

ESTRUCTURA POBLACIONAL DEL TIBURÓN ALETIBLANCO (*Triaenodon obesus*) EN ISLA GORGONA, COLOMBIA

Nombre del Estudiante: Laura Cruz López

Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360, Cali, Colombia.

correo electrónico: laura.cruz.lopez@correounivalle.edu.co

Nombre del Director del Trabajo de Grado: Jose Tavera

Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360, Cali, Colombia.

correo electrónico: jose.tavera@correounivalle.edu.co

RESUMEN

Estudiar las poblaciones de tiburones en su medio natural puede ser útil para fortalecer el conocimiento del estado en que se encuentran dichas poblaciones en un cierto periodo de tiempo. El tiburón aletiblanco, *Triaenodon obesus*, es una especie residente en Isla Gorgona, que se caracteriza por presentar un patrón de manchas blancas únicas en las aletas. Esta especie fue grabada en la Isla con un sistema de estéreo video para estimar la estructura de su población en base a la distinción de individuos. Se tomaron medidas de longitud total (LT) y del gonopterigio de los machos, utilizando el programa EventMeasure. Se identificaron en total 30 tiburones en 24 inmersiones realizadas en dos salidas de campo en los meses de julio y octubre de 2024. Los individuos midieron entre 100,64 a 163,7 cm de LT, y la proporción de sexos no difirió significativamente. La mayoría (80%) de los tiburones identificados fueron organismos maduros (11 hembras y 13 machos). Se estimó una población de 42 tiburones ($IC = 27 - 79$) y una abundancia relativa de $\sim 3 \pm 3$ tiburones/h. Se construyó un catálogo fotográfico y una guía para la toma de fotografías del aletiblanco. Los resultados de este estudio muestran el tamaño poblacional, la proporción de sexos, la talla y la abundancia relativa de la especie *T. obesus* en Isla Gorgona para el año 2024, utilizando la fotoidentificación junto con el estereovideo.

Palabras clave: estéreo video, fotoidentificación, estimación poblacional, proporción sexual, abundancia relativa.

ABSTRACT

Studying shark populations in their natural environment can be useful for strengthening knowledge of their current state at a certain time. Whitetip Reef Shark, *Triaenodon obesus*, is a resident species on Gorgona Island, distinguished by unique white spot patterns on their fins. On this island, sharks were recorded by stereo-DOVs to analyze the structure and size of their population based on the individuals' distinctions. Total (TL) and clasper (in males) length measurements were taken using the EventMeasure program. A total of 30 sharks were photo-identified from 24 dives carried out on two field trips between July and October 2024—specimens measured from 100,64 to 163,7 cm in TL. The sex rate did not differ significantly. Most photo-ID sharks (80%) were mature (11 females and 13 males). The

population was estimated at 42 sharks (CI = 27 - 79). Relative abundance was $\sim 3 \pm 3$ sharks/h. A photographic catalog and a guide for photographing the white-tip shark were created. Results of this study show the population size, sex rate, lengths, and relative abundance of *T. obesus* on Gorgona Island for the year 2024, using the photo-ID with stereo-DOVs.

Key words: stereo-DOVs, photo-ID, population estimation, sex rate, relative abundance.

INTRODUCCIÓN

Los tiburones son peces cartilaginosos que pertenecen a la clase Chondrichthyes, y que, junto con las rayas, están dentro de la subclase Elasmobranchii (Ebert, Dando y Fowler, 2021). Al ser depredadores juegan un papel fundamental en su entorno manteniendo la diversidad de especies y la salud de los ecosistemas (Nixon, 2020). Los tiburones son especies muy sensibles y se han convertido en un foco de interés para la conservación debido a sus bajas tasas de reproducción, la sobrepesca y las altas capturas que enfrentan las poblaciones (Wannell, 2020). Los efectos de la sobreexplotación, así como también la destrucción de su hábitat por la contaminación y el cambio climático han sido documentados con evidencia de eventos de extirpaciones locales (Wannell, 2020). Los estudios independientes de las pesquerías y de investigadores de campo han aumentado con una serie de métodos para proporcionar información nueva y valiosa sobre las variables del ciclo de vida, el estado de las poblaciones, el comportamiento reproductivo, los patrones de migración y dispersión de los tiburones (Kohler y Turner, 2001; Graham y Roberts, 2007). Las técnicas de captura–marcado–recaptura han resultado eficaces para estimar el tamaño y estructura de las poblaciones, y aportar información demográfica de las especies objetivo (García-Grajales, Aguirre-León y Contreras-Hernández, 2007; Rowat *et al.*, 2009). Hoy en día, el marcado mediante etiquetas únicas implantadas en la parte exterior de los organismos, es uno de los métodos más utilizados para la identificación individual (Kohler y Turner, 2001; Marshall y Pierce, 2012). Sin embargo, estas etiquetas pueden presentar limitaciones dado a que se desgastan

y pueden perderse, por lo que tales sistemas sólo pueden ser efectivos durante un corto periodo de tiempo (Rowat *et al.*, 2009). También, pueden llegar a ser un método invasivo al perjudicar la aptitud individual y el comportamiento natural, así como causar lesiones o hasta la muerte (Marshall y Pierce, 2012; Hook *et al.*, 2019).

Para abordar algunos de estos problemas, la identificación de individuos basándose en marcas naturales se ha convertido en una herramienta importante en el estudio de poblaciones de animales en su medio natural, y se ha aplicado a una gama amplia de especies (Speed, Meekan y Bradshaw, 2007). A esta aproximación se le conoce como fotoidentificación, el cual es un método no invasivo, en el que mediante la toma de fotografías y/o vídeos, se reconocen características distintivas de los individuos, facilitando el seguimiento en el tiempo (Mejía-Falla *et al.*, 2014; Domínguez-Sánchez, 2017). La mayoría de los estudios coinciden en que el patrón de manchas, la presencia de cicatrices o contornos naturales no muestra evidencia de cambios significativos a lo largo de los años y, por tanto, puede usarse para distinguir individuos (Arzoumanian, Holmberg y Norman, 2005; Jaramillo-Gil, 2020). Posteriores reavistamientos de los individuos previamente identificados permiten realizar estimaciones del tamaño poblacional (Brooks *et al.*, 2010). La fotoidentificación se ha empleado con éxito en varias especies de tiburones como el aletiblanco *Triaenodon obesus* (Whitney *et al.*, 2012), el tiburón tigre de arena *Carcharias taurus* (Van Tienhoven *et al.*, 2007), el tiburón peregrino *Cetorhinus maximus* (Gore *et al.*, 2016), el tiburón gris de arrecife *Carcharhinus amblyrhynchos* (Micarelli *et al.*, 2024), entre otros. Los estudios fotográficos también permiten evaluar otras variables biológicas como el estado de madurez sexual, el tamaño de los individuos, diferencias fenotípicas en especies estrechamente relacionadas, entre otras (Deakos, 2010; Marshall y Pierce, 2012). Los métodos más populares para determinar la talla y la dispersión espacial de los individuos incluyen la fotogrametría láser (Rogers, Cambiè y Kaiser, 2017) y la estereofotografía o estereovideografía

(Marshall y Pierce, 2012). Se ha demostrado que el uso de la estereovideografía en combinación con una identificación fotográfica puede ser especialmente ventajoso para estimar la estructura de las poblaciones de tiburones mediante el método de captura–recaptura para especies que desempeñan un papel clave en el mantenimiento de ecosistemas de arrecifes saludables y que ecológicamente pueden presentar vulnerabilidad a la extinción local (Kohler *et al.*, 2023).

