

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO - USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

**Ecología Espacial y Conservación de tiburones neonatos y juveniles punta negra  
(*Carcharhinus limbatus*) en la Isla San Cristóbal – Reserva Marina de Galápagos**

**Proyecto de investigación**

**Yasuní Trinidad Chiriboga Paredes**

**Biología**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Licenciada en Biología  
con especialización en Ecología Marina

Quito, 20 de julio del 2018

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO - USFQ**

**COLEGIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES**

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Ecología Espacial y Conservación de tiburones neonatos y juveniles punta negra  
(*Carcharhinus limbatus*) en la Isla San Cristóbal – Reserva Marina de Galápagos**

**Yasuní Trinidad Chiriboga Paredes**

Calificación:

---

Nombre del profesor, Título académico

Alex Hearn, Ph.D.

Firma del profesor:

---

Quito, 20 de julio de 2018

## Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: Yasuní Trinidad Chiriboga Paredes

Código: 00113439

Cédula de Identidad: 172140944-7

Lugar y fecha: Quito, 20 de julio de 2018

## RESUMEN

La Reserva Marina de Galápagos (RMG) protege algunas de las últimas grandes agregaciones de tiburones que quedan en el mundo. Aunque es común encontrar grandes cardúmenes de *Carcharhinus limbatus* dentro de la Reserva Marina, se sabe muy poco sobre el estadio juvenil de esta especie. El 75% de la costa de Galápagos está expuesta a una costa rocosa, razón por la cual los hábitats de manglar son poco comunes. Estas son áreas clave para el desarrollo de tiburones punta negra juveniles y otras especies de tiburones en peligro de extinción, como el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*). Aunque la pesca industrial está prohibida en Galápagos y los tiburones están protegidos dentro de la Reserva Marina, el 77% de la costa - incluidas las zonas de crianza de tiburones - están abiertos a la pesca artesanal, y la mortalidad de juveniles por pesca incidental podría ser alta. En este estudio, proponemos evaluar la abundancia de *C. limbatus* la influencia de ciertos factores abióticos sobre la misma. El crecimiento de los individuos será analizado mes a mes, utilizando los datos del monitoreo. Además, se evaluará la conectividad entre las cuatro zonas de estudio, la residencia y la fidelidad de sitio, utilizando la telemetría acústica y una matriz receptora. 368 individuos fueron capturados en las cuatro zonas de manglar entre 2016 y 2017, con un radio de sexos, aproximadamente, de 1: 1 y una composición por edades de 84% de juveniles del año y 16% de neonatos. La longitud total promedio de 72,96 cm para 2016 y 69,07 cm para 2017, sugiere que la mayoría eran juveniles del año. En relación con la abundancia, Puerto Grande fue el área de crianza con el mayor número de individuos en las dos temporadas de muestreo (150 individuos). La curva de crecimiento sugiere que los juveniles crecen de 2 a 3 cm mensuales, y este crecimiento corresponde a un modelo lineal. En el caso de los movimientos, los patrones diales sugieren mayor actividad nocturna fuera de la bahía, lo que demuestra que los juveniles de *C. limbatus* realizan movimientos exploratorios pero siempre regresan a su área de crianza principal, lo que demuestra una alta fidelidad y residencia. Se ha comprobado la conectividad entre áreas de crianza, existiendo solo donde la distancia entre bahías es corta. Esperamos que este estudio sea el comienzo de un programa de monitoreo a largo plazo para evaluar la efectividad del nuevo esquema de zonificación de la Reserva Marina, pudiendo apoyar para formar la base de la protección de las zonas de crianza de tiburones en todo el archipiélago.

**Palabras clave:** *C. limbatus*, zonas de crianza, telemetría acústica, conservación, Islas Galápagos

**Apoyo financiero:** Rufford Small Grants

## ABSTRACT

The Galapagos Marine Reserve (GMR) protects some of the last remaining large aggregations of sharks in the world. Although it is common to find large schools of *Carcharhinus limbatus* within the Marine Reserve, very little is known about the juvenile stage of this specie. 75% of the coastline of the Galapagos is exposed to a rocky shore that is why mangrove habitats are uncommon. These are key areas for the development of juvenile blacktip sharks and other endangered shark species, such as the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*). Although industrial fishing is prohibited in the Galapagos and sharks are protected within the Marine Reserve, 77% of the coastline - including shark nursery areas - are open to artisanal fishing, and juvenile mortality from by-catch could be high. In this study we proposed to evaluate the abundance of *C. limbatus* in four nursery grounds within the San Cristobal Island – GMR and how abiotic factors can affect it. Growth parameters will be analyzed for each month the monitoring operates. In addition, we will evaluate the connectivity between these areas, the residence and site fidelity, using acoustic telemetry and a receiver array. 368 individuals were captured in the four nursery grounds between 2016 and 2017, with a sex ratio of approximately 1: 1 and a percentage of 84% of juveniles of the year and 16% of neonates. The average total length of 72.96 cm for 2016 and 69.07 cm for 2017 suggests that the majority were juveniles of the year. In relation to abundance, Puerto Grande was the nursery area with the largest number of individuals in the sampling seasons (150 individuals). The growth curve suggests that juveniles grow from 2 to 3 cm per month, and this growth corresponds to a linear model. In the case of movements, the dial patterns suggest more activity at night outside the bay, which shows that juvenile of *C. limbatus* perform exploratory movements but always return to their main nursery area, which shows high fidelity and residence. The connectivity between nursery areas has been verified, existing only where the distance between bays is short. We hope that this study will be the beginning of a long-term monitoring program to evaluate the effectiveness of the new zoning scheme of the Marine Reserve, and could also form the basis for shark nursery protection archipelago-wide.

**Keywords:** *C. limbatus*, nursery grounds, acoustic telemetry, conservation, Galapagos Islands

**Financial Support:** Rufford Small Grants

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>Introducción .....</b>	<b>8</b>
<i>Objetivos de la investigación .....</i>	<i>17</i>
<b>Materiales y Metodología .....</b>	<b>18</b>
<i>Área de estudio .....</i>	<i>18</i>
<i>Instalación de matriz de receptores .....</i>	<i>18</i>
<i>Factores abióticos .....</i>	<i>19</i>
<i>Monitoreo .....</i>	<i>19</i>
<i>Marcaje de juveniles .....</i>	<i>20</i>
<b>Análisis de Datos .....</b>	<b>21</b>
<i>Monitoreo .....</i>	<i>21</i>
<i>Parámetros de edad y crecimiento .....</i>	<i>21</i>
<i>Movimientos .....</i>	<i>22</i>
<b>Resultados .....</b>	<b>23</b>
<i>Factores abióticos .....</i>	<i>23</i>
<i>Monitoreo .....</i>	<i>23</i>
<i>Patrones de edad y crecimiento .....</i>	<i>24</i>
<i>Movimientos .....</i>	<i>25</i>
<b>Discusión .....</b>	<b>27</b>
<i>Factores abióticos y monitoreo .....</i>	<i>27</i>
<i>Patrones de edad y crecimiento .....</i>	<i>28</i>
<i>Movimientos .....</i>	<i>30</i>
<i>Importancia de zonas de crianza .....</i>	<i>31</i>
<i>Aplicación de marcas internas .....</i>	<i>32</i>
<b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>34</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>36</b>
<b>Anexo I: Tablas .....</b>	<b>48</b>
<b>Anexo II: Figuras .....</b>	<b>62</b>

## TABLAS Y FIGURAS

<b>Tablas: Apéndice I .....</b>	<b>48</b>
Tabla 1: Datos biológicos de individuos monitoreados .....	48
Tabla 2: Datos biológicos de individuos con marca acústica .....	60
Tabla 3: Índice de residencia de individuos con marca acústica.....	61
Tabla 4: Valores de estadística circular para patrones día/noche.....	61
 <b>Figuras: Apéndice II .....</b>	 <b>62</b>
Figura 1:Área de estudio .....	62
Figura 2:Posicionamiento red de trasmallo durante el monitoreo.....	62
Figura 3:Medidas morfométricas tomadas durante el monitoreo.....	63
Figura 4:Relación de altura de la marea y abundancia.....	63
Figura 5:Relación de fase lunar y abundancia.....	64
Figura 6:Relación machos hembras .....	64
Figura 7:Longitudes registradas en cada zona de crianza .....	65
Figura 8:Composición por sexos y longitudes .....	65
Figura 9:Relación de neonatos y juveniles .....	66
Figura 10:Curva de crecimiento estimada para <i>C.limbatus</i> del Pacífico Este Tropical .....	66
Figura 11:Curva de crecimiento mensual para <i>C.limbatus</i> del Pacífico Este Tropical .....	67
Figura 12:Tallas mensuales de individuos monitoreados .....	67
Figura 13:Movimientos registrados de individuos con marcas internas .....	68
Figura 14:Detecciones registradas de cada marca acústica.....	69
Figura 15: Detecciones registradas de cada receptor instalado .....	69
Figura 16: Movimientos diales de individuos con marcas internas .....	70

## INTRODUCCIÓN

Los tiburones, junto con las rayas y quimeras, forman parte de la clase *Chondrychthyes*, referente a peces con un esqueleto cartilaginoso, es decir, superficialmente mineralizado por calcificaciones prismáticas (Carrier et al. 2004). Esta clase evolucionó de manera separada de los peces óseos durante la época del Paleoceno, hace 400 millones de años (Janig, 2010). Generalmente es aceptado que la clase *Chondrychthyes* es un grupo monofilético que se divide en dos taxones hermanos (Carrier et al. 2004): *Holocephali*, refiriéndose a las especies con una sola abertura branquial en cada costado de la cabeza: quimeras; y, *Elasmobranchii* peces con múltiples aberturas branquiales a ambos lados de la cabeza, a la que pertenecen los tiburones (Selachimorfos) y las rayas (Batoidea) (Klimley et al. 2013). Este es uno de los grupos más primitivos que habitan zonas de aguas profundas y costeras en todo el mundo (Grove & Lavenberg, 1997).

Existen 503 especies de tiburones registradas en el mundo (Klimley et al. 2013) divididos en 8 órdenes (Compagno et al. 2005) y se distribuyen en todos los océanos, teniendo la mayor abundancia y diversidad en hábitats de aguas continentales: templados y cálidos tropicales (Walker 1997; Janig, 2010) encontrándose incluso en estuarios y sistemas de agua dulce del mundo (Aguilar et al. 2005) .

Debido a que el patrón de historia de vida de los tiburones responde a estrategias del *tipo K* - teoría de selección reconocida por Hoenig and Gruber 1990 (Carrier et al. 2004) – es decir, especies caracterizadas por un gran tamaño al nacer, tasas de crecimiento lento, madurez sexual tardía y una baja tasa reproductiva, los convierte en un grupo altamente vulnerable a la explotación. Su importancia ecológica como especies clave - depredadores tope que mantienen la salud y estabilidad de las poblaciones de presas (Janig, 2010)

– y su rol de especies paraguas para la diversidad de hotspots (Hearn et al. 2008; Hirschfeld, 2013) generan que este grupo sea de gran importancia para la conservación del ecosistema marino.

A pesar de su importancia ecológica, estos depredadores han estado expuestos a una gran cantidad de amenazas y presiones por parte del ser humano (Baum et al. 2003). El declive o ausencia de estos depredadores puede generar una desestabilización de forma directa sobre la abundancia relativa de sus presas, pudiendo provocar un efecto *de cascada* tipo *top-down* (Myers et al. 2007; Field et al. 2011). Adicionalmente, podría afectar el comportamiento de especies de menor nivel trófico generando alteraciones en las funciones del ecosistema, como: reciclaje de nutrientes y la complejidad estructural del hábitat (Roberts 1995, Stevens et al. 2000, Heithaus et al., 2007; Ritchie y Johnson 2009; Ferretti et al. 2010; Field et al. 2011).

A nivel mundial, las poblaciones de tiburones han reducido drásticamente. Es así que estimaciones recientes han indicado que la explotación marina ha agotado comunidades de grandes peces depredadores por lo menos en un 90%, en los últimos 50 - 100 años (Myers & Worm, 2005). Sólo en el último medio siglo, las flotas pesqueras se expandieron rápidamente, resultando en capturas de tiburón dirigidas e incidentales por palangre. Se ha estimado que en el Atlántico Noreste, el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), el blanco (*Carcharodon carcharias*) y el tiburón zorro (*Alopias* spp.) han tenido un declive del 75% en los últimos 15 años (Baum et al. 2003). Las pesquerías de captura dirigida han incrementado y se han expandido dramáticamente en las últimas dos décadas, desde la aparición de las pesquerías comerciales de tiburón, específicamente pesquerías de aleteo asiáticas (Jaquet et al. 2008; Janig, 2010). Es así que, la producción estimada de aletas de tiburón en el año de 1997 fue de 6000 toneladas, mientras que, en 1998,

solamente en la ciudad de Hong Kong, se registró la importación de 7000 toneladas de aletas (Shotton, 2000; Aguilar *et al.* 2005)

Además de las presiones de la industria pesquera, los tiburones también están amenazados por la contaminación y la destrucción de su hábitat (Ferretti et al. 2008; Hirschfeld, 2013). Los hábitats costeros, específicamente las zonas de crianza, son áreas de aguas superficiales cerca de la costa donde tiburones neonatos y juveniles de varias especies encuentran protección ante depredadores, siendo zonas clave para la supervivencia y crecimiento de los recién nacidos y juveniles (Branstetter 1990; Castro 1993; Simpfendorfer and Milward 1993; Heupel et al. 2002). Debido al aumento de la población humana y a la tasa de modificación costera, estos hábitats también se encuentran amenazados. Se estima que dentro de pocos años la población humana que viva dentro de los 60km de costa será de 8 billones para el 2020, planteándose la posibilidad de cambios masivos en los hábitats costeros (DeMaster et al. 2001; Heithaus, 2007). La proximidad de estas zonas a sitios poblados genera un incremento en las presiones de pesca. Por ejemplo, se ha estimado altas tasas de mortalidad de tiburones punta negra (*C. limbatus*) en pesquerías que usan red de enmalle (Hueter et al. 2006) es así que en las últimas décadas, debido a la disminución de las poblaciones de tiburones, se han incrementado los estudios sobre la importancia de identificar áreas de crianza para generar e implementar medidas de conservación (Heupel et al. 2007).

## **La Reserva Marina de Galápagos**

Las Islas Galápagos están ubicadas en el Pacífico Este Tropical (PET) a 1000km de la costa continental del Ecuador. Las islas tienen origen volcánico y se caracterizan por tener acantilados y fondos marinos con cientos de metros de profundidad cerca de la costa (Hearn et al. 2010). Las condiciones ambientales de las islas varían con frecuencia ya que se encuentran influenciadas por varias corrientes oceánicas,

además que se ubican en el epicentro del Evento del Niño (Ruttenberg, 2001). Es por esto que el archipiélago presenta dos estaciones diferentes: la fresca y seca - caracterizada por constante garúa - y es causada por la Corriente fría de Humboldt que viene desde el sur, junto a la Corriente Surecuatorial (Hearn et al., 2010), y prevalece desde junio hasta noviembre. Por otra parte, la estación caliente y lluviosa es causada por la Corriente de Panamá que viene desde el norte, desde diciembre hasta mayo (Grenier, 2007). La corriente fría sub-superficial ecuatorial, Cromwell, choca en la parte occidental y meridional de la plataforma de Galápagos elevándose hasta la superficie, lo que genera afloramientos altamente productivos (Edgar et al., 2004). Las interacciones entre todas estas corrientes marinas, además del ensamblaje de peces de arrecife y macro-invertebrados (Edgar et al., 2004), generan cuatro áreas biogeográficas principales: norte lejano, norte, sudeste central y oeste – que incluye una subregion adicional, Elizabeth, caracterizada por un alto grado de endemismo marino - (Edgar et al., 2004)

Debido a las condiciones oceanográficas únicas que Galápagos presenta, además de su estratégica ubicación, el archipiélago es uno de los lugares con mayor concentración de especies endémicas marinas (Barry, 1995). Aproximadamente, de 460 especies de peces que se encuentran en la Reserva Marina, 51 son endémicas de las islas (Edgar et al., 2008). Se conoce que alrededor de 33 especies de tiburones (Hearn et al., 2014) son residentes o pasajeros de Galápagos (Hearn et al., 2008; Grove & Lavenberg 1997; Compagno et al., 2005).

Estas pueden habitar en aguas costeras y manglares (ej. *Triaenodon obesus*), en zonas pelágicas de manera frecuente alrededor de islotes y montes submarinos (ej. *Carcharhinus galapagensis* y *Sphyrna lewini*), y en aguas abiertas (*Rhincodon typus* y *Prionace glauca*) (Hearn et al., 2008).

