes de la zona en calidad de organizador o facilitador en caso que no este a cargo de la actividad.

5 PASTOS MARINOS

Se han marcado 30 zonas diferentes a donde se colocó transectos. Los transectos son 30 líneas rectas a 20 metros de distancia entre ellas, que comienzan desde mojones ubicados en la orilla de la playa. Cada uno de estos transectos mide 70 metros en total, y como los cuadrantes que colocamos para monitorear miden 10 metros, en cada transecto se monitorean 7 cuadrantes diferentes.

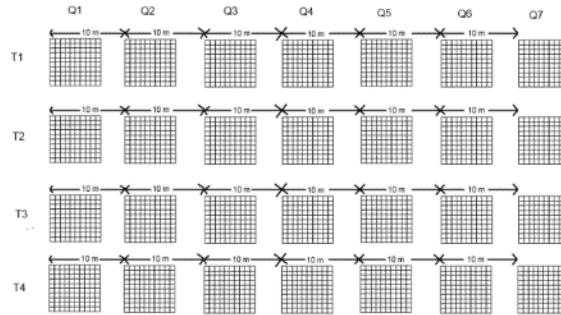


Figura 18. Diagrama representando los primeros cuatro transectos T1, T2, T3 y T4 y sus respectivos siete cuadrantes.

Cada cuadrante mide 1x1 metros y está dividido en 100 cuadrados de 10x10 cm. La parte de arriba está marcada con letras (A-J) y la parte del lado por números (1-10).

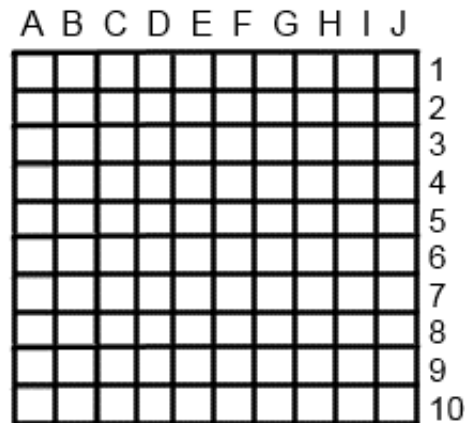


Figura 19. Cuadrante usado para el muestreo de los pastos marinos

Finalmente, cada cuadrado pequeño tiene una clave única que se compone de una letra y un número. Para investigar un cuadrante, se seleccionan diez cuadrados al azar y se identifican las especies de pasto presentes y sus respectivos números de hojas.

El monitoreo de pastos marinos no fue organizado durante el 2017 sin embargo un estudiante de la UCR está finalizando su tesis de maestría y los resultados estarán disponibles pronto. Además, un nuevo protocolo de monitoreo debe empezar durante el mes de diciembre.

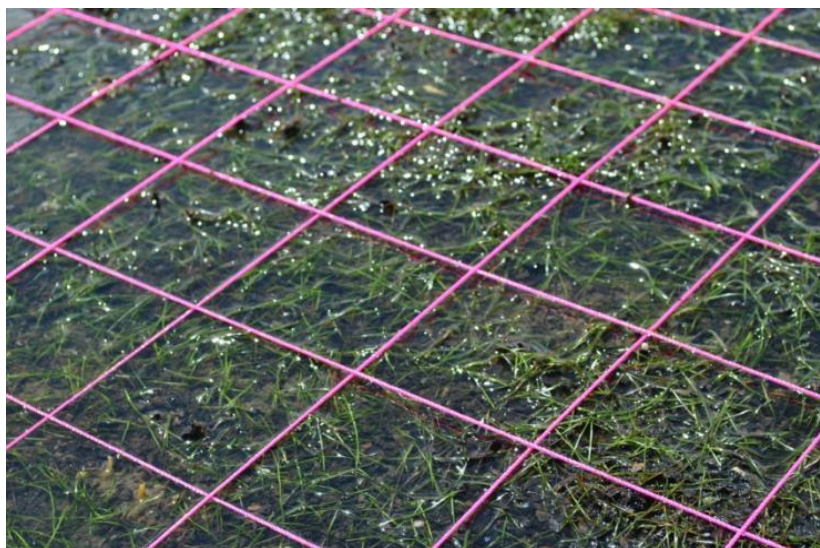


Figura 20. Cuadrante de 1x1 metro usado para el monitoreo de pastos marinos

6 REFORESTACIÓN DE MANGLARES

Desde el principio del año, se han sembrado 2,140 árboles de *R. mangle* y 720 árboles de *P. rhizophorae* en el Golfo Dulce.