El tiburón punta blanca de arrecife, *Triaenodon obesus*, es una especie de la familia Carcharhinidae, que se caracteriza por presentar un patrón de manchas oscuras dispersas a los lados del cuerpo y una coloración blanca muy llamativa en la punta de su primera aleta dorsal y caudal superior, ocasionalmente también en las puntas de la segunda dorsal y lóbulo inferior de la caudal (Robertson *et al.*, 2024). Es una especie vivípara placentaria con una longitud total (LT) máxima reportada de 213 centímetros y un periodo de vida estimado de máximo 25 años (Randall, 1977; Compagno, 1984). Las hembras dan a luz entre 2 a 3 crías, con una LT de 52 - 60 cm (Ebert, Dando y Fowler, 2021). Los individuos maduran entre los 7 - 8 años, a una LT entre 104 - 116 cm en machos y 105 - 122 cm en hembras (Ebert, Dando y Fowler, 2021). Estos organismos suelen habitar entre 10 a 40 metros de profundidad, donde en el día se le encuentra utilizando cuevas o arenales, que pueden ser ocupados por varios ejemplares simultáneamente. En la noche actúa como un depredador activo, formando grupos para alimentarse de peces o cefalópodos en los arrecifes (Zanella *et al.*, 2012; Ebert, Dando y Fowler, 2021). Es uno de los tiburones arrecifales más comunes en aguas tropicales, con alta residencia y no migratorio (López-Garro *et al.*, 2020). Presenta una distribución circumtropical, a excepción del Atlántico, tanto en plataformas continentales como en islas oceánicas y continentales. Debido al descenso en su abundancia en algunas partes de su área de distribución por factores antropogénicos, cambio climático o de su biología (tamaño pequeño de camada, tardía edad de madurez, etc.), la

Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) lo ha catalogado como Vulnerable (Simpfendorfer *et al.*, 2020; Ebert, Dando y Fowler, 2021).

Triaenodon obesus es una de las especies de tiburón más comunes en la Isla Gorgona (Mejía-Ladino *et al.*, 2012). Se presenta todo el año con una mayor concentración de individuos en la zona sur y occidente de la Isla, y las hembras dan a luz cada año en los meses de octubre y noviembre (Mejía-Falla *et al.*, 2014). Está excluido del listado de recursos pesqueros de acuerdo con el Decreto 281 de 2021, en el cual se creó el Plan Ambiental para la Protección y Conservación de Tiburones, Rayas Marinas y Quimeras en Colombia (Quevedo, 2021). Aunque la presencia se ha documentado históricamente en el Parque Nacional Natural (PNN) Gorgona (Hleap-Lozano, Lozano-Castro y Navia, 2010) y se han realizado estudios con respecto al uso del hábitat en las zonas de buceo a partir de censos visuales (Mejía-Falla *et al.*, 2014), actualmente esta especie no se monitorea en la Isla y no existe información sobre muchos de sus parámetros poblacionales. Por lo tanto, se quiere conocer ¿cuál es la estructura poblacional del tiburón aletiblanco, *T. obesus*, en el PNN Gorgona? La alta fidelidad a los sitios y el comportamiento que presenta al congregarse cerca de la costa durante el día en la Isla Gorgona, lo convierten en una especie de fácil acceso para generar información sobre el estado de sus poblaciones.

Objetivo general

Estimar la estructura poblacional del tiburón aletiblanco, *Triaenodon obesus*, en el PNN Gorgona.

Objetivos específicos

- (1) Determinar la proporción de sexos, las tallas, el tamaño poblacional y la abundancia relativa de *T. obesus*, en el PNN Gorgona.
- (2) Crear un catálogo fotográfico de los individuos fotoidentificados de *T. obesus*, en el PNN Gorgona.
- (3) Crear una guía para la toma adecuada de fotografías a los ejemplares de *T. obesus*.

MÉTODOS

Área de estudio

El PNN Gorgona está ubicado al suroccidente del Pacífico colombiano (entre 2°55'45" - 3°00'55"N y 78°09'00"- 78°14'30"W), a unos 35 km del punto más cercano del continente, correspondiente al Municipio de El Charco, en el departamento de Nariño (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2018; Ramírez-Martínez *et al.*, 2022).

Está definido por un territorio insular y un área marina de 616,8 km² (Díaz, López-Victoria y Barrios, 2001). El área marina corresponde al 97,76% del Parque y se caracteriza por presentar fondos blandos y rocosos, montañas submarinas, y formaciones de arrecifes coralinos que se destacan por ser de los más desarrollados y grandes del Pacífico colombiano, albergando una alta diversidad de especies de peces y una dominancia de corales pocillopóridos, especialmente *Pocillopora* spp. (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2018).

Trabajo en campo

Se realizaron dos salidas de campo al PNN Gorgona, la primera del 9-16 de julio de 2024 y la segunda del 15-22 de octubre de 2024, para grabar a los tiburones aletiblanco mediante un sistema de estéreovideo, el cual consta de dos cámaras Sony FDR-X3000 que están ligeramente inclinadas entre sí de modo que los campos de visión se superpongan. Ambas cámaras presentan carcasas sumergibles y están unidas a una barra rígida como base para que un solo buzo la transporte (Rivas-Escobar, Tavera y Acero, 2023). La mayoría de los individuos se grabaron por ambos lados cuando se encontraban reposando sobre el sustrato o nadando.

En cada salida de campo, se realizaron 12 inmersiones con equipos de buceo entre las 9:00 - 16:00 h. En la primera salida se fueron a las siguientes zonas: 4 inmersiones en la zona norte (La Tiburonera), 2 en el este (El Hoyo–La Azufrada), 1 en el sur (La Cazuela) y 5 (Montañita I y Montañita II). En la segunda, a las siguientes zonas: 3 en la zona norte (La Tiburonera y Plaza de

Toros), 3 en el este (El Planchón y El Hueco–La Azufrada), 1 en el sur (La Cazuela) y 5 en el oeste (Montañita I, Montañita II y La Parguera de Harold). En cada sitio de muestreo, se registró la duración de la inmersión en minutos, temperatura de fondo (°C) y profundidad a la que se avistaron los tiburones.