La lista de especies de tiburones presentes en Galápagos, está siendo constantemente actualizada y revisada (Hearn et al. 2014). Por ejemplo, en 1995 fue descubierta *Bythaelurus giddingsi*, una especie de

tiburón muy pequeña que habita en las profundidades, aproximadamente a 600 metros (Hearn et al., 2008). Además, recientemente, se identificaron tres especies presentes en las islas: *Mustelus albiginnis*, el tiburón tigre de arena de dientes pequeños *Odontaspis ferox* y el tiburón espinoso de aguas profundas *Centrophorus squamosus*. (Acuña-Marrero et al. 2013).

### **El Tiburón Punta Negra (*Carcharhinus limbatus*)**

Esta especie de tiburón es cosmopolita, pero predomina en aguas tropicales, aunque estacionalmente, también se puede encontrar en regiones templadas. A pesar de que la mayoría de individuos se ha reportado en costas continentales también están presentes en islas oceánicas, y algunos se han encontrado muy lejos de la costa. Aun así, *C. limbatus* no parece ser una especie verdaderamente oceánica (Garrick, 1982). Es usualmente conocido por sus rápidos movimientos, pudiendo ser observada cerca de la superficie y, a menudo, saltando fuera del agua (Castro, 1996). Como caracteres distintivos, presenta un cuerpo moderadamente esbelto, un hocico largo, una primera aleta dorsal puntiaguda o muy redondeada y aletas pectorales falciformes. Su dorso es gris - bronce con una franja oscura longitudinal a los costados, y unas características manchas negras en las puntas de las aletas: dorsales, pélvicas, anal, pectoral y caudal; color que se va perdiendo al pasar los años (Branstetter, 1981). Castro (1996), al hacer un análisis de contenidos estomacales comprobó que la dieta de *C. limbatus* adulto está basada en pequeños peces óseos, rayas y pequeños tiburones (ej. *Rhizoprionodon terraenovae*, *Sphyma tiburo*). Igualmente, Heupel et al., (2002) al analizar la dieta de juveniles *C. limbatus* en Terra Ceia Bay – Florida, afirmó que se alimentan mayormente de peces teleósteos, siendo *Lagodon rhomboides* el más común, además de invertebrados como calamares, crustáceos, isópodos y camarones, incluso de otros elasmobranquios.

*Carcharhinus limbatus* demuestra un método de reproducción vivípara placentaria, con una gestación que dura aproximadamente un año; quizás con un ciclo bianual (Capapé, et al., 2004). Se conoce que los machos alcanzan su madurez sexual al medir, aproximadamente, 130 cm de longitud total con una edad aproximada de 4-5 años (Branstetter, 1987) cuando los pterigopodios están completamente calcificados (Castro, 1996). El desarrollo testicular presenta un cambio estacional: durante la época de apareamiento se evagina del lado del órgano epigonal y una vez que la época termina, se atrofia y presenta la forma de una línea, como en los juveniles (Castro, 1996). En el caso de las hembras, éstas alcanzan su madurez sexual cuando tienen como longitud total, aproximadamente, 150-155 cm y una edad aproximada de 7 a 8 años cuando presentan sus úteros ya desarrollados, además de la presencia de óvulos en desarrollo o maduros en el ovario. Pueden ser identificadas como hembras grávidas cuando hay presencia de huevos o embriones en el útero (Branstetter, 1987).

## **Zonas de Crianza**

Se ha demostrado que *C. limbatus* es una especie que utiliza bahías costeras poco profundas, donde neonatos y juveniles pasan por varios meses (Heupel et al., 2002). Estas áreas se han denominado como *zonas de crianza*, concepto que ha tenido varias definiciones en el pasar del tiempo, siendo Heupel et al., (2007) quien han propuesto una nueva definición que engloba tres criterios establecidos para considerar un área como una *zona de crianza*: i) Existe una mayor densidad de tiburones en esa área que en otras ii) La fidelidad de sitio es mayor que en otros lugares iii) El hábitat o área es utilizada de forma repetida a través de los años, mientras que otras no lo son. Investigaciones previas han sugerido que: el evitar depredadores y la abundancia de alimento, son las principales razones por las que poblaciones de tiburones usan las áreas de crianza (Branstetter, 1990; Castro; 1993) Aún así, Heupel & Heuter (2002) encontraron que la presencia de juveniles en la zona de crianza de Terra Ceia Bay, no estaba influenciada por la

presencia de densidad de presas, más bien sugieren que la elección de hábitat y la prevención de depredadores, son las principales razones de la importancia de las áreas de crianza para los juveniles.

## **Amenazas Dentro de la Reserva Marina de Galápagos**

Las Islas Galápagos son reconocidas mundialmente por su nivel de protección (Barragán et al. 2015). Fue en 1986 cuando se estableció como Reserva de Recursos Marinos, con el objetivo de controlar la pesca ilegal y la sobreexplotación de los recursos marinos, estableciendo usos múltiples dentro de la reserva (DPNG, 1998). En 1998, mediante la Ley Orgánica para la Conservación y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos - LOREG –,se amplía el área marina protegida y se crea la Reserva Marina de Galápagos (Guime, 2003; Janig 2010), estableciéndose la primera Área Marina Protegida en el Ecuador (Villalta, 2013) con 138 000 km<sup>2</sup> y 40 millas náuticas, medidas desde la línea base que une las islas principales y las aguas internas del archipiélago (Guime, 2003; Janig 2010). A través de la LOREG, se prohibió la pesca industrial dentro de la Reserva Marina, debido a que la creciente evidencia demostraba que un altísimo porcentaje del origen de aletas de tiburón del Ecuador provenían de las Islas Galápagos (Jacquet et al. 2008). A pesar que desde 1989 la pesca de tiburones, su transporte y la comercialización de sus productos derivados está prohibida en las islas (DPNG, 1998)) a través del Art. 8, numeral 151, Registro Oficial 194, 19 mayo 1989, y que desde el 2005 el aleteo es penalizado, (Murillo et al. 2007) la pesca incidental por parte de pescadores artesanales y la pesca ilegal dirigida, son aún un gran problema (Llerena, 2009). De manera particular, los tiburones neonatos y juveniles están amenazados por la pesca artesanal de mugílidos, llevada a cabo dentro de las bahías de manglar; hábitat indispensable como zonas de crianza para el desarrollo de tiburones en estadio juvenil (Llerena 2009; Hirschfeld, 2013). Generalmente, muy poca información acerca de la distribución, abundancia (Llerena, 2009) y movimientos (Hirschfeld, 2009) de los tiburones juveniles existe para la Reserva Marina de Galápagos

(Hearn et al., 2008), temas de gran importancia para evaluar las medidas de conservación dispuestas en las zonas de crianza.

## **Biotelemetría Acuática**

En los últimos años, se han desarrollado métodos avanzados para analizar los patrones de movimiento de animales acuáticos, siendo muy informativos en cuanto a temas de migración, selección de hábitat -entre otros - para tomar medidas sobre el diseño de reservas marinas y conservación de especies (Hooge et al. 2001). La telemetría acústica es una técnica de investigación que proporciona información sobre patrones de actividad y movimientos de animales acuáticos (Zeller, 1999) en escalas geográficas a corto y largo plazo (Sundström et al. 2001). Esta herramienta ha sido ampliamente utilizada por investigadores en varios campos, uno de ellos en estudios relacionados a la importancia de las zonas de crianza y varios aspectos de los tiburones juveniles. Por ejemplo, investigaciones de preferencias de hábitat de tiburones juveniles punta negra, *Carcharhinus limbatus* (Heupel et al. 2002), comportamiento de movimiento en tiburones neonatos *C.limbatus* (Heupel et al. 2012) y fidelidad de sitio de juveniles y neonatos *C.limbatus* a su zona de crianza (Hirschfeld, 2013), algunos de ellos, con el fin de evaluar la eficacia de las áreas protegidas para la preservación de poblaciones de tiburones (Hirschfeld, 2013).

Para el correcto funcionamiento de un receptor, se debe amarrar cada uno a una estructura, conformada por una base de cemento de 25 kg, a la que se ata un cabo de 2 metros con una boya sub-superficial (Hearn et al. 2010) tomando en cuenta 2 metros, aproximadamente, al nivel de la marea más baja. El rango de detección de los receptores varía mucho en relación a las condiciones físicas de los lugares de estudio. En el caso de las zonas de manglar, estas cumplen con las condiciones establecidas por VEMCO para un rango de detección de 400 metros: áreas de agua clara, fondos de arena o limo (fondos planos) y baja corriente (ver [www.vemco.com](http://www.vemco.com)), asumiendo 400 metros como el valor del rango de detección. Por otra

parte, las marcas acústicas son transmisores ultrasónicos que emiten señales codificadas a 69 KHz cada 45-90 segundos, y son captadas, únicamente, si el animal está dentro del rango del receptor. Los receptores registran la fecha y hora de cada detección de transmisores acústicos (VEMCO Ltd) aplicados a los tiburones juveniles, registrando únicamente la presencia o ausencia de cada individuo detectado, más no las posiciones exactas de los animales.

## Objetivos de Investigación

Siguiendo un estudio piloto llevado a cabo en 2009 en la Isla San Cristóbal (Llerena, 2009), donde se identificaron 4 zonas de crianza, se lleva a cabo esta investigación en cooperación con el Parque Nacional Galápagos y Galápagos Science Center, con el apoyo financiero de la Fundación Rufford, con el fin de conocer la abundancia y los movimientos – por telemetría acústica - de *C. limbatus* en cuatro de zonas de crianza. Es así que se han planteado las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Existe alguna relación significativa entre la abundancia y el estado de la marea y la fase lunar?
2. ¿Cuál es la abundancia de *C. limbatus* en cada zona de crianza y en cada temporada de muestreo?
3. ¿Existe un patrón de crecimiento de los individuos - mes a mes - en cada muestreo de las dos temporadas?
4. ¿Existe residencia y fidelidad de sitio de los individuos marcados, a su zona de crianza?
5. ¿Cuál es el patrón de movimientos que presentan día/noche?

El fin de este estudio es investigar la presencia de juveniles en zonas de manglar para resaltar la importancia – y la protección - de este hábitat en el desarrollo de los juveniles de *C. limbatus* dentro de la Reserva Marina de Galápagos. Además, a través de los resultados obtenidos de los movimientos, se podrá sugerir que se use este estudio como una guía para evaluar el nuevo esquema de zonificación de la Reserva Marina, tomando en cuenta las áreas más transitadas por los juveniles y sugiriendo que en estas zonas exista un control riguroso en cuanto a la pesca artesanal y sus artes para evitar una alta mortalidad de neonatos y juveniles por pesca incidental.

## MATERIALES Y METODOLOGIA

### Área de estudio

San Cristóbal (-0.48, -89.28) es una isla ubicada en la parte más oriental del archipiélago, con un área de 558km<sup>2</sup>, de los cuales el 15% es usado para actividades urbanas y rurales, y el 85% es Parque Nacional. Puerto Grande (-0.8003, -89.4700), ubicado al este de la isla, es una zona de manglar semi cerrada con una profundidad máxima de 8 metros, considerada como la zona de crianza, para *C. limbatus*, más importante dentro de San Cristóbal (Hirschfeld, 2013). Manglecito (-0.83088, -89.53917) y La Seca (-0.82527, -89.52301) ubicados al suroeste, además de La Tortuga (-0.71841, -89.39123), al noroeste de la isla, son zonas de manglar semicerradas que alcanzan una profundidad de no más de 6 metros, y también se han caracterizado como zonas de crianza para tiburones punta negra (Llerena, 2009)

### Instalación de la Matriz de Receptores Acústicos

A finales del mes de abril de 2016, se instalaron receptores acústicos VR2W (ver [www.vemco.com](http://www.vemco.com) para detalles) en las cuatro diferentes áreas de estudio (Fig.1) Para cada zona de manglar se ubicó un receptor en el centro de cada bahía, tomándose en cuenta que sean puntos en los que se reduzca al mínimo la intervención e interacción de actividades turísticas o de pesca artesanal. Los datos de los receptores fueron descargados cada 6 meses, realizando mantenimiento de la batería una vez por temporada (las baterías duran aproximadamente 15 meses).

## **Factores Abióticos**

Durante todos los muestreos, se tomó en cuenta la altura de la marea y la fase lunar. El tipo de sustrato en el que fue colocado la red fue observado a través de snorkeling, la altura de la marea fue calculada a través del método de duodécimos y la fase lunar fue revisada posteriormente en el candelario lunar del Instituto Oceanográfico de la Armada – INOCAR.

## **Monitoreo**

En las dos temporadas de monitoreo, 2016 y 2017, se llevó a cabo un muestreo de cada sitio al mes, repartido en dos días mensuales. En abril 2016, se colocaron los receptores en cada lugar de interés, mientras que el monitoreo empezó desde mayo hasta septiembre 2016 - en la transición de la época caliente hacia la fría - excluyendo octubre y noviembre, pero se incluyó diciembre 2016. Por razones de financiamiento, en la temporada 2017, únicamente se muestreó desde abril hasta julio – de la época caliente hacia la fría.

Para las actividades de monitoreo se utilizó una red de trasmallo de 100 metros de largo, 2 metros de ancho con ojo de malla de 3.5 pulgadas sobre la superficie (Fig.2) Se realizó un lance con un tiempo muy variable, de 1 a 2 horas, en cada lugar. En este tiempo se revisó la red manualmente cada 15 minutos, para asegurar que no existan tiburones u otros peces enredados. Cualquier pesca incidental se identificaba, se medía (longitud total y estándar) y se soltaba inmediatamente si seguía con vida.

Cuando un tiburón caía en la red, rápidamente se lo retiraba para proceder con las mediciones biométricas correspondientes. Se lo ubicó en un ictiómetro para tomar medidas de longitud total, furcal, estándar e interdorsal, además de su circunferencia (Fig.3) Se registró el sexo, y se reconoció si el individuo era un neonato o un juvenil del año, observando si la cicatriz umbilical estaba abierta o cerrada, respectivamente. Además, se tomó una pequeña muestra de aleta dorsal para futuros estudios genéticos. Se liberó al tiburón

en un tiempo promedio de un minuto y medio, todo este proceso siguiendo los protocolos establecidos por la Dirección del Parque Nacional Galápagos (ver Llerena et al. 2012 para detalles).

Después de dos temporadas, 2016 y 2017, 368 juveniles *C. limbatus* fueron capturados en las cuatro áreas de manglar; catalogadas como zonas de crianza. Para 2016: 118 hembras, 136 machos y, en 2017: 55 hembras, 59 machos.

### **Marcaje de Juveniles**

Dentro del proceso de monitoreo, se tomó una sub-muestra de 17 individuos durante abril de 2016: 16 en La Seca y 1 en Puerto Grande, equipándolos con transmisores ultrasónicos (Vemco Ltd. V13, 36mm de largo, 6gr en el agua, 147 dB, 760 días tiempo de vida) que emiten pulsaciones de  $69kHz$  cada 60-120 segundos. Mientras se utilizaba una manguera que bombeaba agua de mar para mantener el flujo de oxígeno en las branquias, de forma quirúrgica, a través de una incisión de 2-3 cm, se insertaron las marcas en el vientre de los individuos, específicamente en la cavidad peritoneal. Utilizando monofilamento quirúrgico biodegradable, se cerraron las incisiones con 2-3 suturas. Todo el procedimiento se llevó a cabo dentro de 5-10 minutos, colocando al tiburón en el agua al finalizar el marcaje, sosteniéndolo desde el borde de la lancha hasta que se recupere y pueda nadar por su cuenta.

# ANÁLISIS DE DATOS

## Monitoreo

### Estandarización de datos.

Debido a la variación de los meses muestreados y a los diferentes esfuerzos realizados entre temporadas, los datos fueron estandarizados para los análisis de abundancia. Únicamente se tomaron en cuenta los datos recolectados desde abril hasta julio de 2016 y 2017. Además, sólo se consideró una hora como unidad de esfuerzo para cada muestreo en las dos temporadas. Esta estandarización se hizo únicamente para poder calcular la abundancia por mes en cada zona de crianza, aun así, todos los datos recolectados en los muestreos fueron utilizados para el resto de análisis.

## Parámetros de Edad y Crecimiento

Los datos obtenidos, además de la literatura consultada, permitieron modelar un patrón de crecimiento para *C. limbatus* - específicamente del Pacífico Este Tropical - utilizando la ecuación de Von Bertalanffy, que considera la talla corporal como una función de la edad del individuo (Sparre y Venema, 1997), y el gráfico de Gulland y Holt.

La ecuación de Von Bertalanffy utiliza tres parámetros que se interpretan biológicamente: ( $L_{\infty}$ ) que se interpreta como la talla media que un pez muy viejo puede alcanzar, K que representa la rapidez con la que el pez alcanza  $L_{\infty}$  , y por último  $t_0$  que determina el momento en el que el pez tiene una talla cero (Sparre y Venema, 1997).