Desde el inicio del proyecto de manglar se han sembrado 162 parcelas de *R. mangle* y 90 de *P. rhizophorae*. La tasa de sobrevivencia respectiva es de 10.3% y 14.5%.

Es importante que se investigue más las razones por la cual la tasa de sobrevivencia es tan baja y las técnicas adecuadas para lograr la meta de 50%.

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.

$$\frac{\text{Núm. de Sobreviviente}}{\text{Inicial núm.}} \times 100 = \begin{matrix} \text{tasa de} \\ \text{supervivencia} \\ (\%) \end{matrix}$$

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.

Se ha recolectado y sembrado en el vivero 2,690 semillas de *R. mangle* y 2,401 *P. rhizophorae*.

En total se encuentra 3,122 *R. mangle* y 1,785 *P. rhizophorae* en el vivero, los cuales serán sembrados en el Golfo Dulce a la edad de seis meses o cuando lleguen a un tamaño adecuado (≈ 50 cm).



Figura 21. 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 presente en Golfo Dulce está compuesta de 589 individuos lo cual prueba que el Golfo Dulce es un sitio de forraje importante para esta especie.

La causa de la disminución de la CPUE en el caso de la tortuga verde queda sin explicación sólida, aunque se especulan razones. Es esencial determinar si esta caída esta debida a la capacidad de las tortugas de detectar la red y evitarla o si la población está amenazada.

El hecho que no se había diferenciada la especie *C. mydas* de la sub-especie *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 población 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 en individuos inmaduros y laparoscopia para averiguar la estructura de la población encontrada en el Golfo Dulce en termino de género y estados de madurez sexual.

7.1.1.2 TORTUGA CAREY

La población de tortuga carey presente en Golfo Dulce está compuesta de 169 individuos lo cual prueba que el Golfo Dulce es un sitio de forraje importante para esta especie.

La CPUE desde el comienzo del muestro sigue homogénea. Se necesita aumentar el esfuerzo de monitoreo de las playas de anidación a donde se supone que las tortugas anidan i.e. Playa Preciosa, Piro, Playa Sombrero 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.

Nunca se ha capturado individuos epipelagicos 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. O sea, un hábitat de desarrollo béntico y al mismo tiempo un hábitat de forraje residencial para los adultos.

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?

7.1.2 CENTRO DE RESCATE Y REHABILITACIÓN

El centro de rescate se encuentra limitado por recursos logísticos y se necesitaría conseguir medicina básica tal como complejo B12, dextrosa, suero Ringer. Además, no se encuentra personal calificado para atender los individuos hacer el diagnóstico preliminar y se debe investigar la posibilidad de capacitar el personal con veterinarios especializados en tortugas marinas.

7.1.3 PASTOS MARINOS

No se ha encontrado datos desde el 2015. Un nuevo protocolo está establecido en alianza con la UCR en fin de determinar la cobertura presente en el Golfo Dulce y debe empezar el mes de diciembre 2017.

7.1.4 MANGLARES

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 y Brown, 2014).

Al contrario, el porcentaje de sobrevivencia en el vivero es muy alentador ya que se logró alcanzar 97.3% y 85.4% 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.

- 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
- 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.
- 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.
- Gaos A.R., Abreu-Grobois F.A., Alfaro-Shigueto J., Amorocho D., Arauz R., Baquero A., Briseno R., Chacon D., C. Duena S., Hasbun C., Lilies M., Mariona G., Muccio C., Muñoz 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
- 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., Cortesl 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

Society for Marine Mammalogy, 1995. First record of humpback whales including calves at Gulfe Dulce and Isla de Coco, Costa Rica, suggesting geographical overlap of northern and southern hemisphere populations. *Marine Mammal Science* 11 - 14