Catálogo y guía fotográfica

Se utilizó un editor de video, para guardar los fotogramas de los tiburones visualizados presentes en cada zona de buceo. La fotoidentificación se realizó mediante el análisis y la comparación intraespecífica de las manchas en la primera aleta dorsal, la segunda aleta dorsal, el lóbulo superior e inferior de la aleta caudal, y los costados del cuerpo, tanto para el lado derecho como izquierdo de los animales (en la mayoría de los casos). En base a la presencia (en machos) o ausencia (en hembras) de los órganos reproductores conocidos como gonopterigios se diferenció el sexo de los individuos. Se creó un catálogo con los mejores fotogramas obtenidos de los individuos fotoidentificados, y una guía para la toma y elección de fotografías para enriquecer el catálogo fotográfico.

Evaluación de tallas

Los videos se analizaron en el programa EventMeasure para obtener las medidas de LT (desde la punta del hocico hasta el extremo final de la aleta caudal) (Fig. 1A) y la longitud de los gonopterigios (LC: desde la axila de la aleta pélvica hasta la punta del gonopterigio) (Fig. 1B). Se eligió la opción “*length measurements*” para utilizar dos modos de medición estéreo: 1) Two point: obtener una medida entre dos puntos cuando el objeto de medición se encuentra recto y centrado a la cámara, y 2) Compound: obtener una medida con varios puntos cuando el objeto de medición está curvado. Se procuró utilizar en la mayoría de los tiburones el primer modo de medición cuando se encontraban paralelos a la cámara y en el centro de ésta. Se utilizaron las longitudes que tuvieran un valor de RMS (valor de la intersección de los puntos de medición en

ambas imágenes estéreo) más cercano a 0 mm y que estuvieran por debajo de 10 mm (SeaGIS Pty Ltd, 2023).

Previo a la toma de mediciones, el estéreo video se calibró en el programa CAL, siguiendo el manual desde el apartado “stereo camera calibration quick guide” (SeaGIS Pty Ltd, 2022).

Análisis de los datos

Se calculó la proporción de machos y hembras de la población de *T. obesus*, de acuerdo con la ecuación 1, modificada de Rapi *et al.* (2020):

$$PS = \frac{\sum H}{\sum M}, H: M \quad (1)$$

en donde *PS*: proporción sexual, $\sum H$: número de tiburones hembras, $\sum M$: número de tiburones machos.

En el programa R, usando la prueba estadística de chi-cuadrado (χ^2) (Ramírez, 2016), se compararon las proporciones de sexos con una proporción esperada de 1:1, a un nivel de significancia del 5%.

Se calculó el promedio y la desviación estándar (SD) de la LT para la totalidad de individuos, y para machos y hembras por separado. Se presentó la composición de tallas por sexo mediante un diagrama de cajas. A falta de normalidad, pero presencia de homogeneidad de varianzas, se utilizó una prueba no paramétrica U de Mann–Whitney para determinar diferencias entre las LT de los machos y las hembras, a un nivel de significancia del 5%. Los tiburones se clasificaron como inmaduros o maduros con base a la LT de madurez estimada de acuerdo a Ebert, Dando y Fowler (2021), y también basándose en la relación entre la LT y LC en los machos, representada mediante el ajuste del modelo logístico $LC = a/[1 + e^{(-b \times (LT - c))}]$ modificado de Papastamatiou *et al.* (2009), donde el valor de *a* es el límite superior de LC en el modelo; *b* es el que controla la pendiente de la curva; *c* es el valor de LT donde ocurre el punto de inflexión. Se determinó una

correlación entre los valores observados y los ajustados por el modelo. Se utilizó el programa R para analizar los datos anteriores.

La estimación del tamaño poblacional para los tiburones capturados por fotoidentificación del *T. obesus*, se analizó manualmente en el programa Excel con la extensión del método de Lincoln-Petersen, el estimador de Schnabel, que asume una población cerrada con varios eventos de muestreo de captura-recaptura (Schnabel, 1938). Este método se describe detalladamente en Ricker (1975) con la siguiente ecuación 2:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^k (C_i \times M_i)}{\sum_{i=1}^k R_i} \quad (2)$$

donde N es la estimación poblacional total, C_i son las capturas por evento de muestreo (en este estudio un evento de muestreo se tomó como una inmersión), M_i son los individuos marcados antes de un evento de muestreo y R_i es el número de recapturas. Los supuestos utilizados en este método se basaron en: (1) Tanto los tiburones marcados como no marcados se mezclan aleatoriamente en toda la población, (2) el reclutamiento y la mortalidad de la población son insignificantes durante el estudio de marcado-recaptura, (3) los tiburones marcados no pierden ni ganan marcas, (4) todas las marcas están registradas y reconocibles durante el período de estudio. Los supuestos 3 y 4 se respetaron utilizando como marcado la técnica de fotoidentificación en base al patrón de manchas únicas de cada individuo. Posterior a esto, se calcularon los intervalos de confianza (IC) al 95% tratando el total de recapturas ($\sum R_i$) como una variable en la distribución de Poisson, cuando $\sum R_i$ es pequeña menor a 50. Se siguió el procedimiento descrito en Badii *et al.* (2012).

Finalmente, la abundancia relativa durante las inmersiones se estimó utilizando la ecuación 3, modificada de Zanella *et al.* (2012):

$$\text{Número de tiburones identificados por hora} = \frac{\# \text{ individuos identificados}}{\text{Tiempo de inmersión (min)}} \times \text{hora (60 min)} \quad (3)$$

Se determinó el número de individuos identificados por zona y se siguió la categorización de Mejia-Falla *et al.* (2014) para calcular el porcentaje de individuos avistados en diferentes profundidades (intervalo 1: < 10 m, intervalo 2: 10 a 19,9 m, intervalo 3: 20 a 29,9 m, intervalo 4: > 30 m).

RESULTADOS

Se identificaron en total 30 individuos de *T. obesus*, donde el 53,3% (n = 16) fueron hembras y el 46,7% (n = 14) fueron machos, para una proporción de sexos de 1,14:1 (hembra:macho). De acuerdo a la prueba chi-cuadrado, esta proporción de sexos no difiere de la esperada 1:1 para los individuos de *T. obesus* entre los meses de julio y octubre de 2024 (prueba de $\chi^2 = 0,133$, g.l = 1, $p\text{-value} = 0,715$). La LT promedio de los tiburones fotoidentificados fue de $136,2 \pm 17,24$ cm ($\bar{X} \pm \text{SD}$). La LT de las hembras varió entre 100,64 y 163,7 cm ($136,61 \pm 21,42$ cm) y en los machos varió entre 117,35 y 150,82 cm ($135,81 \pm 11,55$ cm). La LT de los tiburones machos y hembras no difirió significativamente (W = 127, g.l = 1, $p\text{-value} = 0,5466$) (Fig. 3). La mayoría de las hembras estaban por arriba de la talla de madurez estimada, con una LT mayor a 140 cm. Solo 5 hembras presentaron tallas entre 100 - 114 cm. De estas, solo dos se consideraron inmaduras por debajo de 105 cm, las otras 3 no se definieron. Mientras que los machos más del 50% tuvo LT mayores a 137 cm (Fig. 2). Se encontró que 1 de los 14 machos era inmaduro, respecto a la relación de la LT con la LC. El cambio en la pendiente de la gráfica muestra la maduración de los machos entre los 120 - 130 cm. El tamaño de los gonopterigios osciló entre 7 a 14 cm (Fig. 3). La correlación entre los valores obtenidos y los ajustados en el modelo logístico fue de 0,791.