Para este estudio, se utilizó una longitud teórica máxima ( $L_{\infty}$ ) de 2.06 cm, que es la media proveniente de un estudio no publicado de Hearn et al., sobre marcaje de tiburones punta negra adultos en la Reserva Marina de Galápagos, mientras que el valor de  $K=0.19$ , proviene de Janig, 2010. La longitud total inicial

de los individuos al nacer  $LT_0 = 58$  cm, se basa en Llerena 2009, Janig, 2010 y Tavares, 2008, quienes describen a esta como una longitud promedio para la especie. Es necesario mencionar que, se tomó  $LT_0$  suponiendo que el individuo tiene una edad 0 (recién nacido).

## **Movimientos**

Los datos registrados en los receptores VR2W ubicados en cada zona de crianza, permitieron calcular la residencia y examinar los patrones de movimiento de *C. limbatus*.

Para cada uno de los 17 individuos con marcas acústicas, se calculó la duración del *track*, *previamente analizando* el número de días detectado.

$$Track\ length = [(Last\ detection - Tagging\ date)] + 1$$

Así mismo, se calculó el índice de residencia para cada individuo marcado:

$$Residency\ Index = \frac{Number\ of\ days\ detected}{Track\ length}$$

### **Patrones día/noche.**

Para analizar las horas en las que hubo mayor actividad dentro de las zonas de crianza, se utilizó el programa de Estadística Circular Oriana (ver [www.kovcomp.co.uk](http://www.kovcomp.co.uk)). Se determinaron las horas en que se registró la mayor cantidad de movimientos para conocer si existe un patrón de preferencia de los individuos, a través de Rao's Spacing Test – un valor de  $p < 0.01$  indica que no existe uniformidad en los datos -. Los cálculos de estadística básica, estadísticos descriptivos, se muestran en función del tiempo.

## RESULTADOS

### Factores Abióticos

En relación al tipo de sustrato, la mayor parte de individuos fueron capturados al colocar la red sobre un sustrato roco-arenoso. En muy pocos casos capturamos individuos en un sustrato puramente arenoso. Es por esto que no se le ha considerado una variable digna de análisis, ya que el mismo sustrato estaba presente al momento de lanzar la red en los cuatro sitios.

En cuanto a la relación del número de individuos capturados con respecto a la altura de la marea (Fig.4) y la fase lunar (Fig.5) no se observó ninguna fuerte influencia de estas variables. Los análisis de regresión no mostraron ninguna significancia, debido a que los datos son muy dispersos, además que los resultados del Modelo Lineal Generalizado arrojaron un valor  $p = 0,707$  para la altura de la marea, y un  $p = 0,389$  para la fase lunar, comprobando que el estado de la marea y la fase lunar no tienen una influencia en cuanto al número de individuos capturados en las zonas de crianza.

### Monitoreo

Dentro de las dos temporadas de muestreo, 2016 y 2017, se capturaron 368 individuos en las cuatro zonas de crianza. El ratio de sexos fue aproximadamente un patrón de uno a uno ( $\sim 1:1$ ), componiéndose por 47% hembras ( $n=173$ ) y 53% machos ( $n=195$ ) (Fig.6) Puerto Grande presentó la mayor cantidad de individuos; 152 en total, de los cuales, 150 fueron monitoreados, mientras que 2 se escaparon de la red, únicamente pudiendo reconocer sus sexos. 98 individuos fueron encontrados y monitoreados en La Seca, 74 en Tortuga y 44 en Manglecito ( $n=366$ ,  $LT_{media} = 71,75$  cm) (Fig.7 y 8). En cuanto a composición de edades el 84% ( $n=306$ ) de los individuos muestreados fueron juveniles del año (YOY), mientras que el

16% (n=60) fueron neonatos (NEO) (Fig.9). Los juveniles del año fueron capturados indistintamente en todas las zonas de crianza y en todas las épocas de las dos temporadas, mientras que los neonatos fueron capturados, en su mayoría, en Puerto Grande durante los meses de abril hasta junio 2017. Los dos individuos más pequeños registrados, un macho y una hembra, durante el monitoreo de mayo 2017, presentaron una LT= 52cm, siendo un dato bastante curioso ya que los neonatos más pequeños de esta especie han sido reportados hasta de 58 cm para las Islas Galápagos (Llerena 2009, Janig, 2010 & Hirschfeld, 2013). Por otra parte, el individuo más grande que se registró, correspondía a un macho de LT=110 cm encontrado en mayo 2017 en La Seca. (Tabla 1)

### **Patrones de Edad y Crecimiento**

El modelo gráfico de crecimiento para *C. limbatus* del Pacífico Este Tropical, inicia con una edad cero y 58 cm de longitud total para machos y hembras, y una longitud total máxima teórica de 2.06 m a los 20 años (Fig. 10). Por otra parte, la curva de crecimiento para neonatos y juveniles hasta los 2 años, muestra sus longitudes totales aproximadas en cada mes. Se puede ver que el crecimiento mensual de los individuos es de, aproximadamente, 2 a 3 cm al mes, comprobando que sí existe un patrón de crecimiento de los individuos mes a mes (Fig.11). Al comparar esta curva teórica con el gráfico de caja, correspondiente a los datos registrados en los muestreos dentro de las cuatro zonas de crianza (Fig.12), podemos ver que el modelo se podría ajustar a la realidad. En el diseño de la curva no se tomó en cuenta diferencias de longitudes totales entre sexos.

## Movimientos

Se marcaron 17 individuos con transmisores acústicos: 16 en La Seca y 1 en Puerto Grande (Tabla 2). El individuo 3 nunca emitió señales desde que fue marcado, lo cual podría indicar migración, falla del transmisor, o mortalidad del sujeto. Para los 16 restantes, la mayoría registraron movimientos entre diferentes bahías (Fig.13) Los individuos número 1, 4, 7, 9, 10, 13,14 y 16 se movieron de su área de crianza primaria, La Seca, hasta otra área de crianza equipada con un receptor – Puerto Grande o Manglecito – Los individuos número: 2, 3, 5 y 8 hicieron movimientos exploratorios a otro lugar desconocido, o tal vez a uno conocido pero sus movimientos estaban fuera del rango del receptor y no fueron detectados, pero siempre regresaron a su área de crianza primaria. Se puede ver que desde el mes de diciembre de 2016 hasta enero 2017 hay una brecha o un *gap* que coincide para 5 individuos, número: 1, 3, 4, 6 y 8, sin conocer el lugar al que se mueven; después de esta brecha temporal, los individuos vuelven a su zona de crianza principal.

Para cada uno de los individuos se calculó el índice de residencia, teniendo como resultado un alto índice para los individuos número: 2, 9, 12, 14 y 16, con movimientos exploratorios bastante espaciados y pasando tiempos largos en su zona de crianza primaria (Tabla 3). Por otra parte, se observa un alto nivel de fidelidad de sitio de la mayor parte de los individuos marcados; existen movimientos hacia otras bahías, pero siempre regresan a sus zonas de crianza principal. Así se comprueba que sí existe residencia y fidelidad de sitio a sus zonas de crianza.

Los números de detecciones de cada individuo marcado se observan en la figura 14, donde los individuos 4 y 9 han sido los que registraron mayor cantidad de movimientos: 5231 y 5123 detecciones respectivamente, a diferencia del resto, con un máximo de 2176 detecciones - individuo 14- y como mínimo, 6 detecciones del individuo 11. El receptor que detectó una mayor cantidad de movimientos fue

el de La Seca, esto porque 16 individuos de 17, fueron marcados en este lugar (fig. 15), a diferencia del receptor en La Tortuga donde no hubo ninguna detección.

### **Patrones Día/Noche**

En la figura 16 se puede ver que la mayor cantidad de detecciones dentro de las zonas de crianza se da entre 6:00am - 8:00pm, mientras que en el resto de la noche y madrugada se registran menos, dentro de las zonas de crianza. La hora pico de movimiento es de 10 a 11 de la mañana, mostrando que la concentración de datos: 0,464 es bastante variable debido al corto tamaño del vector: 0,226 , aun así, se ubica entre las 11:15 de la mañana, con un intervalo de confianza de  $\pm 95\%$  para las 11:05 – 11:26, y de  $\pm 99\%$  para las 11:01 – 11:30. La prueba estadística de *Rao's Spacing Test* muestra un  $p < 0,01$  indicando que el ingreso de cada individuo a las zonas de crianza es direccionado, existiendo una variabilidad en preferencias de cada individuo (Tabla 4).

# DISCUSIÓN

## Factores Abióticos y Monitoreo

Ya que los monitoreos se llevaron a cabo desde abril, para la primera y segunda temporada, el 84% de los individuos capturados fueron juveniles del año y únicamente el 16% correspondió a neonatos. En contraste con lo encontrado por Janig (2010) en la Isla Santa Cruz - RMG, quién en su mayoría registró neonatos para sus muestreos llevados a cabo desde noviembre hasta marzo, sugiriendo que el alumbramiento tiene lugar en el verano; a finales de diciembre. La presencia de juveniles y recién nacidos está fuertemente relacionada con el aumento de la temperatura del agua en el verano (Llerena, 2009; Janig, 2010). El estudio de Tavares (2008) confirma la importancia de la temperatura en la presencia de neonatos y juveniles, registrando un pico de abundancia de *C. limbatus* recién nacidos en los meses más calientes en el archipiélago de Los Roques, Venezuela. Así mismo, Castro (1996), encontró que la desaparición de neonatos y juveniles *C. limbatus* coincide con la disminución de la temperatura superficial del agua, en Bulls Bay – Carolina del Sur. Otros factores como la profundidad y el sustrato también parecen tener relación con su abundancia. Se cree que la preferencia de zonas de agua poco profunda (<3m) está estrechamente relacionada con la evasión de depredadores, siendo el factor más importante en la selección del hábitat (Heupel & Heuter 2002; Heupel & Simpfendorfer 2005; Janig, 2010; Hirschfeld 2013). Esto se refleja en la selección del sustrato, encontrándose individuos en un sustrato roco-arenoso y puramente de arena, más no en uno rocoso. Esta preferencia de zonas podría estar relacionada con la mayor turbidez generada en este tipo de hábitat, aportando a la evasión de depredadores (Holland et al 1993; Hirschfeld, 2013). Los parámetros de fase lunar y marea demostraron no tener una influencia detectable en la abundancia de neonatos y juveniles, para este estudio. Por el contrario, Llerena (2009) encontró que la marea alta es un determinante para la mayor captura de individuos. Por otra parte, Janig (2010) no

evidenció ninguna correlación entre el estado de la marea y el número de capturas, indicando que el régimen de mareas tiene una mínima influencia en la presencia y actividad de los individuos.

## Patrones de Edad y Crecimiento

La talla de nacimiento registrada (al asumir una cicatriz umbilical totalmente abierta) fue de 58 a 65 cm LT, resultados que concuerdan con lo expuesto por Compagno (2005), Tavares (2008), Llerena (2009), Janig (2010) y Hirschfeld (2013) para esta especie en América. Sin embargo, se encontraron dos individuos que presentaron una talla de nacimiento mucho menor, 52 cm LT - resultados no registrados en ningún otro estudio dentro de las Islas Galápagos - muy similar a las tallas de las camadas de neonatos punta negra colectadas por Clark and von Schmidt (1965) y Branstetter (1981, 1986), registrándolos como los individuos *C.limbatus* más pequeños.

Al analizar los parámetros necesarios, según la literatura, para calcular la gráfica de Gulland and Holt, se encontró que la longitud teórica máxima ( $L_{\infty}$ ) para *C. limbatus*, en el Océano Atlántico Norte, es de 176cm – en sexos combinados – una K de 0.274 años<sup>-1</sup> y  $t_0 = -1.2$  años (Branstetter, 1987). Aun así, Carlson et al. (2006), encontró diferencias de los parámetros de Von Bertalanffy entre poblaciones del Golfo de México y de la costa oceánica entre Carolina del Norte y Florida – *South Atlantic Bight* -. Para el Golfo de México se describe un  $L_{\infty} = 141.6$  cm LF, K =0.24 años<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.18$  años -para hembras - mientras que para machos:  $L_{\infty} = 126$  cm LF, K =0.27 años<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.21$  años. Por otra parte, los parámetros para *South Atlantic Bight* corresponden a:  $L_{\infty} = 158.5$  cm LF, K =0.16 años<sup>-1</sup> y  $t_0 = -3.43$  años -para hembras - mientras que para machos:  $L_{\infty} = 147.4$  cm LF, K =0.21 años<sup>-1</sup> y  $t_0 = -2.58$  años; existiendo diferencias significativas de las curvas de crecimiento de Von Bertalanffy entre ambos sexos. Por otra parte, los parámetros para la población de *C.limbatus* del Pacífico Este Tropical, son muy diferentes. Un estudio de Hearn et al (no publicado), registró tiburones punta negra en las Islas Darwin y Wolf – Reserva Marina de Galápagos - de hasta 2,4 metros LT, tomándose este parámetro como  $L_{\infty}$ . Las diferencias

presentadas en los parámetros podrían deberse a la disimilitud en las zonas geográficas o a las diferencias en las distintas latitudes (Tavares, 2008).

Es así que, los resultados de la curva de Gulland and Holt para este estudio, describen el crecimiento de los juveniles de *C. limbatus* como una función lineal. Investigaciones llevadas a cabo sobre crecimiento de juveniles *C. limbatus* en el archipiélago Los Roques, Venezuela (Tavares, 2008) y *C. obscurus* en el sudeste de Australia (Simpfendorfer, 2000), también mostraron que el crecimiento en los primeros años de vida corresponde a un modelo lineal. Según los resultados del presente estudio, los individuos muestran un crecimiento mensual de 2 a 3 centímetros para el primer año de vida. Lo registrado representa un crecimiento más rápido de los juveniles, que lo reconocido por Barry et al (2008) y por Branstetter (1987). Después de haber muestreado en los mismos meses durante 2016 y 2017, se puede observar que, para la segunda temporada de muestreo, hay individuos mucho más grandes que los registrados en la primera. Esta presencia podría explicarse como juveniles de la cohorte anterior que, debido a su filopatría, en los subsecuentes años retornan a las áreas en las que nacieron, o que posiblemente nunca se fueron (Castro 1996; Heupel & Hueter 2001; Heupel and Simpfendorfer 2002).

## Movimientos

Todos los individuos que fueron marcados concentraron sus movimientos dentro de su zona de crianza primaria, aun así, para la mayoría se registraron movimientos exploratorios hacia otras bahías cercanas. Únicamente 4 individuos neonatos no presentaron ningún movimiento hacia otra bahía, permaneciendo en su zona de crianza. Esto es muy similar a lo encontrado por Hirschfeld (2013) en donde los neonatos son los únicos que nunca dejaron su bahía para salir hacia sitios menos protegidos, presentando un *home range* más pequeño comparado con el de los juveniles. En este estudio, se registraron movimientos exploratorios para 12 individuos, quienes se movieron hacia otras bahías cercanas, pero siempre retornaron a la zona de crianza donde fueron marcados, mostrando una alta fidelidad de sitio. Este tipo de excursiones pueden ser explicadas como un cambio ontogenético en el uso del hábitat (Heupel et al. 2004) lo que genera un aumento en el comportamiento exploratorio en los individuos, atribuido a varios factores como: aumento de la competencia intra-específica por recursos, cambios en los requerimientos de la dieta, mayor riesgo en ser depredados, entre otros (Mittelbach, 1986).

Además, se encontró que dentro del mes de diciembre de 2016 hasta enero 2017 hay una brecha temporal o un *gap*, donde 5 individuos dejan su zona de crianza al mismo tiempo en estas fechas para moverse a otra bahía no identificada. Las fechas registradas son las correspondientes al período de alumbramiento de las hembras en las zonas de crianza. Por el momento, al no contar con los datos adecuados, no se conoce si existe alguna relación entre el alumbramiento y el movimiento de algunos juveniles a otras zonas. Datos adicionales son necesarios para aclarar este evento registrado.

### **Patrones día/noche.**

Se encontró que la mayor cantidad de detecciones fueron registradas en el día, desde las 6am hasta las 6pm, reduciendo las detecciones en la bahía en horas de la noche y de la madrugada. Heupel and Simpfendorfer (2005) encontraron que los juveniles se agregan en el día para evitar ser depredados, mientras que en la noche se dispersan, posiblemente como un comportamiento de alimentación. Barry et al. (2008) encontró que la evasión de depredadores también puede ser una razón por la que los juveniles presentan un pico de forrajeo durante las horas de obscuridad. El aumento de la actividad de forrajeo durante la noche y en horas crepusculares, ha sido registrado por Hernández (2017) en tiburones martillo (*S. lewini*) en el islote Mosquera –Reserva Marina de Galápagos -, sugiriendo que, para esta población, los individuos descansan en la mañana y se alimentan durante horas de obscuridad.