Respecto a los tiburones fotoidentificados, 13 individuos fueron recapturados 1 vez y dos se recapturaron 2 veces, dando como resultado 17 recapturas. Utilizando el modelo de Schnabel, se estimó un tamaño poblacional de 42 tiburones (IC al 95% = 27 - 79). La mayoría de las recapturas se tuvieron en los mismos sitios, a excepción de un macho que se fotoidentificó como primera vez el 22 agosto de 2024, cuando se encontraba apareando en la zona oeste, en Montañita II (Fig. 4A, B, C), y recapturado en octubre, reposado junto a un macho y una hembra a 42 metros de profundidad en La Tiburonería (Fig. 4D, E). La mancha de la primera aleta dorsal y el patrón de manchas en el costado del lado derecho, y la distintiva mancha del lóbulo superior de la aleta caudal en el lado izquierdo, permitieron su identificación para la recaptura. El dato de agosto se obtuvo por un video suministrado por el centro de buceo, Buceo Sin Fronteras.

La abundancia relativa de acuerdo con el tiempo de inmersión fue de $\sim 3 \pm 3$ tiburones/h. Los tiempos de inmersión estuvieron entre los 13 - 70 min (43 ± 13 min) donde la temperatura en el fondo fue de 26 - 28,5 °C ($27 \pm 0,56$ °C). Los tiburones se observaron principalmente en el norte (n = 14) y el oeste (n = 16). Los individuos se observaron especialmente entre los 10 y 20 m de profundidad (43,24%), seguidamente de 20 y 30 m (40,54%) (Tabla 1). Se encontraron machos y hembras compartiendo un mismo lugar, al igual que individuos maduros e inmaduros.

En el catálogo fotográfico se representaron los 30 individuos fotoidentificados con su respectivo nombre, foto lateral de ambos lados, el zoom de las características distintivas, la talla y el lugar de avistamiento ([Anexo 1](#)), así como la guía para la toma y elección de fotografías ([Anexo 2](#)). Los individuos se lograron distinguir por la forma de la primera aleta dorsal y el lóbulo superior de la caudal, el patrón de manchas en el costado del cuerpo en ambos lados, la presencia o ausencia de la mancha blanca en la segunda aleta dorsal y lóbulo inferior de la caudal en la mayoría por ambos lados, y la LT en centímetros.

DISCUSIÓN

Los estudios que se han realizado para el aletiblanco en el PNN Gorgona se han basado en censos visuales o en la presencia de la especie en diferentes sitios de la Isla. Este es el primer estudio en la Isla Gorgona que utiliza el sistema de estéreo video en conjunto con la fotoidentificación como una herramienta no invasiva para: (1) estimar el tamaño de la población de *T. obesus* mediante el método de captura-fotoidentificación-recaptura, (2) determinar la talla exacta de los individuos, y (3) conocer el tamaño aproximado de los gonopterigios en machos, utilizando el programa EventMeasure. El uso de ambas técnicas ha sido eficaz para estudiar el tamaño poblacional de otras especies de tiburones como el tiburón de arrecife del Caribe, *Carcharhinus perezi* y el tiburón nodriza, *Ginglymostoma cirratum* en las Islas Caimán y en la Reserva de la Biósfera Seaflower en el mar Caribe (Kohler *et al.*, 2023; Rivas-Escobar *et al.*, 2024), y para estimar la longitud total de tiburones blancos *Carcharodon carcharias* en Australia utilizando el programa EventMeasure (Harasti *et al.*, 2017). Seguir utilizando estas técnicas para el estudio de las poblaciones de tiburones u otras especies en su medio natural en el PNN Gorgona puede ser beneficioso para determinar si una población es estable, está aumentando o está en declive (Kohler *et al.*, 2023).

En el último estudio realizado en Isla Gorgona para el tiburón aletiblanco, se lograron fotoidentificar 38 tiburones en un periodo de tiempo de 7 años (2004 - 2011) (Mejia-Falla *et al.* 2014) en comparación al presente estudio donde se identificaron 30 individuos en 15 días. En algunos casos, no se logró fotoidentificar tiburones debido a que se encontraban muy lejos, o pasaban nadando rápido y la turbidez del agua no permitió la identificación en los videos. Por lo anterior, se puede considerar la presencia de más tiburones en la Isla, incluso en lugares que pueden ser desconocidos para los buceadores como arenales o cuevas a diferentes profundidades.

El análisis de proporciones de sexos demostró que la proporción sexual de hembras y machos no difieren entre sí, a pesar de que se fotografiaron más hembras. Este patrón se ha visto en Isla del Coco, Costa Rica, donde se encontró una proporción sexual de 1,07:1 (Zanella *et al.* 2012) y en Australia de 1,63:1 (Ayling y Choat, 2008) a favor de las hembras. Según Muslih *et al.* (2016), si en una población se tiene una proporción igual de hembras y machos, o hay más hembras, entonces la población se encuentra en condiciones ideales para mantener su población. Sin embargo, en la naturaleza, la proporción de sexos no es absoluta y puede estar influenciada por patrones intrínsecos de cada especie, por su distribución, las épocas de año, o factores ambientales (Rapi *et al.*, 2020).

De acuerdo con la talla a la que nacen los individuos de *T. obesus* la cual es entre 52 y 60 cm de LT (Ebert, Dando y Fowler, 2021), en este estudio no se encontraron neonatos. Primordialmente, la población estuvo constituida por hembras y machos maduros. Sin embargo, la presencia de organismos maduros y juveniles de ambos sexos en las zonas indica que no hay segregación ni sexual ni por tallas en Isla Gorgona. Aunque no hubo diferencias entre las tallas de hembras y machos, la LT máxima perteneció a una hembra de 163,7 cm. Las tallas superiores a 168 cm son raras (Randall, 1977), a excepción de un reporte de una hembra de 213 cm por Compagno (1984), la cual fue estimada por censos visuales. En tiburones con reproducción vivípara, es más frecuente encontrar hembras con tallas más grandes dado a las demandas energéticas y físicas que necesitan para el proceso de reproducción (Benavides-Morera, Brenes-Rodríguez y Márquez-Artavia, 2017).