### **Importancia de las Zonas de Crianza**

La diferencia de abundancia en cada zona de crianza puede evidenciarse en Puerto Grande, donde encontramos la mayor cantidad de individuos: 41,3% de las capturas totales. Esta zona cumple con los tres criterios establecidos por Heupel et al. 2007. i) Los tiburones son más comúnmente encontrados en esa área que en otras: Llerena (2009, 2015), Hirschfeld (2013) y el presente estudio, reportan una alta abundancia de individuos en Puerto Grande, distinguiéndolo de otras zonas. ii) Tendencia de los individuos de retornar por largos períodos: lo que se evidencia en los estudios de Hirschfeld (2013) y en este estudio, donde los individuos regresan a sus zonas de crianza principal después de explorar otras zonas. iii) El área es usada repetidamente a través de los años: esta zona de estudio ya ha sido catalogada como una zona de crianza por varios años (Llerena, 2009, Llerena et al. 2015 y Hirschfeld, 2013), evidenciándolo también es este estudio.

Para el resto de las zonas de crianza, se evidenció una tasa de abundancia más baja; para La Seca: 26.6% de todas las capturas. A pesar que no es una abundancia tan alta, a través del monitoreo y la telemetría acústica, se evidenció una gran cantidad de detecciones de los individuos marcados en ese lugar, mostrando una alta fidelidad de sitio y una alta residencia. Este sitio ya ha sido evaluado como una zona de crianza por Llerena 2009 y en este estudio se confirma. Para La Tortuga y Manglecito, la tasa de abundancia fue mucho menor, 20.12% y 11.96%, respectivamente. No se encontró presencia de individuos marcados en La Tortuga, quizás porque es un sitio mucho más alejado de la zona en la que los individuos fueron marcados, y no se evidenció ninguno visitando el lugar. Aun así, este lugar ya ha sido calificado como una zona de crianza por Llerena 2009. Por otra parte, Manglecito, presentó una abundancia muy baja, con pocas capturas, y pocos registros de movimientos. Se observó que los individuos visitan esta zona de manera esporádica, siendo un área de refugio dentro de sus movimientos exploratorios. Sims (2010) sugiere que los juveniles buscan zonas con condiciones similares a sus zonas de crianza principales, probablemente para reducir la competencia intraespecífica. Aun así, se piensa que este lugar no cumpliría con los parámetros establecidos por Heupel et al. 2007 para consagrarse como un área de crianza. Datos adicionales son necesarios para corroborar esta hipótesis.

### **Aplicación de Marcas Internas**

El método de aplicación de marcas internas ha sido muy utilizado en varios estudios como una técnica muy efectiva para conocer los movimientos a largo plazo de varias especies (Heupel and Simpfendorfer, 2002; Heupel et al. 2012; Hearn et al. 2010; Ketchum et al. 2014). En este estudio, 17 individuos fueron implantados quirúrgicamente con marcas ultrasónicas; uno de ellos nunca emitió señales. Por otra parte, 4 individuos dejaron de emitir señales a los 2 meses de haber sido marcados. Esto podría deberse a alguna falla del transmisor, movimientos fuera del rango de detección de los receptores o a otras áreas que no cuentan con ellos, o mortalidad de los individuos (natural o por pesca), muy similar a los registrado por

Garla et al. 2006. Hoenig and Gruber (1990) han sugerido que los rangos de mortalidad para tiburones juveniles son mayores en el primer año de vida, muy similar a lo encontrado por Heupel & Simpfendorfer (2002), quienes describen que las primeras 15 semanas son las más críticas para la supervivencia de los neonatos *C. limbatus* en Terra Ceia Bay.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los patrones de movimiento, parámetros de crecimiento y preferencia de hábitat demuestran la gran importancia de las zonas de crianza para *C. limbatus* durante el primer año de vida. Se ha podido evidenciar que factores abióticos como la altura de la marea y la fase lunar no tienen una influencia en la presencia de los neonatos y juveniles dentro de las zonas de crianza, aun así, el sustrato demostró tener cierta importancia en el proceso de selección de hábitat (Hirschfeld, 2013). Se recomienda llevar a cabo mayor cantidad de estudios que relacionen la temperatura y la salinidad, para conocer cuáles son las preferencias de esta especie en cuanto a estos factores abióticos; muy importantes para hipotetizar a dónde se mueven los individuos cuando las condiciones cambian.

Neonatos y juveniles *C. limbatus* pertenecientes a la Reserva Marina de Galápagos demuestran tener un crecimiento mucho más rápido que para otras regiones, además que su crecimiento en etapas juveniles corresponde a un modelo lineal. Se sugiere llevar a cabo monitoreos en los meses de alumbramiento para conocer el proceso completo de crecimiento. Además, se recomienda hacer estudios de captura – recaptura para modelar una curva de crecimiento mucho más sólida y ajustada a la realidad, además que revelará información muy interesante sobre la edad a la que estos individuos salen de las zonas de crianza. Una alta fidelidad de sitio y un alto índice de residencia, respaldan el gran valor que tienen las zonas de crianza para el desarrollo de los tiburones punta negra.

Los movimientos exploratorios presentados demuestran ser un comportamiento innato en los individuos juveniles ya que son catalogados como un cambio ontogenético a pequeña escala en cuanto al uso del hábitat (Sims, 2010). Se ha podido evidenciar una alta conectividad entre La Seca y Puerto Grande, catalogadas como zonas de crianza. Por su parte, La Tortuga demostró no tener conectividad con las áreas antes mencionadas, pensando que, al estar más alejada que el resto, restringe el movimiento de los

individuos hacia este lugar. Los resultados de este estudio sugieren que Manglecito es un área que no cumple con los parámetros establecidos por Heupel 2007 para calificarse como una zona de crianza. Se sugiere llevar a cabo mayor cantidad de estudios en este lugar para verificar si esta zona podría catalogarse como zona de crianza. Además, se propone que en futuros estudios se lleve a cabo marcaje de los individuos en las cuatro zonas estudiadas, así se plasmarán mejores resultados en cuanto a patrones de movimiento y conectividad de las zonas.

Los resultados de este estudio ofrecen información espacial que podrían guiar, de cierta manera, a la protección de las áreas más utilizadas por los neonatos y juveniles punta negra dentro de la Isla San Cristóbal – RMG. Se sugiere que se evalúe un posible establecimiento de zonas no extractivas para las áreas de crianza y áreas de tránsito de juveniles, con el fin de evitar una alta mortalidad por pesquería artesanal de mugílidos, registrado por Llerena 2009. Es necesario continuar con el esfuerzo de identificar zonas de crianza dentro de la isla con el fin de proteger estadios de vida juveniles de esta especie, además de conservar hábitats cruciales y de alto valor ecológico.

## REFERENCIAS

- Acuña-Marrero, D., Zimmerhackel, J. S., Mayorga, J., & Hearn, A. (2013). First record of three shark species, *Odontaspis ferox*, *Mustelus albiginnis* and *Centrophorus squamosus*, from the Galápagos Islands. *Marine Biodiversity Records*, 6.
- Aguilar, F., Chalén, X. & Villón, C. (2005). Plan de Acción Nacional de Tiburones. *Instituto Nacional de Pesca*. Ecuador: 18 pp
- Barragán, M. & Chuenpagdee, R. (2015). Governability assessment of the Galapagos Marine Reserve. *Maritime Studie*, 14:13.
- Barry, J. (1995). Memorandum: Seizure of Galápagos Park and Charles Darwin Research Station. Charles Darwin Foundation, 3pp.
- Barry, K. & Condrey, R. (2008) Feeding ecology and growth of neonate and juvenile blacktip sharks *Carcharhinus limbatus* in the Timbalier–Terrebone Bay complex, LA, USA. *Journal of Fish Biology*, 73, 650–662
- Baum, J., Myers, A., Kehler, D., Worm b., Harley, S. & Doherty, P. (2003). Collapse and Conservation of Shark Populations in the Northwest Atlantic. *Science*, 299, 389-92.
- Branstetter, S. (1981). Biological notes on the sharks of the north central Gulf of Mexico. *Contributions in Marine Science (USA)*

- Branstetter, S., & McEachran, J. D. (1986). *Age and growth of four carcharhinid sharks common to the Gulf of Mexico: a summary paper*. Sea Grant College Program, Texas A & M University
- Branstetter, S. (1987). Age and Growth Estimates for Blacktip, *Carcharhinus limbatus*, and Spinner, *C. brevipinna*, Sharks from the Northwestern Gulf of Mexico. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH)*, 1987(4), 964-974.
- Branstetter, S (1990). Early life-history implications of selected carcharinoid and lamnoid sharks of the Northwest Atlantic. *NOAA. Technical Reports NMFS* 90, 17–28
- Capapé, C. S. (2004). Reproductive biology of the blacktip shark, *Carcharhinus limbatus* (chondrichthyes: carcharhinidae) off West and North African Coasts. *Cybium*, 28(4), 275-284.
- Castro, J. (1993). The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the south-western coast of the United States. *Environmental Biology of Fishes*, 38, 37–48.
- Castro, J. I. (1996). Biology of the blacktip shark, *Carcharhinus limbatus*, off the southeastern United States. *Bulletin of marine science*, 59,3,508-522.
- Carrier, J., Musick, J., & Heithaus, M. (2004). *Biology of Sharks and their Relatives* (1st ed., pp. 3-31). Boca Ratón: CRC Press.

Carlson, K., Sulikowski, J., & Baremore, E. (2006). Do differences in life history exist for blacktip sharks, *Carcharhinus limbatus*, from the United States South Atlantic Bight and Eastern Gulf of Mexico? *Environmental Biology of Fishes*, 77(3-4), 279-292.

Clark, E., & Von Schmidt, K. (1965). Sharks of the central Gulf coast of Florida. *Bulletin of Marine Science*, 15(1), 13-83.

Compagno, L., Dando, M., & Fowler, S. (2005). Sharks of the world. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 368 pp.

DeMaster, D, Fowler, C., Perry, S. & Richlen, M. (2001). Predation and competition: the impact of fisheries on marine-mammal populations over the next one hundred years. *Journal of Mammalogy*, 82, 641–651

Dirección del Parque Nacional Galápagos. (1998). Plan de Manejo de Conservación y Uso Sustentable para la Reserva Marina de Galápagos. Santa Cruz. 109 pp.

Edgar, G. (2004). Regional biogeography of shallow reef fish and macro-invertebrate communities in the Galapagos archipelago. *Journal of Biogeography*, 31, 1107–1124.

Edgar, G., Bustamante, R., Fariña, J., Calvopiña, M., Martínez, C. & Toral-Granda, M. (2004). Bias in evaluating the effects of marine protected areas: the importance of baseline data for the Galapagos Marine Reserve. *Environmental Conservation*, 31(3), 1-7.

Edgar, G. (2008). Conservation of threatened species in the Galapagos Marine Reserve through identification and protection of marine key biodiversity areas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18,955-968.

Shotton, R. (Ed.). (2000). Use of Property Rights in Fisheries Management: Proceedings of the FishRights99 Conference, Fremantle, Western Australia, 11-19 November 1999 (Vol. 2). Food & Agriculture Org.

Ferretti, F., Myers, R., Serena, F. & Lotze, H. (2008) Loss of large predatory sharks from the Mediterranean Sea. *Conservation biology: the journal of the Society for Conservation Biology*, 22, 952–64

Ferretti, F., Worm, B., Britten, G. L., Heithaus, M. R., & Lotze, H. K. (2010). Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology letters*, 13(8), 1055-1071.

Filmalter, J., Dagorn, L. & Cowley, P. (2013). Spatial behaviour and site fidelity of the sicklefin lemon shark *Negaprion acutidens* in a remote Indian Ocean atoll. *Marine Biology*, 160, 2425-2436.

Field, I., Meekan, M., Speed, C., White, W., & Bradshaw, C. (2011). Quantifying movement patterns for shark conservation at remote coral atolls in the Indian Ocean. *Coral Reefs*, 30(1), 61-71.

Garla, R., Chapman, D., Wetherbee, B. & Shivji, M. (2006) Movement patterns of young Caribbean reef sharks, *Carcharhinus perezi*, at Fernando de Noronha Archipelago, Brazil: the potential of marine protected areas for conservation of a nursery ground. *Marine Biology*, 149, 189–199.

Garrick, J. (1982). *Sharks of the genus Carcharhinus*. NOAA - Technical Report. 34, 1-194.

Grenier, C. (2007). *Conservación contra natura. Las islas Galápagos* (Vol. 233). Editorial Abya Yala.

Grove, J. S. & Lavenberg, R. (1997). The Fishes of the Galápagos Islands. *Stanford University Press*, Stanford: 863 pp.

Guime, M. (2003). *La Reserva Marina de Galápagos*. Santa Cruz Galápagos, Ecuador, pp.14:  
*Dirección del Parque Nacional Galápagos*.

Hearn, A., Ketchum, J., Shillinger, G., Klimley, P. y Espinoza, E. (2008). Programa de Investigación y Conservación de Tiburones en la Reserva Marina de Galápagos. Reporte Anual 2006-2007. *Fundación Charles Darwin*, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador 114 pp.

Hearn, A., Ketchum, J., Klimley, P., Espinoza, E., y Peñaherrera, C. (2010). Hotspots within hotspots? Hammerhead shark movements around Wolf Island, Galapagos Marine Reserve. *Marine Biology*, 1899-1915.

Heithaus, M. (2007). Nursery Areas as Essential Shark Habitats: A Theoretical Perspective. *American Fisheries Society Symposium*, 50, 3-13.

Hearn, A., Ketchum, J., Klimley, P., Espinoza, E. & Peñaherrera, C. (2010). Hotspots within hotspots? Hammerhead shark movements around Wolf island – Galapagos Marine Reserve. *Marine Biology*, 157, 1899 – 1915.

Hearn, A., Acuña, D., Ketchum, J. T., Peñaherrera, C., Green, J., Marshall, A. & Shillinger, G. (2014). Elasmobranchs of the Galapagos marine reserve. *Springer*, New York, pp. 23-59.

Hernández, M. & Hearn, A. (2017). Movimientos de sub – adultos de tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, en las Islas Galápagos. Quito: *Universidad San Francisco de Quito*

Heupel, M., & Hueter, R. (2001). Use of an automated acoustic telemetry system to passively track juvenile blacktip shark movements. In *Electronic tagging and tracking in marine fisheries* (pp. 217-236). Springer, Dordrecht.

Heupel, M. & Hueter, R.E. (2002). Importance of prey density in relation to the movement patterns of juvenile blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus*) within a coastal nursery area. *Marine and Freshwater Research*, 53, 543-550.

Heupel, M. & Simpfendorfer, C. (2002). Estimation of mortality of juvenile blacktip sharks, *Carcharhinus limbatus*, within a nursery area using telemetry data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59, 624–632.

Heupel, M., Simpfendorfer, C. a. & Hueter, R.E. (2004) Estimation of Shark Home Ranges using Passive Monitoring Techniques. *Environmental Biology of Fishes*, 71, 135–142.

Heupel, M., & Simpfendorfer, C. a. (2005) Quantitative analysis of aggregation behavior in juvenile blacktip sharks. *Marine Biology*, 147, 1239–1249.

Heupel, M., Carlson, J. & Simpfendorfer, C. (2007). Shark nursery areas: Concepts, definition, characterization and assumptions. *Marine Ecology Progress Series*, 337, 287-297.

Heupel, M., Yeiser, B., Collins, A., Ortega, L. & Simpfendorfer, C. (2010). Long-term presence and movement patterns of juvenile bull sharks, *Carcharhinus leucas*, in an estuarine river system. *Marine and Freshwater Research*, 61, 1-10.

Heupel, M., Simpfendorfer, C., Olsen, E. & Moland, E. (2012). Consistent movement traits indicative of innate behavior in neonate sharks. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 432- 433, 131-137.

Hirschfeld, M. (2013). Habitat use and movement patterns of juvenile and neonate blacktip sharks, *Carcharhinus limbatus* in nursery areas on SanCristobal Island, Galapagos. Quito: *Universidad San Francisco de Quito*.

Hoenig, J.M., and Gruber, S.H. (1990). Life-history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. *NOAA. Tech. Rep. NMFS*, **90**: 1–16.

Holland, K., Wetherbee, B., Peterson, J. & Lowe, C. (1993) Movements and distribution of hammerhead shark pups on their natal grounds. *Copeia*, 1993, 495–502.

Hooge, P., Eichenlaub, W. & Solomon, E. (2001). Using GIS to Analyze Animal Movements in the Marine Environment. Glacier Bay: The Animal Movement Program.