En cuanto a la madurez de los machos, considerando la relación entre la LT con LC, y el tamaño del gonopterigio, se presentó solo un macho inmaduro. Este macho no presentó las características de un macho maduro, donde los gonopterigios son grandes, y sobrepasan la aleta pélvica, casi alcanzado el origen de la aleta anal (Whitney *et al.*, 2012). Aunque normalmente los

gonopterigios se miden desde el inicio de la cloaca hasta la punta del gonopterigio cuando se tiene el animal ventralmente, las LC obtenidas en este estudio son una aproximación a la longitud exterior del gonopterigio (Compagno, 1984).

La estimación poblacional en el presente estudio es aproximadamente dos veces menor que la estimada en la Bahía Chatham, en Isla del Coco (estimación de 94, IC= 76-128) que tiene un ancho de 605 m desde la costa y un largo de 1,35 km comparado con los 9 km de largo y 2,5 km de ancho que tiene Isla Gorgona (Díaz, López-Victoria y Barrios, 2001). Dicho estudio realizó las recapturas a partir de la fusión de censos visuales subacuáticos y marcas de plástico puestas en las aletas de los tiburones (Zanella *et al.* 2012). Aunque a menudo puede ser difícil evitar un sesgo en la estimación de las poblaciones debido al tiempo, métodos o esfuerzo limitados (Delaney *et al.*, 2012), es razonable suponer que en este estudio se subestimó la población del *T. obesus* en Isla Gorgona a pesar de que se alcanzaron a muestrear todos los sitios, el periodo entre las salidas de campo fue corto para ajustarse a una población cerrada y se obtuvieron altas recapturas durante las inmersiones.

Con relación a las recapturas, la mayoría se observaron en los mismos sitios de asentamiento y agregación como se ha sido evidenciado en esta especie al tener alta residencia (Speed *et al.*, 2011; Whitney *et al.*, 2012). Sin embargo, este trabajo junto al de Mejia-Falla *et al.* (2014), también realizado en Isla Gorgona, demuestra cómo los individuos fueron observados en lugares diferentes de la Isla, que están aproximadamente a 8 km de distancia, en meses distantes e incluso años. Estudios realizados en las Islas de Hawaii, han demostrado cómo los individuos pueden alcanzar distancias de hasta 26,4 km entre zonas diferentes dentro de su rango de hogar (Whitney *et al.*, 2012). El dato suministrado por Buceo Sin Fronteras sugiere que estos movimientos largos entre zonas pudieran estar siendo modulados por eventos reproductivos.

La abundancia relativa en este estudio en Isla Gorgona fue de $\sim 3 \pm 3$ tiburones/h, la cual puede ser considerada baja en comparación a lo encontrado en Bahía Culebras ubicada en la costa del Pacífico norte en Costa Rica en donde se obtuvo una abundancia de $2,37 \pm 1,24$ tiburones/h y $12,77 \pm 11,16$ tiburones/h en los meses de enero y junio, respectivamente, en un área de 24 km², comparada con los 26 km² de Isla Gorgona (Jiménez, 2001; Arauz, Zanella & López, 2009; Zanella *et al.* 2012).

En cuanto a la zonación, los tiburones se encontraron principalmente en La Tiburonera (zona norte) donde se vieron congregaciones de tiburones inmaduros y maduros de hembras y machos, de hasta 4 individuos a 24 m de profundidad y en Montañita II (zona oeste) de hasta 6 individuos a 16 m. Esto confirma lo mencionado por Zanella *et al.* (2012), donde esta especie no posee una segregación espacial ni sexual. Estos sitios se caracterizan por presentar arenales, fondos rocosos, repisas coralinas y cuevas, donde en el día son utilizados con mayor probabilidad para descansar. Por otro lado, no se observaron tiburones ni en la zona este ni en el sur (La Cazuela). La zona este (La Azufrada-El Hoyo) se caracteriza por presentar especialmente formaciones de arrecifes coralinos (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2018), lo cual se ha demostrado en diferentes estudios que estos sitios son utilizados con mayor frecuencia en la noche para forrajear y cazar (Whitney *et al.*, 2007; Zanella *et al.* 2012).

En conclusión, este estudio logró estimar la estructura poblacional del tiburón aletiblanco en Isla Gorgona, en base a la distinción de individuos, mediante el uso de la fotoidentificación y la estereovideografía, pudiendo identificar 30 tiburones, la mayoría machos y hembras adultas, preñadas; una estimación poblacional de 42 tiburones asumiendo una población cerrada y una abundancia relativa de aproximadamente 3 ± 3 tiburones/h. Se recomienda seguir utilizando la guía de fotografías con la finalidad de que sirva en futuros monitoreos en la Isla, para que los prestadores de servicios del parque o investigadores puedan tomar adecuadamente las fotos y/o

videos, y así ayudar a mejorar el catálogo fotográfico del *T. obesus*. Finalmente, este trabajo queda como línea base para seguir aumentando el conocimiento de la población del aletiblanco y otras especies presentes en el PNN Gorgona.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios por ser mi motor cada día para no rendirme. A mis padres Arlex Cruz y Maria Teresa López, y hermanos Isabella Cruz y Santiago Cruz, por ser siempre ese apoyo incondicional. A Vitalizia Seguros por ser el patrocinador en mi proyecto de vida. A mi director de tesis Jose Tavera por toda su ayuda para realizar este trabajo, por su enseñanza y perseverancia en los momentos de incertidumbre de este proyecto. A Parques Nacionales Naturales por permitirme realizar este proyecto en Isla Gorgona, y a los funcionarios de la Isla por todo su apoyo en la logística de los muestreos y la estancia. A la Universidad del Valle por permitirme crecer personal y profesionalmente. A Milton Cruz y al profesor Wilmar Torres por su ayuda en el análisis de datos. A Natalia Rivas por su ayuda en el uso de programas SeaGis. A mis compañeros del laboratorio de Ictiología por todo su apoyo, y a mis compañeros de la carrera porque sin ellos este camino de crecimiento no hubiera sido igual.

LITERATURA CITADA

- Arauz, R., Zanella, I. y López, A. (2009) “Caracterización de los elasmobranquios avistados en sitios de buceo, en el Golfo de Papagayo, Costa Rica”, PRETOMA. San José, Costa Rica.
- Arzoumanian, Z., Holmberg, J. y Norman, B. (2005) “An astronomical pattern-matching algorithm for computer-aided identification of whale sharks *Rhincodon typus*”, *The journal of applied ecology*, 42(6), pp. 999–1011. doi: 10.1111/j.1365-2664.2005.01117.x.
- Ayling, A.M. y Choat, J.H. (2008) *Abundance patterns of reef sharks and predatory fishes on differently zoned reefs in the offshore Townsville region: Final Report to the Great Barrier Reef Marine Park Authority*,. Research Publication No. 91, Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville.