Hueter, R., Manire, C., Tyminski, J., Hoenig, J. & Hepworth, D. (2006) Assessing Mortality of Released or Discarded Fish Using a Logistic Model of Relative Survival Derived from Tagging Data. *Transactions of the American Fisheries Society*, 135, 500–508

Jacquet, J., Alava, J., Ganapathiraju, P., Henderson, S. & Zeller, D. (2008). In hot soup: sharks captured in Ecuador's waters. *Environmental Sciences*, 5:4, 269-283

Jaenig, M. (2010). Sharks (Selachii) in mangrove-fringed habitats of the Galapagos Marine Reserve (GMR) with implications for management and conservation. Bremen: *Universitat Bremen*.

Ketchum, J., Hearn, A., Klimley, A., Espinoza, E., Peñaherrera, C. & Largier, J. (2014). Seasonal changes in movements and hábitat preferences of the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) while refuging near an oceanic island. *Marine Biology*, 161, 755-767

Klimley, A. P. (2013). *The biology of sharks and rays*. University of Chicago Press

Llerena, Y. (2009). Identificación de tiburones juveniles y caracterización de sus hábitats en las zonas costeras de pesca de la Isla San Cristóbal - RMG. Guayaquil: *Universidad de Guayaquil*.

Llerena, Y. E. (2012). Manual para el monitoreo y marcaje en tiburones juveniles de las zonas de manglar de la Reserva Marina de Galápagos. Puerto Ayora: *Dirección del Parque Nacional Galápagos*

Merson, R. & Pratt, H. (2001). Distribution, movements and growth of Young sandbar sharks, *Carcharhinus plumbeus*, in the nursery grounds of Delaware Bay. *Environmental Biology of Fishes*, 61, 13-24

Mittelbach, G. (1986). Predator-mediated habitat use: some consequences for species interactions. *Environmental Biology of Fishes*, 16(1-3), 159-169.

Murillo, J.C. & Reyes, H. (2007). Esfuerzos de control de pesca ilícita en la Reserva Marina. Informe Galápagos 2006-2007. *Fundación Charles Darwin*, 23-30.

Myers, R., & Worm, B. (2005). Extinction, survival or recovery of large predatory fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 360(1453), 13-20.

Myers, R., Baum, J.K., Shepherd, T., Powers, S. & Peterson, C. (2007) Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science* (New York, N.Y.), 315, 1846–50.

Papastamatiou, Y., Lowe, C., Caselle, J. & Friedlander, A. (2009). Scale – dependent effects of habitat on movements and path structure of reef sharks at a predator-dominated atoll. *Ecology*, 90(4), 996-1008.

Ritchie, E., & Johnson, C. (2009). Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecology letters*, 12(9), 982-998.

Roberts, C. M. (1995). Effects of fishing on the ecosystem structure of coral reefs. *Conservation biology*, 9(5), 988-995. Ruttenberg, B. (2001). Effects of Artisanal Fishing on Marine Communities on the Galapagos Islands. *Conservation Biology*, 1691-1699.

Simpfendorfer, C. & Milward, N. (1993). Utilization of a tropical bay as a nursery area by sharks of the families Carcharhinidae and Sphyrnidae. *Environmental Biology of Fishes*. 37, 337-345.

Simpfendorfer, C. (2000). Growth rates of juvenile dusky sharks, *Carcharhinus obscurus*, from southwestern Australia estimated from tag-recapture data. *Fish. Bulletin*. 98, 811-822

Sims, D. (2010) Tracking and Analysis Techniques for Understanding Free-Ranging Shark Movements and Behavior. *Sharks and their Relatives*. pp. 351–392.

Sparre, P. & Venema, S. (1997); Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1, Manual. *FAO. Documento técnico de pesca*. 306. 1(2), 2-420.

Stevens, J., Bonfil, R., Dulvy, N. & Walker, P. (2000). The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *Journal of Marine Science*. 57: 476-494.

Sundström, L.F., Gruber, S., Clermont, S., Correira, J., De Marignac, J., Morrisey, J., Lowrance, C., Thomassen, L. & Oliveira, M. (2001). Review of elasmobranch behavioral studies using ultrasonic telemetry with special reference to the lemon shark, *Negaprion brevirostris*, around Bimini Islands, Bahamas. *Environmental Biology of Fishes*, 60, 225-250.

Tavares, R. (2008). Occurrence, Diet and Growth of Juvenile Blacktip Sharks, *Carcharhinus limbatus*, from Los Roques Archipelago National Park, Venezuela. *Caribbean Journal of Science*, 44(3), 291-302.

Villalta, M. (2013). Evaluación de la efectividad del manejo de la Reserva Marina de Galápagos: Principales conclusiones y recomendaciones. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador: En: *Informe Galápagos 2011-2013*. DPNG, CGREG, FCD Y GC.

Walker, T.I. (1997): Review of Fisheries and Processes Impacting Shark Populations of the World. Pp. 220-229. In: Fowler, S.L., Reed, T.M. and Dipper, F.A. (eds). Elasmobranch biodiversity, conservation and management: Proceedings of International Seminar and Workshop in Sabah, July 1997. IUCN SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Zeller, D. (1999). Ultrasonic telemetry: its application to coral reef fisheries research. *Fishery Bulletin* 97(4), 1058 – 1065.

## ANEXO I: TABLAS

**Tabla1.-** Muestra los datos biológicos de cada individuo monitoreado durante 2016 y 2017.

Lugar	Fecha	Individuo	LT (cm)	LF (cm)	LE(cm)	LI(cm)	Circ. (cm)	Sexo	Clase	#Marca
La Seca	abr-16	1	74	61	52	-	-	M	YOY	32364
Puerto Grande	abr-16	2	65	53	46	-	-	H	NEO	32363
La Seca	abr-16	3	73	62	54	-	-	M	YOY	31704
La Seca	abr-16	4	74	60	55	-	-	M	YOY	32376
La Seca	abr-16	5	72	63	56	-	-	H	YOY	32368
La Seca	abr-16	6	69	55	50	-	-	H	YOY	32365
La Seca	abr-16	7	68	56	52	-	-	H	YOY	31046
La Seca	abr-16	8	68	57	51	-	-	H	YOY	32375
La Seca	abr-16	9	68	55	51	-	-	H	YOY	32371
La Seca	abr-16	10	67	57	53	-	-	H	YOY	32366
La Seca	abr-16	11	70	59	54	-	-	M	YOY	32367
La Seca	abr-16	12	63	54	50	-	-	M	NEO	-
La Seca	abr-16	13	66	54	49	-	-	H	YOY	-
La Seca	abr-16	14	74	62	58	-	-	M	YOY	-
La Seca	abr-16	15	69	56	51	-	-	M	YOY	-
La Seca	abr-16	16	69	56	51	-	-	H	YOY	-
La Seca	abr-16	17	67	55	50	-	-	H	YOY	-
La Seca	abr-16	18	67	55	50	-	-	H	YOY	-
La Seca	abr-16	19	69	58	52	-	-	H	YOY	-
La Seca	abr-16	20	72	58	53	-	-	H	YOY	-
La Seca	abr-16	21	67	54	51	-	-	M	YOY	-
La Seca	abr-16	22	69	55	46	-	-	M	YOY	-
La Seca	abr-16	23	69	59	54	-	-	M	YOY	-
La Seca	abr-16	24	73	58	52	-	-	H	YOY	-
Manglecito	abr-16	25	65	55	49	-	-	H	NEO	-
Manglecito	abr-16	26	68	58	52	-	-	H	YOY	-
Manglecito	abr-16	27	61	54	48	-	-	H	NEO	-
Manglecito	abr-16	28	68	54	55	-	-	H	YOY	-
Manglecito	abr-16	29	68	57	51	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	may-16	30	69	55	49	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	may-16	31	75	62	56	-	-	H	YOY	-

Lugar	Fecha	Individuo	LT (cm)	LF (cm)	LE(cm)	LI(cm)	Circ. (cm)	Sexo	Clase	#Marca
Puerto Grande	may-16	32	68	58	51	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	may-16	33	73	61	55	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	may-16	34	72	61	54	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	may-16	35	66	55	50	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	may-16	36	66	54	48	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	may-16	37	76	64	59	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	may-16	38	72	62	55	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	39	74	62	55	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	40	67	54	48	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	41	74	63	56	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	42	75	64	56	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	43	73	61	54	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	44	76	65	58	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	may-16	45	70	62	53	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	46	70	61	54	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	may-16	47	74	63	55	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	48	70	59	53	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	49	79	69	53	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	50	78	68	61	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	may-16	51	70	61	54	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	52	70	58	51	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	53	74	72	66	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	54	74	66	56	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	may-16	55	68	57	51	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	may-16	56	65	54	48	-	-	M	NEO	-
Puerto Grande	may-16	57	78	67	59	-	-	H	YOY	-
La Tortuga	may-16	59	74	63	56	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	may-16	60	84	73	66	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	may-16	61	70	58	51	-	-	H	YOY	-
La Tortuga	may-16	62	75	63	56	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	may-16	63	74	59	53	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	may-16	64	72	61	54	-	-	M	YOY	-

<b>Lugar</b>	<b>Fecha</b>	<b>Individuo</b>	<b>LT (cm)</b>	<b>LF (cm)</b>	<b>LE(cm)</b>	<b>LI(cm)</b>	<b>Circ. (cm)</b>	<b>Sexo</b>	<b>Clase</b>	<b>Acustic Tag</b>
La Tortuga	may-16	65	76	62	54	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	may-16	66	70	58	52	-	-	H	YOY	-
La Tortuga	may-16	67	76	66	58	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	may-16	68	67	53	47	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	may-16	69	75	62	55	-	-	H	YOY	-
La Tortuga	may-16	70	76	63	55	-	-	H	YOY	-
La Tortuga	may-16	71	75	60	53	-	-	H	YOY	-
La Tortuga	may-16	72	80	66	58	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	may-16	73	73	59	53	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	may-16	74	76	64	58	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	may-16	75	70	58	53	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	may-16	76	74	63	57	-	-	H	YOY	-
La Tortuga	may-16	77	77	67	60	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	78	76	66	57	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	79	68	64	56	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	80	77	65	58	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	81	69	67	50	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	82	68	58	52	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	83	70	58	51	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	84	71	59	52	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	85	70	53	53	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	86	71	59	53	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	87	79	66	59	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	88	77	63	56	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	89	71	62	55	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	90	73	60	53	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	91	71	62	52	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	92	73	62	55	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	93	71	58	52	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	94	75	62	56	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	95	72	60	53	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jun-16	96	71	60	53	-	-	H	YOY	-

Lugar	Fecha	Individuo	LT (cm)	LF (cm)	LE(cm)	LI(cm)	Circ. (cm)	Sexo	Clase	#Marca
Puerto Grande	jun-16	97	66	54	48	-	-	M	YOY	-
Manglecito	jun-16	98	70	58	50	-	-	H	YOY	-
Manglecito	jun-16	99	72	60	53	-	-	M	YOY	-
Manglecito	jun-16	100	69	60	53	-	-	H	YOY	-
Manglecito	jun-16	101	70	58	51	-	-	M	YOY	-
La Seca	jun-16	102	67	56	49	-	-	M	YOY	-
La Seca	jun-16	103	76	62	55	-	-	M	YOY	-
La Seca	jun-16	104	80	70	62	-	-	M	YOY	-
La Seca	jun-16	105	79	65	58	-	-	M	YOY	-
La Seca	jun-16	106	73	61	53	-	-	M	YOY	-
La Seca	jun-16	107	72	59	52	-	-	M	YOY	-
La Seca	jun-16	108	67	57	50	-	-	M	YOY	-
La Seca	jun-16	109	73	59	53	-	-	H	YOY	-
La Seca	jun-16	110	74	61	55	-	-	M	YOY	-
La Seca	jun-16	111	70	57	50	-	-	H	YOY	-
La Seca	jun-16	112	100	84	75	-	-	H	YOY	-
La Tortuga	jun-16	113	76	62	55	-	-	H	YOY	-
La Tortuga	jun-16	114	78	77	55	-	-	H	YOY	-
La Tortuga	jun-16	115	83	68	61	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	jun-16	116	93	77	68	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	jun-16	117	74	60	53	-	-	H	YOY	-
La Tortuga	jun-16	118	75	62	55	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	jun-16	119	73	59	53	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	jun-16	120	74	61	54	-	-	M	YOY	-
La Tortuga	jun-16	121	83	69	61	-	-	H	YOY	-
La Tortuga	jun-16	122	97	78	69	-	-	H	YOY	-
La Tortuga	jun-16	123	78	65	57	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jul-16	124	67	56,8	50	-	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jul-16	125	69	59	52,3	15,3	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jul-16	126	68,2	59	52,5	15,5	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	127	73,3	61	54,4	15,3	-	H	YOY	-
La Tortuga	jul-16	128	83	68	61	15,5	-	M	YOY	-

Lugar	Fecha	Individuo	LT (cm)	LF (cm)	LE(cm)	LI(cm)	Circ. (cm)	Sexo	Clase	#Marca
La Tortuga	jul-16	129	78	66	58,3	18	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	130	73	59,5	55	17,6	-	H	YOY	-
La Tortuga	jul-16	131	74	60,8	55,5	14,7	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	132	78	66,9	61,5	15,5	-	H	YOY	-
La Tortuga	jul-16	133	68	54,7	48,6	16,3	-	H	YOY	-
La Tortuga	jul-16	134	72,5	60,5	53,6	13,5	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	135	94,5	78	70,3	16	-	H	YOY	-
La Tortuga	jul-16	136	66,7	56,2	50,1	21,3	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	137	77,2	63	56,2	15	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	138	76,3	63,8	56,9	16,4	-	H	YOY	-
La Tortuga	jul-16	139	89,6	76,1	67,7	16,4	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	140	71,7	61,4	54,6	19,5	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	141	78,6	66,4	59	15,5	-	H	YOY	-
La Tortuga	jul-16	142	73,9	61,9	55	16,5	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	143	71	59,9	52,6	15,8	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	144	66,6	56,2	50,1	15,7	-	H	YOY	-
La Tortuga	jul-16	145	73,4	62,6	54,2	13,7	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	146	71	60,4	53,9	14,8	-	H	YOY	-
La Seca	jul-16	147	67,4	54,5	48,5	15,4	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	148	74,5	60	54	14	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	149	74,3	59,8	53,5	15	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	150	74,5	62	54,3	15,2	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	151	65	53	47,5	16,3	-	H	NEO	-
Manglecito	jul-16	152	72	57,3	51,5	13,2	-	H	YOY	-
Manglecito	jul-16	153	62	51,3	45,8	14,5	-	M	NEO	-
Manglecito	jul-16	154	69,4	58,5	52,3	13,3	-	M	YOY	-
Manglecito	jul-16	155	69	57	51,5	15,3	-	H	YOY	-
Manglecito	jul-16	156	70	57,3	52,7	14,5	-	M	YOY	-
Manglecito	jul-16	157	72	61,2	55	14,5	-	H	YOY	-
Manglecito	jul-16	158	68	54,4	49,3	15,7	-	M	YOY	-
Manglecito	jul-16	159	74,2	62,7	57,2	13,4	-	H	YOY	-
Manglecito	jul-16	160	71,2	58,3	53	15,8	-	M	YOY	-

Lugar	Fecha	Individuo	LT (cm)	LF (cm)	LE(cm)	LI(cm)	Circ. (cm)	Sexo	Clase	#Marca
Manglecito	jul-16	161	76,2	61,6	55,5	14,7	-	M	YOY	-
Manglecito	jul-16	162	66,3	55,6	49,7	16	-	H	YOY	-
Manglecito	jul-16	163	69,7	57,9	52	14,3	-	H	YOY	-
Manglecito	jul-16	164	70	57,1	52,5	14,7	-	H	YOY	-
Manglecito	jul-16	165	69,3	57	51,5	14,5	-	M	YOY	-
Manglecito	jul-16	166	76,3	76,3	63,3	14,3	-	M	YOY	-
Manglecito	jul-16	167	72,5	72,5	59,5	16,4	-	M	YOY	-
Manglecito	jul-16	168	68,6	68,6	56,9	15,6	-	M	YOY	-
Manglecito	jul-16	169	76,3	76,3	61,9	16,7	-	H	YOY	-
La Seca	jul-16	170	75,6	64	57	15,8	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	171	74,4	63,6	56,8	16,5	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	172	65,5	54,5	48	16,5	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	173	74,6	62,6	55,5	13,3	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	174	74,9	62,5	55,6	15,7	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	175	74	62	55,3	15,7	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	176	70,6	58,6	52,1	15,6	-	H	YOY	-
La Seca	jul-16	177	73,5	52,5	46,7	15,5	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	178	73,2	61	54,3	13,3	-	H	YOY	-
La Seca	jul-16	179	75,4	64,3	57	15,3	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	180	73,2	61,5	55	16	-	H	YOY	-
La Seca	jul-16	181	72	60	53,5	15	-	H	YOY	-
La Seca	jul-16	182	76,5	63,5	57	15,7	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	183	74,9	63	55,7	16,3	-	H	YOY	-
La Seca	jul-16	184	74	62,5	55,9	15,8	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	185	76,8	64,4	57	16,6	-	H	YOY	-
La Seca	jul-16	186	66,3	55,7	49,5	16,6	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	187	73,1	62,3	55,6	14,1	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	188	75,6	63,6	56,7	16,2	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	189	72	60,6	54,4	16,4	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	190	74,8	62,6	55,7	15,7	-	M	YOY	-
La Seca	jul-16	191	65	53,8	48	13,5	-	H	NEO	-
La Seca	jul-16	192	72,5	61,6	59,8	13,4	-	H	YOY	-
La Seca	jul-16	193	96,2	81,6	73,3	15,4	-	H	YOY	-

Lugar	Fecha	Individuo	LT (cm)	LF (cm)	LE(cm)	LI(cm)	Circ. (cm)	Sexo	Clase	#Marca
La Seca	jul-16	194	86,5	72,7	64,7	26	-	M	YOY	-
Manglecito	jul-16	195	65,4	55,4	49,5	18,7	-	M	YOY	-
Manglecito	jul-16	196	65,8	56,7	50,3	13,6	-	M	YOY	-
Manglecito	jul-16	197	66,8	58,5	52	14,6	-	M	YOY	-
Manglecito	jul-16	198	67,2	57,7	51	14,4	-	H	YOY	-
Manglecito	jul-16	199	72,5	62	65,2	14	-	M	YOY	-
Manglecito	jul-16	200	71,3	60,2	54	15,2	-	H	YOY	-
Manglecito	jul-16	201	68,7	59,2	52,9	15,5	-	H	YOY	-
Manglecito	jul-16	202	61,5	52,5	46,9	15	-	M	NEO	-
Manglecito	jul-16	203	71,3	60,2	53,6	13,6	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jul-16	204	72,4	62,1	55,3	15,4	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jul-16	205	74,3	63	56,2	15,8	-	H	YOY	-
Puerto Grande	jul-16	206	78,7	67,2	59,9	15,7	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jul-16	207	67,1	57,2	51,3	17,5	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jul-16	208	68,2	58,1	51,9	14	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jul-16	209	75,6	64	57	14,4	-	H	YOY	-
Puerto Grande	jul-16	210	75,3	64,1	57	16,5	-	H	YOY	-
Puerto Grande	jul-16	211	72	60,8	54,2	15,8	-	M	YOY	-
Puerto Grande	jul-16	212	69,7	60,4	53,8	15,8	-	H	YOY	-
Puerto Grande	jul-16	213	71,1	60,5	54	14,8	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	214	79,2	66	58,7	15,3	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	215	68,9	51,3	52,5	16	-	H	YOY	-
La Tortuga	jul-16	216	69,2	59	52,4	14	-	M	YOY	-
La Tortuga	jul-16	217	69,5	58,2	52,1	14,5	-	H	YOY	-
La Tortuga	jul-16	218	70,5	60,6	45,3	14,6	-	H	YOY	-
La Tortuga	jul-16	219	70,4	58,7	52,3	14,9	-	H	YOY	-
La Tortuga	jul-16	220	66,9	51,3	45,3	14	-	M	YOY	-
Puerto Grande	sep-16	221	64,2	55,6	49,1	15,4	-	M	NEO	-
Puerto Grande	sep-16	222	63,8	54,5	49,8	14,3	-	H	NEO	-
Puerto Grande	sep-16	223	73,5	62,5	56,1	14	-	M	YOY	-
Puerto Grande	sep-16	224	76	63	56,5	15,4	-	H	YOY	-
Puerto Grande	sep-16	225	71,5	60,1	53,8	16	-	H	YOY	-
Puerto Grande	sep-16	226	80,6	66,9	59,5	15	-	H	YOY	-

Lugar	Fecha	Individuo	LT (cm)	LF (cm)	LE(cm)	LI(cm)	Circ. (cm)	Sexo	Clase	#Marca
La Tortuga	sep-16	227	91,4	75	67	16,3	-	M	YOY	-
La Tortuga	sep-16	228	67,9	65,3	57,8	19	-	M	YOY	-
La Tortuga	sep-16	229	74,1	63,6	56,9	17,4	-	M	YOY	-
La Tortuga	sep-16	230	89,5	76,8	68,4	16,9	-	H	YOY	-
La Tortuga	sep-16	231	68,3	57,8	51,8	21,4	-	H	YOY	-
La Tortuga	sep-16	232	71,2	60,5	53,8	14,6	-	H	YOY	-
La Tortuga	sep-16	233	71,3	61,3	54,9	16	-	M	YOY	-
La Tortuga	sep-16	234	74,6	62,6	55,4	16	-	H	YOY	-
La Seca	sep-16	235	80,2	67,2	60,5	15,7	-	H	YOY	-
La Seca	sep-16	236	77,8	65,3	58,7	15,7	-	M	YOY	-
Puerto Grande	dic-16	237	72,5	70,1	53,6	17,5	-	-	YOY	-
Puerto Grande	dic-16	238	68	57,1	50,7	16,3	-	M	YOY	-
Puerto Grande	dic-16	239	74,8	63,4	57,1	14,5	-	H	YOY	-
Puerto Grande	dic-16	240	78,2	67,5	61,2	16,5	-	M	YOY	-
Puerto Grande	dic-16	241	76,3	65,4	58,7	18	-	H	YOY	-
Puerto Grande	dic-16	242	74,1	68,7	62	17,7	-	M	YOY	-
Puerto Grande	dic-16	243	76,2	62,5	56,8	18,5	-	H	YOY	-
Puerto Grande	dic-16	244	77,8	63,8	57,5	16,3	-	M	YOY	-
Puerto Grande	dic-16	245	88	70,5	64,7	17,8	-	H	YOY	-
Puerto Grande	dic-16	246	67	58,1	52,1	19,3	-	H	YOY	-
Puerto Grande	dic-16	247	85,4	71,3	63	15,5	-	H	YOY	-
La Tortuga	dic-16	248	73	62	55	18	-	H	YOY	-
La Tortuga	dic-16	249	78,5	67,3	60,5	16	-	H	YOY	-
La Tortuga	dic-16	250	79,5	69	62	18	-	H	YOY	-
La Tortuga	dic-16	251	74,9	61,3	54,7	18	-	H	YOY	-
La Tortuga	dic-16	252	72,5	61	54,5	15,3	-	M	YOY	-
La Tortuga	dic-16	253	75,4	61,2	55,2	15	-	M	YOY	-
La Tortuga	dic-16	254	81,1	65	58,2	15,8	-	H	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	255	71	56,5	-	16,8	-	M	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	256	67	56	-	-	-	H	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	257	65	53,5	-	-	30	H	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	258	68,5	57	-	-	27	M	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	259	60	50	-	-	25	M	NEO	-

Lugar	Fecha	Individuo	LT (cm)	LF (cm)	LE(cm)	LI(cm)	Circ. (cm)	Sexo	Clase	#Marca
Puerto Grande	abr-17	260	68	57	-	-	28	H	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	261	63	54	-	-	22	M	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	262	67	53	-	-	27	M	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	263	60	50	-	-	26	M	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	264	59	50	-	-	24	H	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	265	62	53,5	-	-	22,5	H	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	266	69	59	-	-	25	M	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	267	69	57	-	-	23	M	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	268	60	49	-	-	27	M	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	269	61	51	-	-	24,5	H	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	270	59	47	-	-	23	M	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	271	68,5	56	-	-	22,5	M	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	272	65	54	-	-	20	H	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	273	65	54	-	-	26	H	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	274	61	52	-	-	25	M	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	275	62	51	-	-	25	M	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	276	60	50	-	-	23	H	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	277	64	56	-	-	22	H	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	278	60	50	-	-	22,5	M	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	279	62	51	-	-	27	M	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	280	62	52	-	-	22,5	M	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	281	71	59	52	-	23	M	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	282	91	76	68	-	24	M	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	283	90	77	69	-	26	M	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	284	76	69	71	-	36	M	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	285	63	52,5	46	-	-	H	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	286	71	58	51	-	26	H	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	287	76	63	56	-	22,8	H	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	288	71	58	52	-	30	H	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	289	71	58	52	-	30	H	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	290	96	79	70	-	28	H	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	291	71	59	52	-	29	H	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	292	74	60	54	-	39	M	YOY	-

Lugar	Fecha	Individuo	LT (cm)	LF (cm)	LE(cm)	LI(cm)	Circ. (cm)	Sexo	Clase	#Marca
Puerto Grande	abr-17	293	63	53	47	-	27	M	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	294	76	64	57	-	25	M	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	295	65	53	48	-	26	H	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	296	85	71	64	-	34	H	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	297	65	54	49	-	22	H	NEO	-
Puerto Grande	abr-17	298	70	57	51	-	37	H	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	299	70	57,5	51	-	27	H	YOY	-
Puerto Grande	abr-17	300	67	56,5	50,5	-	30	M	YOY	-
La Tortuga	abr-17	301	94	80	72	-	28	H	YOY	-
La Tortuga	abr-17	302	91	78	69	-	26	H	YOY	-
La Seca	abr-17	303	59	50	45	-	40	M	NEO	-
La Seca	abr-17	304	70	59	53	-	40	H	YOY	-
La Seca	abr-17	305	68	58	51	-	22	M	YOY	-
La Seca	abr-17	306	64	53	48	-	28,5	M	NEO	-
La Seca	abr-17	307	62	52	46	-	26	M	NEO	-
Manglecito	abr-17	308	70	57	51	-	25	H	YOY	-
Manglecito	abr-17	309	64	53	46	-	23	M	NEO	-
Manglecito	abr-17	310	63	51	46	-	29	M	NEO	-
Manglecito	abr-17	311	72	59	51	-	24	H	YOY	-
Manglecito	abr-17	312	66	53	48	-	24	M	YOY	-
Manglecito	abr-17	313	67	54	49	-	27	M	YOY	-
Manglecito	abr-17	314	72	58	51	-	26	M	YOY	-
Manglecito	abr-17	315	61	50	45	-	23	M	NEO	-
La Seca	abr-17	316	65	57	50	-	25	H	NEO	-
La Seca	abr-17	317	61	54	49	-	21	H	NEO	45652
La Seca	abr-17	318	61	51	45	-	26	M	NEO	45655
La Seca	abr-17	319	65	55	49	-	25	M	NEO	45654
La Seca	abr-17	320	62	54	48	-	23	M	NEO	45653
La Seca	abr-17	321	68	56	-	-	28	H	YOY	45656
La Seca	abr-17	322	91	75	67	-	23	M	YOY	25729
La Seca	abr-17	323	67	55	49	-	27	H	YOY	-
La Seca	abr-17	324	68	56	50	-	37	M	YOY	-
La Seca	abr-17	325	69	57	51	-	24	M	YOY	-

Lugar	Fecha	Individuo	LT (cm)	LF (cm)	LE(cm)	LI(cm)	Circ. (cm)	Sexo	Clase	#Marca
La Seca	abr-17	326	68	56	50	-	26	M	YOY	-
Puerto Grande	may-17	327	63,5	52	46	-	25	H	NEO	-
Puerto Grande	may-17	328	66	51	46	12,5	24	M	YOY	-
Puerto Grande	may-17	329	88	75	67	12,2	24	H	YOY	-
Puerto Grande	may-17	330	64	56	50	18	23	H	NEO	-
Puerto Grande	may-17	331	69	58	52	14,5	40	H	YOY	-
Puerto Grande	may-17	332	52	49	44	15	26,2	M	NEO	-
Puerto Grande	may-17	333	70	59	53	11,5	29	M	YOY	-
Puerto Grande	may-17	334	52	45	40,5	14	22,5	H	NEO	-
Puerto Grande	may-17	335	68	58	51,5	11	28	H	YOY	-
Puerto Grande	may-17	336	63	54	48	14	20,5	H	NEO	-
Puerto Grande	may-17	337	71	58	52	13	26	H	YOY	-
La Seca	may-17	338	66	56	50	15	25	H	YOY	-
La Seca	may-17	339	69	57	51	14	27	M	YOY	-
La Seca	may-17	340	81	70	63	14,5	25,5	H	YOY	-
La Seca	may-17	341	103	84	76	17,5	26	H	YOY	-
La Seca	may-17	342	65	55	49	21,5	36	M	NEO	-
La Seca	may-17	343	110	90	81	13,5	40,5	M	YOY	-
La Seca	may-17	344	70	57	51,5	24,5	29	H	YOY	-
La Seca	may-17	345	90	75	68	15	43	M	YOY	-
La Seca	may-17	346	67	56	50	20	28,5	M	YOY	-
La Seca	may-17	347	92	78	70	15	36	H	YOY	-
La Seca	may-17	348	100	84	75	20,5	26,5	M	YOY	-
La Seca	may-17	349	63	53,5	48	22	37	M	NEO	-
La Seca	may-17	350	78	65	58,5	14	38	M	YOY	-
La Seca	jun-17	351	67,6	56	50,1	16	26	M	YOY	-
La Seca	jun-17	352	67,3	55,5	50	14,5	29,5	M	YOY	-
Puerto Grande	jun-17	353	65,4	54,5	43,6	14	30	H	YOY	-
Puerto Grande	jun-17	354	67	56,3	50	13,5	27	H	YOY	-
Puerto Grande	jun-17	355	67,6	58	51,2	14	26,2	M	YOY	-
Puerto Grande	jun-17	356	63	51,5	45,6	14,7	26,3	H	NEO	-
Puerto Grande	jun-17	357	66,1	56,3	51,5	13	24,2	H	YOY	-
Puerto Grande	jun-17	358	60	53,1	47,4	14,3	20,1	H	NEO	-

Lugar	Fecha	Individuo	LT (cm)	LF (cm)	LE(cm)	LI(cm)	Circ. (cm)	Sexo	Clase	#Marca
Puerto Grande	jun-17	359	62,2	53,5	50,9	13	26	H	NEO	-
Puerto Grande	jun-17	360	58,7	54,6	48,5	15	23,2	M	NEO	-
Puerto Grande	jun-17	361	60,1	54,4	49	13,6	24,2	H	NEO	-
Puerto Grande	jun-17	362	61	53,1	47,3	13,3	25	H	NEO	-
Puerto Grande	jun-17	363	61,3	51,1	45,5	13,4	23,8	M	NEO	-
Puerto Grande	jun-17	364	60,1	53	47,2	13	22,6	H	NEO	-
Puerto Grande	jun-17	365	66	53	47,2	13,5	22,6	M	YOY	-
Puerto Grande	jun-17	366	74,5	62	56	13	21,8	H	YOY	-
La Seca	jul-17	367	65	57,6	51,5	16,5	23,4	H	NEO	-

**Tabla1.-** Fecha corresponde al mes en el que fue monitoreado, LT= Longitud total, LF= Longitud Furcal, LE= Longitud Estandar, LI= Longitud Interdorsal, Circ. = Circunferencia, Clase= Clase de edad (NEO= neonato y YOY= Juvenil del año), Sexo corresponde a H= hembra, M=macho, y Marca corresponde al número de la marca o *tag* acústico colocado. El símbolo: (-) significa que ese parámetro no fue medido para ese individuo.

**Tabla2.-** Datos biológicos de los individuos marcados con *tags* acústicos.

Fecha	Individuo	#Marca	Lugar	LT (cm)	Sexo	Clase
30/04/2016	1	32364	La Seca	74	M	YOY
30/04/2016	2	32363	Puerto Grande	65	F	NEO
30/04/2016	3	31704	La Seca	73	M	YOY
30/04/2016	4	32376	La Seca	74	M	YOY
30/04/2016	5	32368	La Seca	72	F	YOY
30/04/2016	6	32365	La Seca	69	F	YOY
30/04/2016	7	31046	La Seca	68	F	YOY
30/04/2016	8	32375	La Seca	68	F	YOY
30/04/2016	9	32371	La Seca	68	F	YOY
30/04/2016	10	32366	La Seca	67	F	YOY
30/04/2016	11	32367	La Seca	70	M	YOY
30/04/2017	12	45652	La Seca	61	F	NEO
30/04/2017	13	45655	La Seca	61	M	NEO
30/04/2017	14	45654	La Seca	65	M	NEO
30/04/2017	15	45653	La Seca	62	M	NEO
30/04/2017	16	45656	La Seca	68	F	YOY
30/04/2017	17	25729	La Seca	91	M	YOY

**Tabla2.-** La fecha indica el día de la marcación, LT es la longitud total en centímetros y Clase corresponde a la clase de edad: juvenil del año (YOY) o neonato (NEO).