- Badii, H.M. *et al.* (2012) “Muestreo por Métodos de Captura-Recaptura”, *Daena: International Journal of Good Conscience*, 7(1), pp. 97–131.
- Benavides-Morera, R., Brenes-Rodríguez, C.L. y Márquez-Artavia, A. (2017) “Proporción sexual, relación talla-peso y distribución geográfico-batimétrica de *Squalus cubensis* (SQUALIFORMES: SQUALIDAE) en la costa Caribe de Centroamérica”, *UNICIENCIA*, 31(2), p. 69. Disponible en: <https://doi.org/10.15359/ru.31-2.5>.
- Brooks, K. *et al.* (2010) “Seeing Spots: Photo-identification as a Regional Tool for Whale Shark Identification”, *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.*, 9(2), pp. 185–194.
- Compagno, L.J.V. (1984) *FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 1. Carcharhiniformes*. FAO Fisheries Synopsis.
- Deakos, M. H. (2010) “Paired-laser photogrammetry as a simple and accurate system for measuring the body size of free-ranging manta rays *Manta alfredi*,” *Aquatic biology*, 10(1), pp. 1–10. doi: 10.3354/ab00258.
- Delaney, D.G. *et al.* (2012) “Accuracy of using visual identification of white sharks to estimate residency patterns”, *PloS one*, 7(4), p. e34753. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034753>.
- Díaz, J.M., López-Victoria, M. y Barrios, L.M. (2001) “Introducción”, en L.M. Barrios y M. López-Victoria (eds.) *Gorgona marina: Contribución al conocimiento de una isla única*. INVEMAR. Serie Publicaciones Especiales No. 7, Santa Marta, p. 4.
- Domínguez-Sánchez, P. S. (2017) *Estructura poblacional de manta gigante (Mobula birostris Walbaum, 1792) en bahía de banderas y el archipiélago de Revillagigedo, México*. Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Ebert, D. A., Dando, M. y Fowler, S. (2021) *Sharks of the world: A complete guide*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Fischer, W. *et al.* (1995) *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen II. Vertebrados - Parte I*.
- García-Grajales, J., Aguirre-León, G. y Contreras-Hernández, A. (2007) “Tamaño y estructura poblacional de *Crocodylus Acutus* (Cuvier 1807) (Reptilia: Crocodylidae) en el estero La Ventanilla, Oaxaca, México”, *México Acta Zoológica Mexicana*, 23(1), pp. 53–71.
- Gore, M.A. *et al.* (2016) “Use of photo-identification and Mark-recapture methodology to assess basking shark (*Cetorhinus maximus*) populations”, *PloS one*, 11(3), p. e0150160. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150160>.
- Graham, R. T. y Roberts, C. M. (2007) “Assessing the size, growth rate and structure of a seasonal population of whale sharks (*Rhincodon typus* Smith 1828) using conventional tagging and photo identification”, *Fisheries research*, 84(1), pp. 71–80. doi: 10.1016/j.fishres.2006.11.026.
- Harasti, D. *et al.* (2017) “Use of stereo baited remote underwater video systems to estimate the presence and size of white sharks (*Carcharodon carcharias*)”, *Marine & freshwater research*, 68(7), p. 1391. Disponible en: <https://doi.org/10.1071/mf16184>.

- Hleap-Lozano, J. S., Lozano-Castro, R. A. y Navia, A. F. (2010) *Informe técnico sobre elasmobranquios PNN Gorgona. Expedición científica PNN Gorgona 2009*.
- Hook, S. A. *et al.* (2019) “Recognition software successfully aids the identification of individual small-spotted catsharks *Scyliorhinus canicula* during their first year of life”, *Journal of fish biology*, 95(6), pp. 1465–1470. doi: 10.1111/jfb.14166.
- Jaramillo-Gil, S. (2020) *Estimación del tamaño de la agregación de tiburón ballena (Rhincodon typus) en Bahía de los Ángeles, Baja California, con base en foto-identificaciones*. CICESE.
- Jiménez, C. (2001) “Arrecifes y ambientes coralinos de Bahía Culebra, Pacífico de Costa Rica: aspectos biológicos, económico-recreativos y de manejo”, *Revista de biología tropical*, 49(S2), pp. 215–231. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/26329> (Consultado: el 22 de enero de 2025).
- Kohler, J. *et al.* (2023) “First estimates of population size and home range of Caribbean reef and nurse sharks using photo-identification and BRUVS,” *Frontiers in marine science*, 10. doi: 10.3389/fmars.2023.1230896.
- Kohler, N. E. y Turner, P. A. (2001) “Shark tagging: A review of conventional methods and studies”, *Environmental biology of fishes*, 60(1–3), pp. 191–224. doi: 10.1023/a:1007679303082.
- López-Garro, A. *et al.* (2020) “Residencia del tiburón punta blanca de arrecife, *Triaenodon obesus*, (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) en las bahías Chatham y Wafer del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica,” *Revista de biología tropical*, 68(S1), pp. S330–S339. doi: 10.15517/rbt.v68is1.41203.
- Marshall, A. D. y Pierce, S. J. (2012) “The use and abuse of photographic identification in sharks and rays”, *Journal of fish biology*, 80(5), pp. 1361–1379. doi: 10.1111/j.1095-8649.2012.03244.x.
- Mejía-Falla, P.A. *et al.* (2014) “Uso de hábitat de *Triaenodon obesus* (Carcharhiniformes: Carcharhinidae), *Rhincodon typus* (Orectolobiformes: Rhincodontidae) y *Manta birostris* (Myliobatiformes: Myliobatidae) en el Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano”, *Revista de biología tropical*, 62, p. 329. Disponible en: <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.16356>.
- Mejía-Ladino, L. M. *et al.* (2012) “Capítulo 5. Tiburones y rayas en el Parque Nacional Natural Gorgona”, en Giraldo, A. y Valencia, B. (eds.) *Isla Gorgona, paraíso de biodiversidad y ciencia*, pp. 109–129.
- Micarelli, P. *et al.* (2024) “Observations on an aggregation of grey reef sharks (*Carcharhinus amblyrhynchos*) in the Mozambique channel off the coast of Nosy Be (Madagascar) and tools for photo-identification-A new aggregation nursery site?”, *Biology*, 13(9), p. 661. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/biology13090661>.
- Muslih, M. *et al.* (2016) “Beberapa Parameter Populasi Ikan Hiu Martil (*Sphyrna lewini*) di Perairan Laut Jawa dan Kalimantan”, *Prosiding Simposium Hiu Dan Pari Di Indonesia*.

- Nixon, A. N. (2020) *A shark conservationists toolbox: Current DNA methods and techniques aiding in the conservation of sharks*. Nova Southeastern University.
- Papastamatiou, Y.P. *et al.* (2009) “Distribution, size frequency, and sex ratios of blacktip reef sharks *Carcharhinus melanopterus* at Palmyra Atoll: a predator-dominated ecosystem”, *Journal of Fish Biology*, 75(3), pp. 647–654. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2009.02329.x>.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia (2018) *Plan de manejo 2018 - 2023. Parque Nacional Natural Gorgona*.
- Quevedo, D. (2021) “Decreto 281 de 2021 ‘Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, con una nueva sección en lo relacionado con el establecimiento de medidas para la protección y conservación de Tiburones, Rayas Marinas y Quimeras de Colombia’”, *Derecho del Medio Ambiente*. Universidad Externado de Colombia, 31 mayo. Disponible en: <https://medioambiente.uexternado.edu.co/decreto-281-de-2021-por-el-cual-se-adiciona-el-decreto-1076-de-2015-con-una-nueva-seccion-en-lo-relacionado-con-el-establecimiento-de-medidas-para-la-proteccion-y-conservacion-de-tiburones/> (Consultado: el 12 de febrero de 2024).
- Ramírez, O. (2016) *Chi-Cuadrado, R Pubs by RStudio*. Disponible en: <https://rpubs.com/osoramirez/111403> (Consultado: el 25 de noviembre de 2024).
- Ramírez-Martínez, G. A. *et al.* (2022) “Daily and monthly ichthyoplankton assemblages of La Azufrada coral reef, Gorgona Island, Eastern Tropical Pacific”, *Regional studies in marine science*, 52(102378), p. 102378. doi: 10.1016/j.rsma.2022.102378.
- Randall, J. E. (1977) “Contribution to the Biology of the Whitetip Reef Shark (*Triaenodon obesus*)”, *Pacific Science*, 31(2), pp. 143–164.
- Rapi, N.L. *et al.* (2020) “Growth pattern, condition factor and sex ratio of Grey Reef Shark *Carcharhinus amblyrhynchos* (Bleeker, 1856) in Makassar Strait”, *IOP conference series. Earth and environmental science*, 564(1), p. 012016. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/564/1/012016>.
- Ricker, W.E. (1975). *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 191, Ottawa.
- Rivas-Escobar, N. *et al.* (2024) “Ocurrencias y tamaños corporales de peces cartilaginosos comunes de la Reserva de la Biósfera Seaflower”, *Boletín científico. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, Cartagena*, 43(2). Disponible en: <https://doi.org/10.26640/22159045.2024.635>.
- Rivas-Escobar, N., Tavera, J. y Acero, A. (2023) “Estéreo-video operado por buzos: Una potente herramienta para realizar estudios comparativos de tallas de peces marinos”, en Sánchez, J. A. *et al.* (eds.) *BUCEO CIENTÍFICO: Manual de procedimientos y metodologías*, pp. 225–232.
- Robertson, D.R. *et al.* (2024) *Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea. Versión 3.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá*.

- Rogers, T. D., Cambiè, G. y Kaiser, M. J. (2017) “Determination of size, sex and maturity stage of free swimming catsharks using laser photogrammetry,” *Marine biology*, 164(11). doi: 10.1007/s00227-017-3241-7.
- Rowat, D. *et al.* (2009) “Population abundance and apparent survival of the Vulnerable whale shark *Rhincodon typus* in the Seychelles aggregation”, *Oryx: the journal of the Fauna Preservation Society*, 43(04), p. 591. doi: 10.1017/s0030605309990408.
- Schnabel, Z.E. (1938) “The estimation of the total fish population of a lake”, *The American mathematical monthly: the official journal of the Mathematical Association of America*, 45(6), pp. 348–352. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00029890.1938.11990818>.
- SeaGIS Pty Ltd (2022) *SeaGIS CAL, Com.au*. Disponible en: <https://www.seagis.com.au/bundle.html> (Consultado: el 21 de noviembre de 2024).
- SeaGIS Pty Ltd (2023) *SeaGIS EventMeasure, Com.au*. Disponible en: <https://www.seagis.com.au/event.html> (Consultado: el 12 de febrero de 2024).
- Simpfendorfer, C. *et al.* (2020) “IUCN Red List of Threatened Species: *Triaenodon obesus*”, *IUCN Red List of Threatened Species*. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/species/39384/173436715> (Consultado: el 5 de diciembre de 2023).
- Speed, C.W. *et al.* (2011) “Spatial and temporal movement patterns of a multi-species coastal reef shark aggregation”, *Marine ecology progress series*, 429, pp. 261–275. Disponible en: <https://doi.org/10.3354/meps09080>.
- Speed, C. W., Meekan, M. G. y Bradshaw, C. J. A. (2007) “Spot the match – wildlife photo-identification using information theory”, *Frontiers in zoology*, 4(1). doi: 10.1186/1742-9994-4-2.
- Van Tienhoven, A. M. *et al.* (2007) “A computer-aided program for pattern-matching of natural marks on the spotted raggedtooth shark *Carcharias taurus*”, *The journal of applied ecology*, 44(2), pp. 273–280. doi: 10.1111/j.1365-2664.2006.01273.x.
- Wannell, G. (2020) *Population Structure and Local Adaptation in Elasmobranchs: Insights from the Small-Spotted Catshark (Scyliorhinus canicula)*. University of Exeter.
- Whitney, N. M. *et al.* (2007) “Use of an acceleration data logger to measure diel activity patterns in captive whitetip reef sharks, *Triaenodon obesus*” *Aquatic living resources*, 20(4), pp. 299–305. doi: 10.1051/alr:2008006.
- Whitney, N. M. *et al.* (2012) “Oceanic dispersal in a sedentary reef shark (*Triaenodon obesus*): genetic evidence for extensive connectivity without a pelagic larval stage,” *Journal of biogeography*, 39(6), pp. 1144–1156. doi: 10.1111/j.1365-2699.2011.02660.x.
- Whitney, N.M. *et al.* (2012) “Movements, reproductive seasonality, and fisheries interactions in the whitetip reef shark (*Triaenodon obesus*) from community-contributed photographs”, *Environmental biology of fishes*, 93(1), pp. 121–136. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10641-011-9897-9>.
- Zanella, I. *et al.* (2012) “Abundancia, tamaño y estructura poblacional del tiburón punta blanca de arrecife, *Triaenodon obesus* (Carcharhiniformes: Carcharhinidae), en Bahía Chatham, Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica”, *Revista de biología tropical*, 60, pp.

339–346. Disponible en:
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-774420120008000 22
(Consultado: el 3 de diciembre de 2023).

Tabla 1. Número de individuos fotoidentificados por zona (norte, este, sur, oeste) y porcentaje de captura por profundidad.