**Tabla3.-** Índice de residencia de cada individuo marcado.

Fecha Marcaje	Sitio	Individuo	#Marca	Última Detección	Track length	Días Detectado	Índice Residencia (%)
30/04/2016	La Seca	1	32364	04/04/2018	705,00	162,00	23%
30/04/2016	Puerto Grande	2	32363	12/05/2016	13,00	11,00	85%
30/04/2016	La Seca	3	32376	11/10/2017	530,00	17,00	3%
30/04/2016	La Seca	4	32368	26/04/2018	727,00	518,00	71%
30/04/2016	La Seca	5	32365	26/05/2016	27,00	19,00	70%
30/04/2016	La Seca	6	31046	17/11/2016	202,00	7,00	3%
30/04/2016	La Seca	7	32375	31/05/2016	32,00	19,00	59%
30/04/2016	La Seca	8	32371	12/04/2018	713,00	62,00	9%
30/04/2016	La Seca	9	32366	22/06/2017	419,00	364,00	87%
30/04/2016	La Seca	10	32367	16/05/2016	17,00	8,00	47%
30/04/2017	La Seca	11	25729	01/05/2017	2,00	1,00	50%
30/04/2017	La Seca	12	45652	23/06/2017	55,00	51,00	93%
30/04/2017	La Seca	13	45653	19/05/2017	20,00	12,00	60%
30/04/2017	La Seca	14	45654	20/09/2017	144,00	130,00	90%
30/04/2017	La Seca	15	45655	02/05/2017	3,00	2,00	67%
30/04/2017	La Seca	16	45656	13/07/2017	75,00	61,00	81%

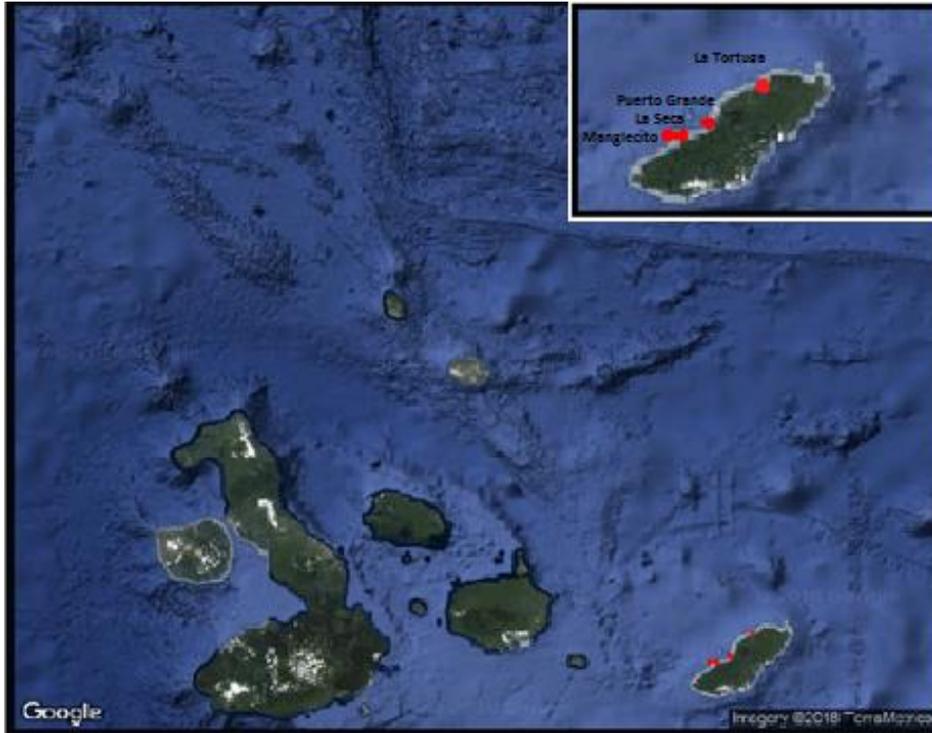
**Tabla4.-** Parámetros estadísticos de las detecciones día/noche de todos los individuos marcados en todas las zonas de crianza.

Vector de la media ( $\mu$ )	Longitud vector de la media ( $r$ )	Concentración	Varianza circular	Desviación estándar circular	Error estándar de la media	Rao's Spacing Test ( $p$ )
11:15 (168,98°)	0,226	0,464	0,774	06:35 (98,849°)	00:05 (1,392°)	< 0.01

**Tabla4.-** Los datos se encuentran representados en función de tiempo y en ángulos, debido a la estadística circular.

## ANEXO II: FIGURAS

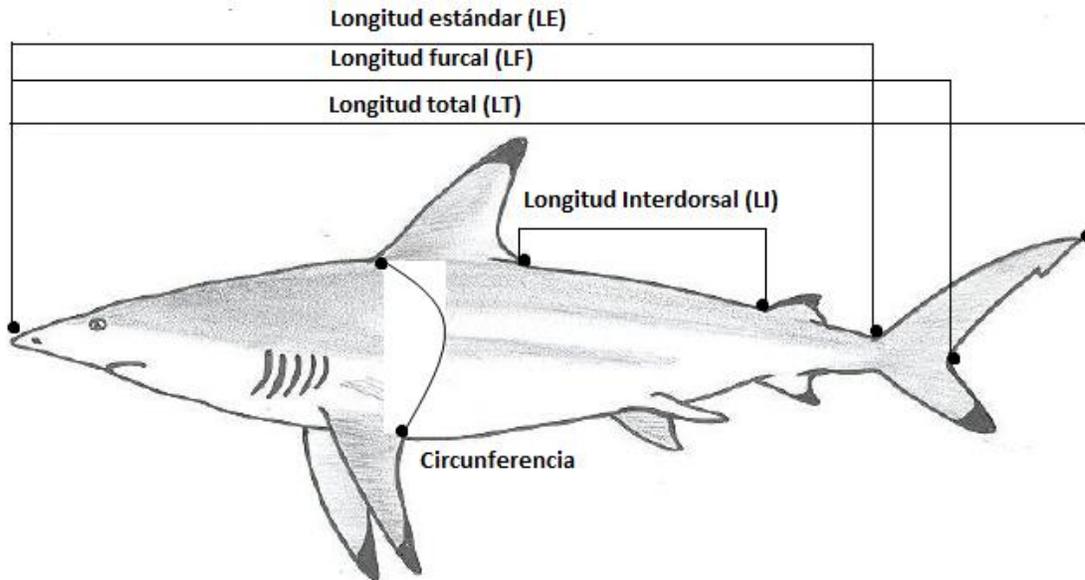
**Figura1.-** Área de estudio donde se ubicaron los cuatro receptores: Manglecito, La Seca, Puerto Grande y La Tortuga, dentro de la Isla San Cristóbal – Reserva Marina de Galápagos.



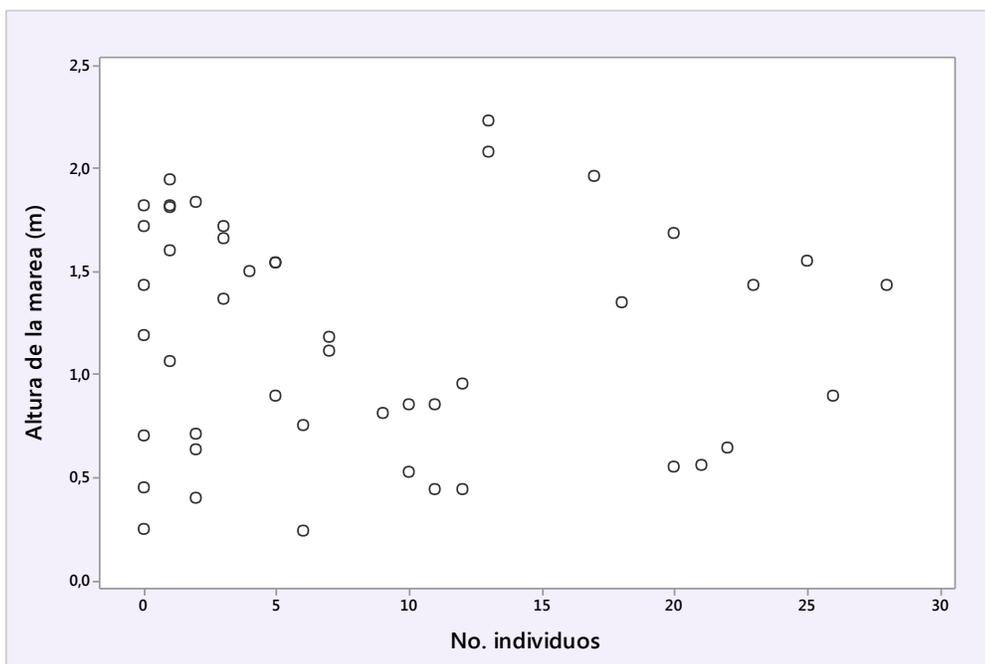
**Figura 2.-** Posicionamiento de la red de trasmallo en Manglecito, una de las áreas de estudio.



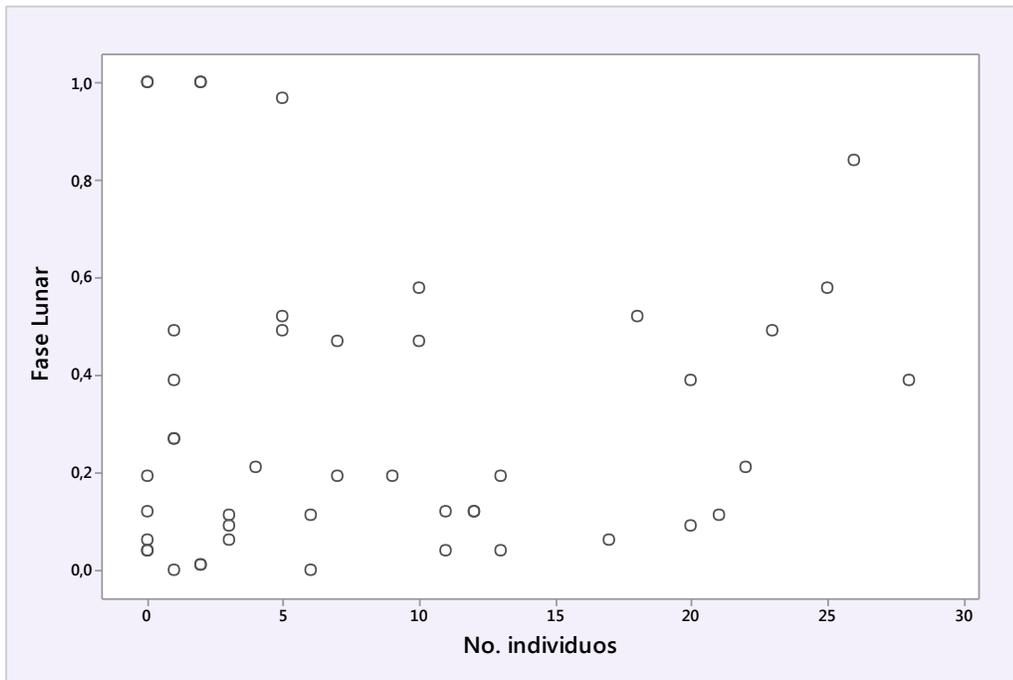
**Figura 3.-** Se muestran las medidas morfométricas tomadas para cada individuo. Ilustración modificada a partir de Llerena 2009.



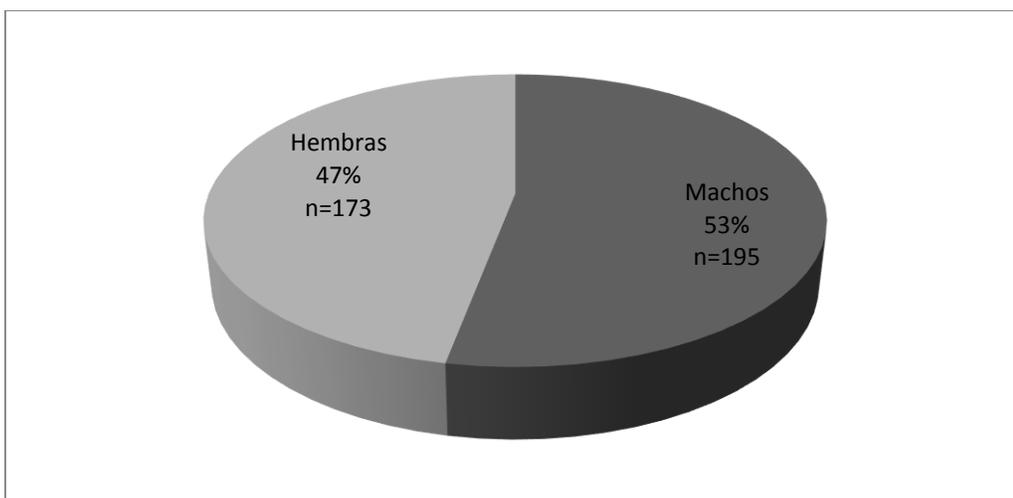
**Figura 4.-** Gráfico de dispersión que muestra la relación entre la altura de la marea y el número de individuos capturados.



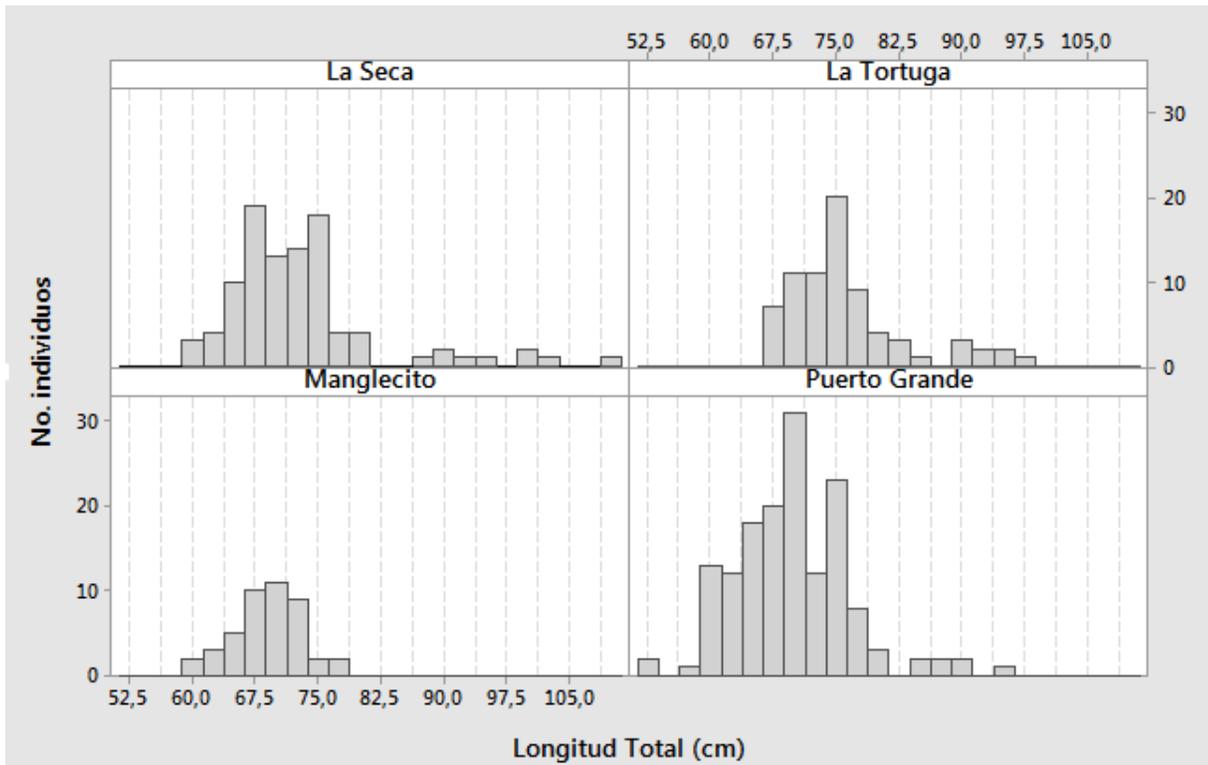
**Figura 5.-** Gráfico de dispersión que muestra la relación entre la fase lunar y el número de individuos capturados.



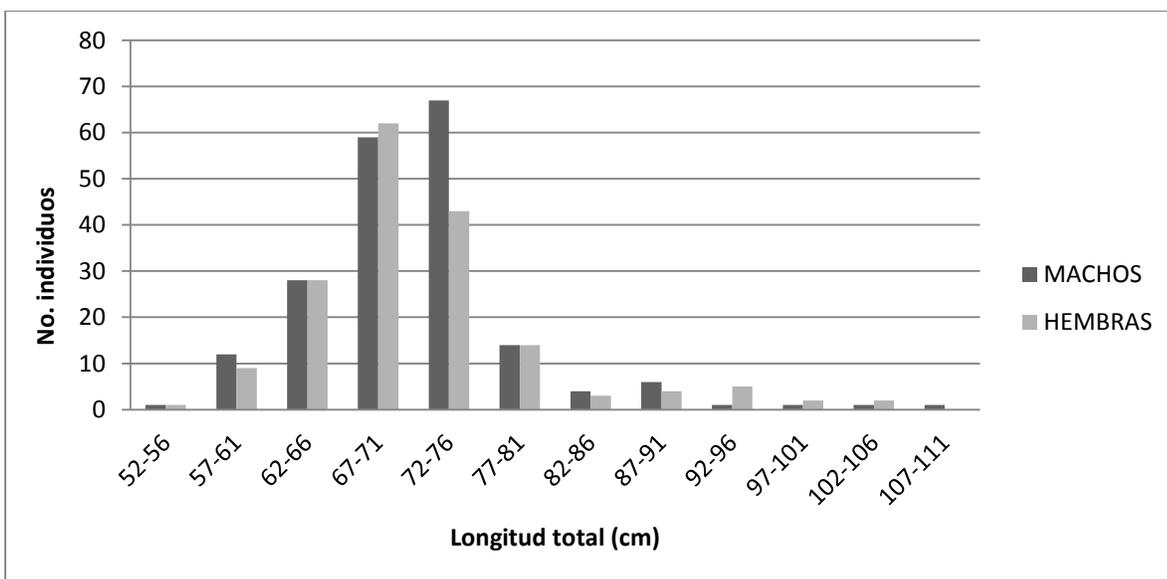
**Figura 6.-** Muestra la diferencia entre machos y hembras muestreados durante 2016 y 2017.



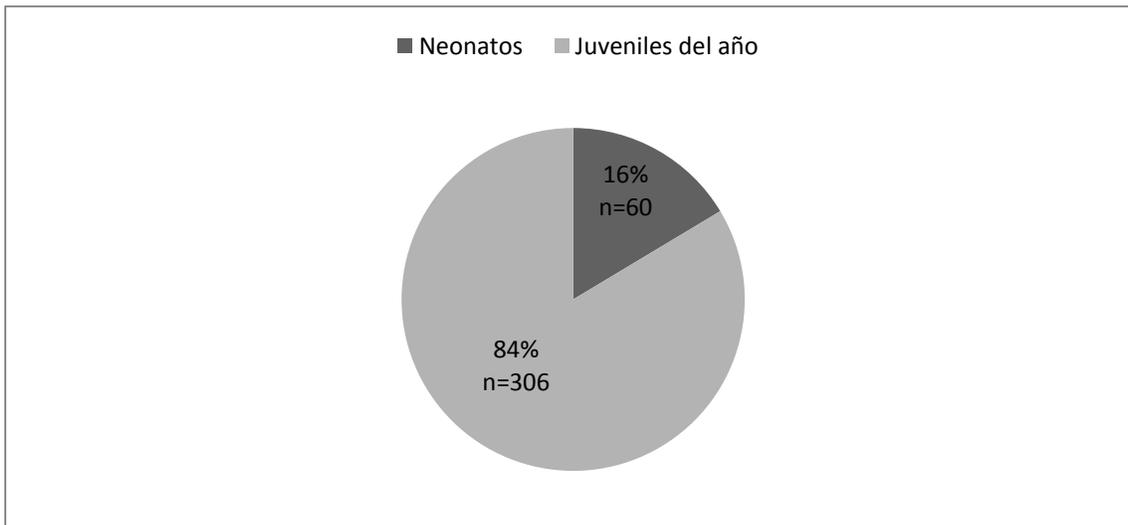
**Figura 7.-** Longitud total en centímetros vs frecuencia en cada zona de crianza.



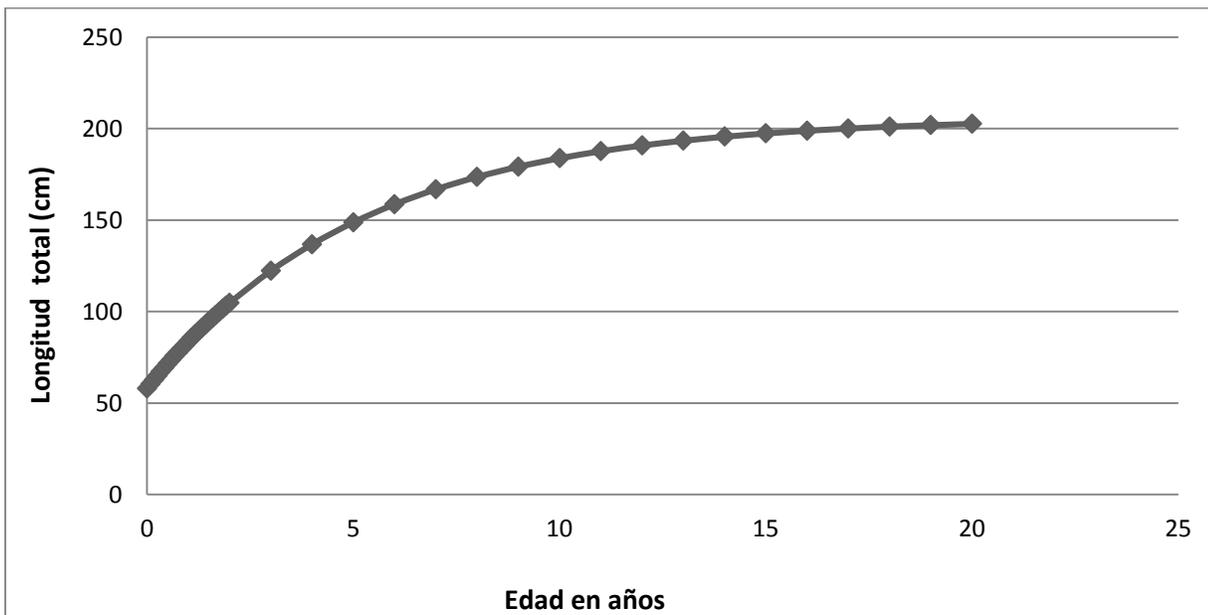
**Figura 8.-** Muestra la composición de la población muestreada (n=368). Longitud total vs. Frecuencia: tallas agrupadas por 5 cm



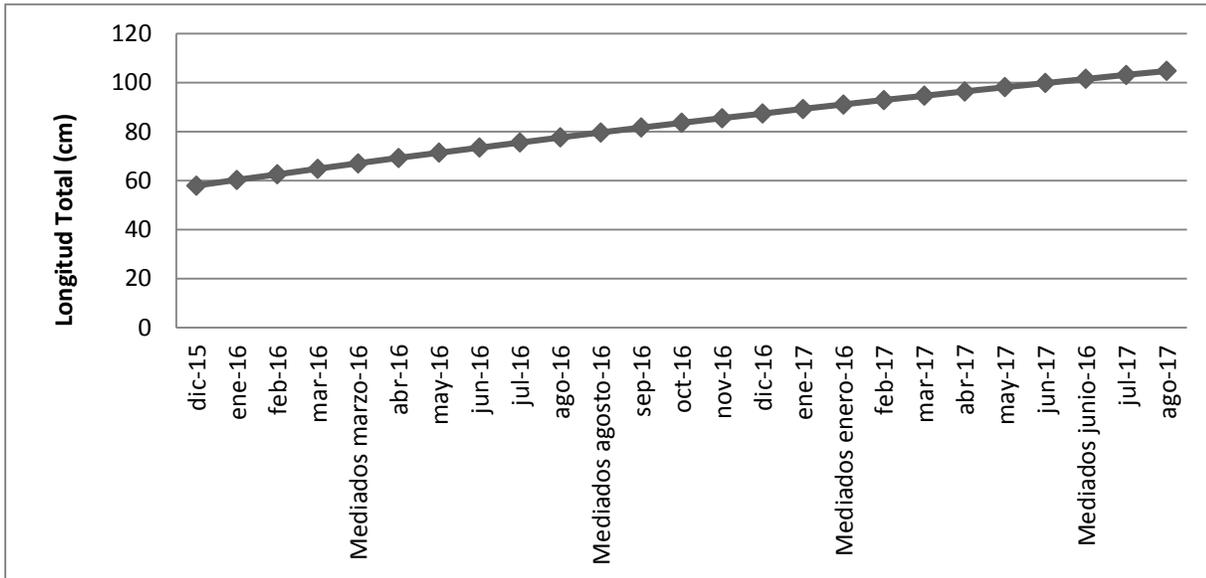
**Figura 9.-** Muestra la diferencia entre clases de edad: Neonatos y Juveniles del año.



**Figura 10.-** Gráfico de Gulland and Holt que muestra una curva de crecimiento estimada para *C.limbatus* del Pacífico Este Tropical.

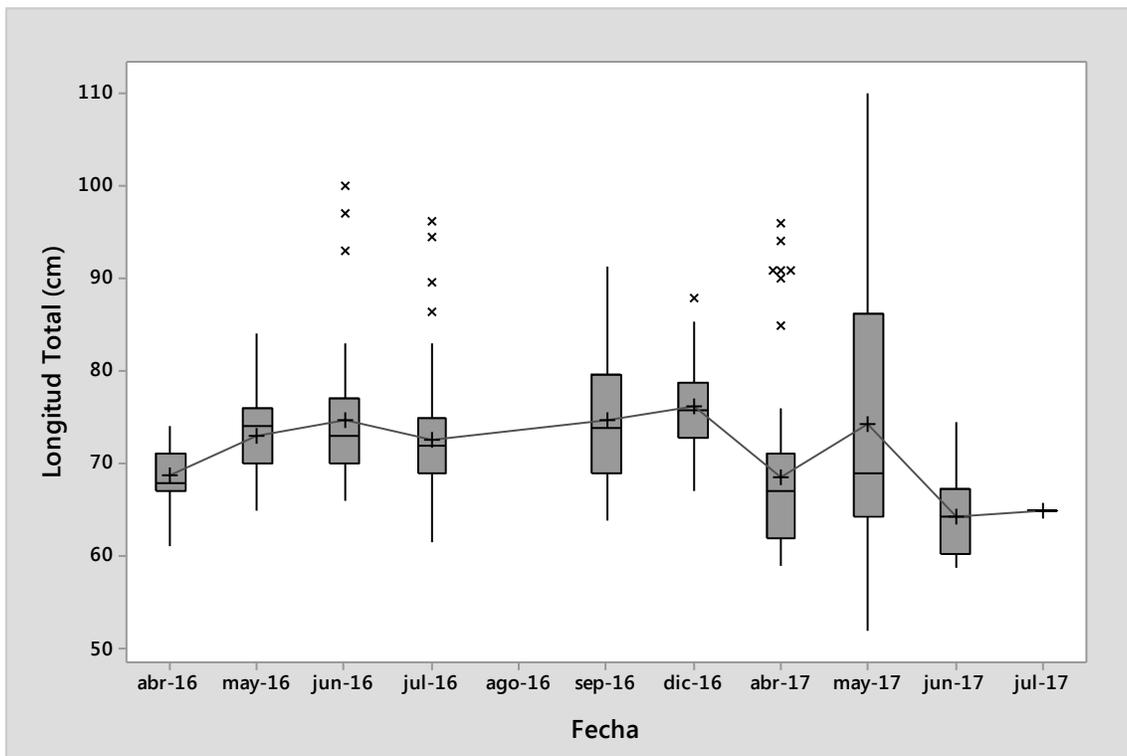


**Figura 11.-** Curva de crecimiento de 1 año y por meses para neonatos y juveniles



**Figura 12.-** Gráfico de caja que muestra las longitudes totales de los individuos muestreados en cada mes.

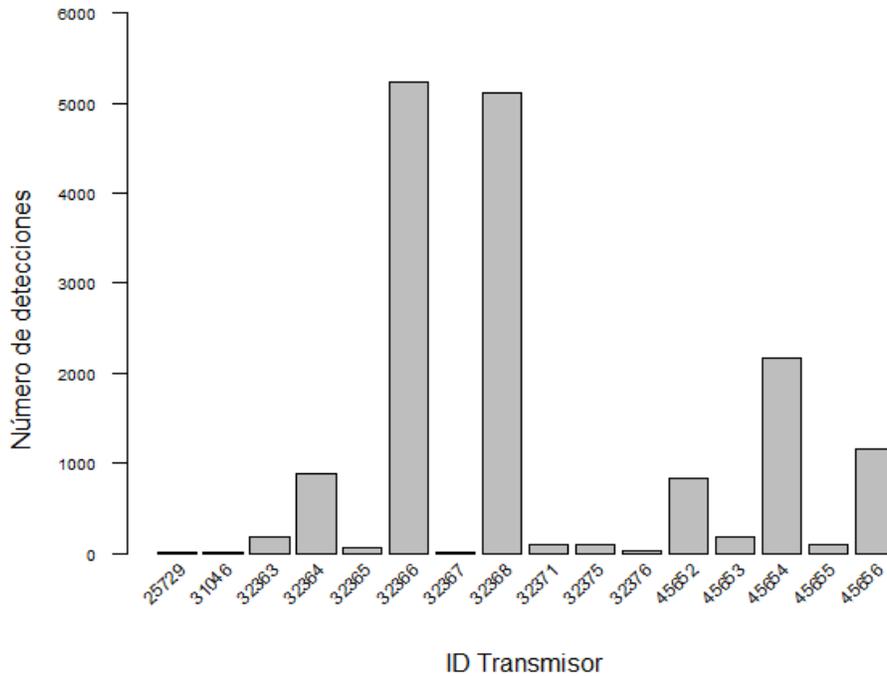
Las cruces representan la media, conectadas por la línea negra. Las X muestran valores atípicos.



**Figura13.-** Muestra los patrones de movimiento de cada individuo marcado con tag acústico durante las dos temporadas: 2016 y 2017.



**Figura 14.-** Número de detecciones provenientes de cada transmisor. ID transmisor corresponde al número de identificación del transmisor.



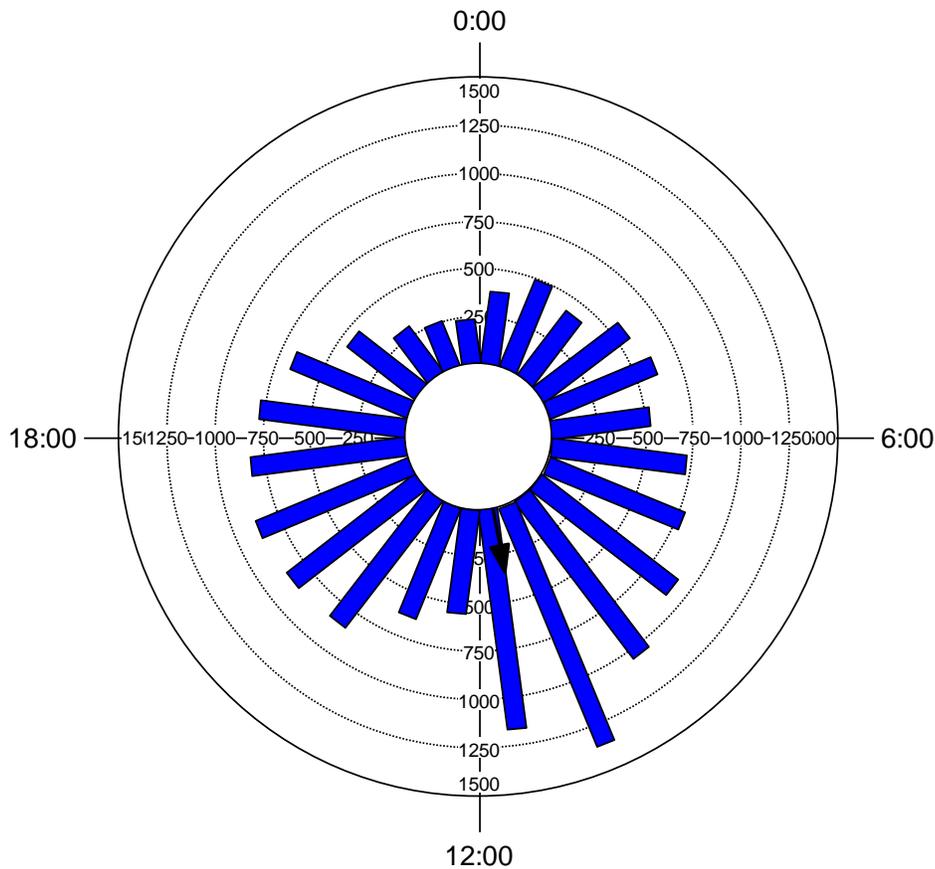
**Figura**

**15.-** Número de detecciones registradas por cada uno de los receptores ubicados. No se presenta La Tortuga porque no se registró ninguna detección para este lugar.



**Figura 16.-** Gráfico circular que muestra las horas de actividad de los individuos dentro de las zonas de crianza en un rango de 24 horas.

## Patrones día/noche



**Figura 16.-** Las barras azules indican el número de detecciones registradas en cada hora del día, mientras que, el vector (flecha color negro) indica la concentración de los datos