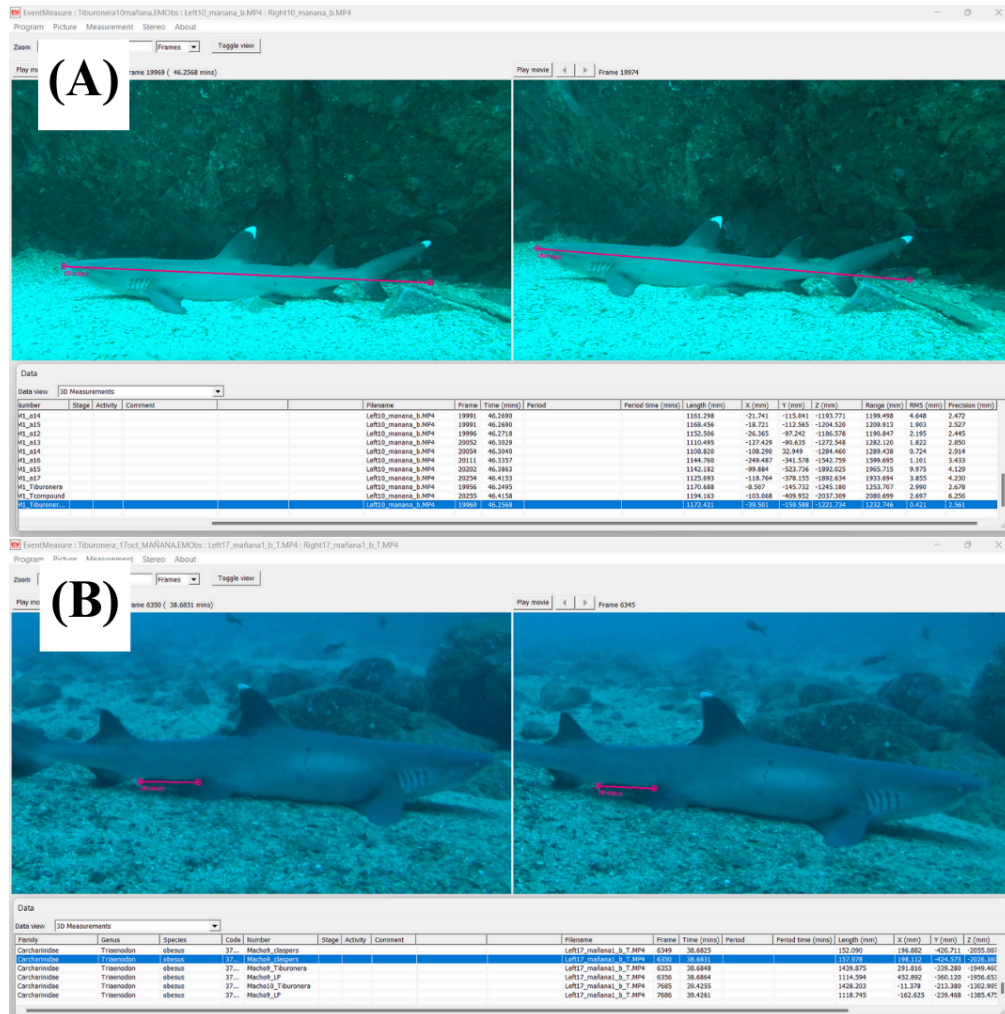
Zona	Tiempo (h)	# tiburones fotoidentificados	Profundidad	% captura
Norte	4 horas 53 min	14	< 10 m	5,41
Este	3 horas 55 min	0	10 - 19,9 m	43,24
Sur	1 hora 22 min	0	20 - 29,9 m	40,54
Oeste	7 horas 40 min	16	> 30 m	10,81

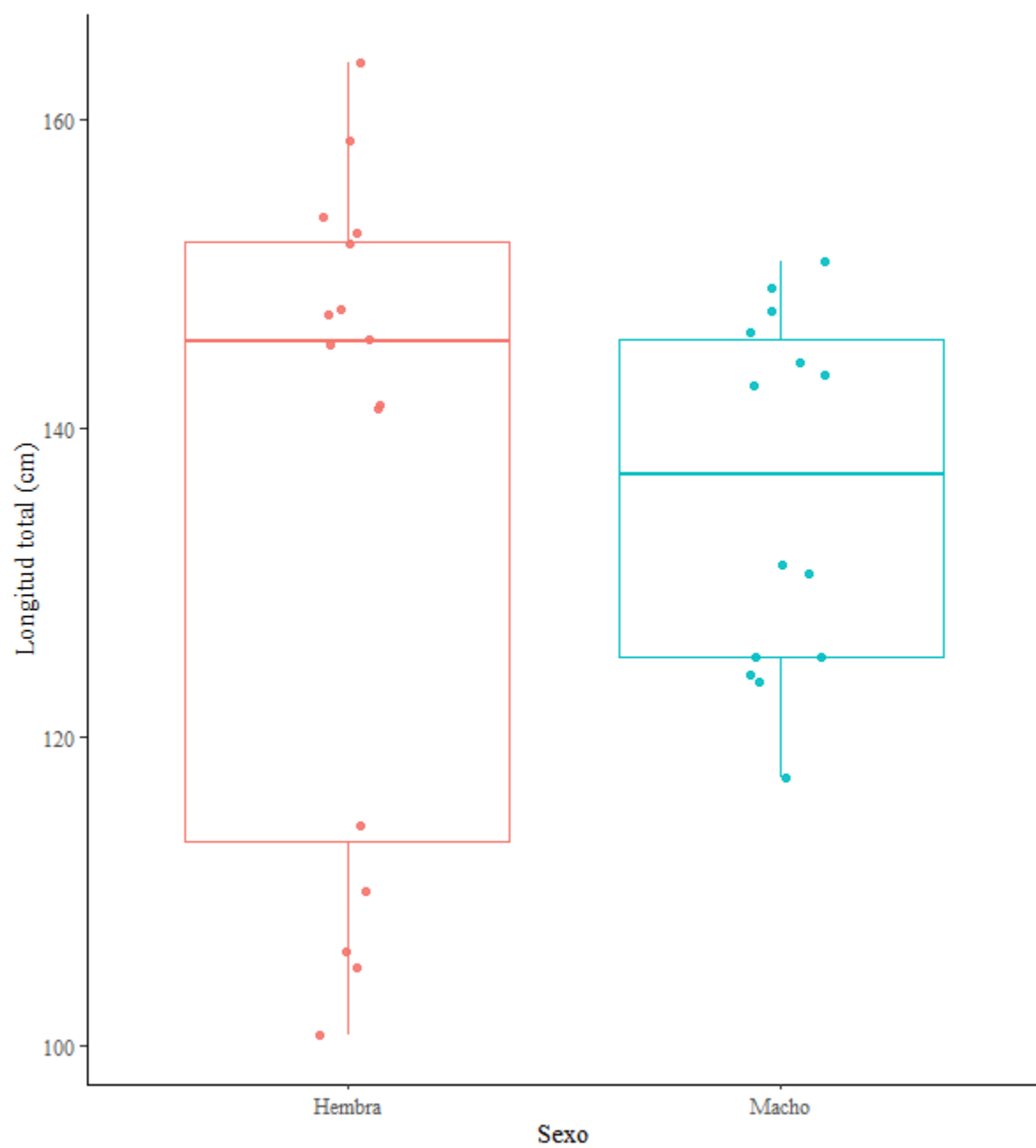
Figura 1. Toma de mediciones en el programa EventMeasure para los individuos de *T. obesus* a) Longitud total b) Longitud de gonopterigio en machos.

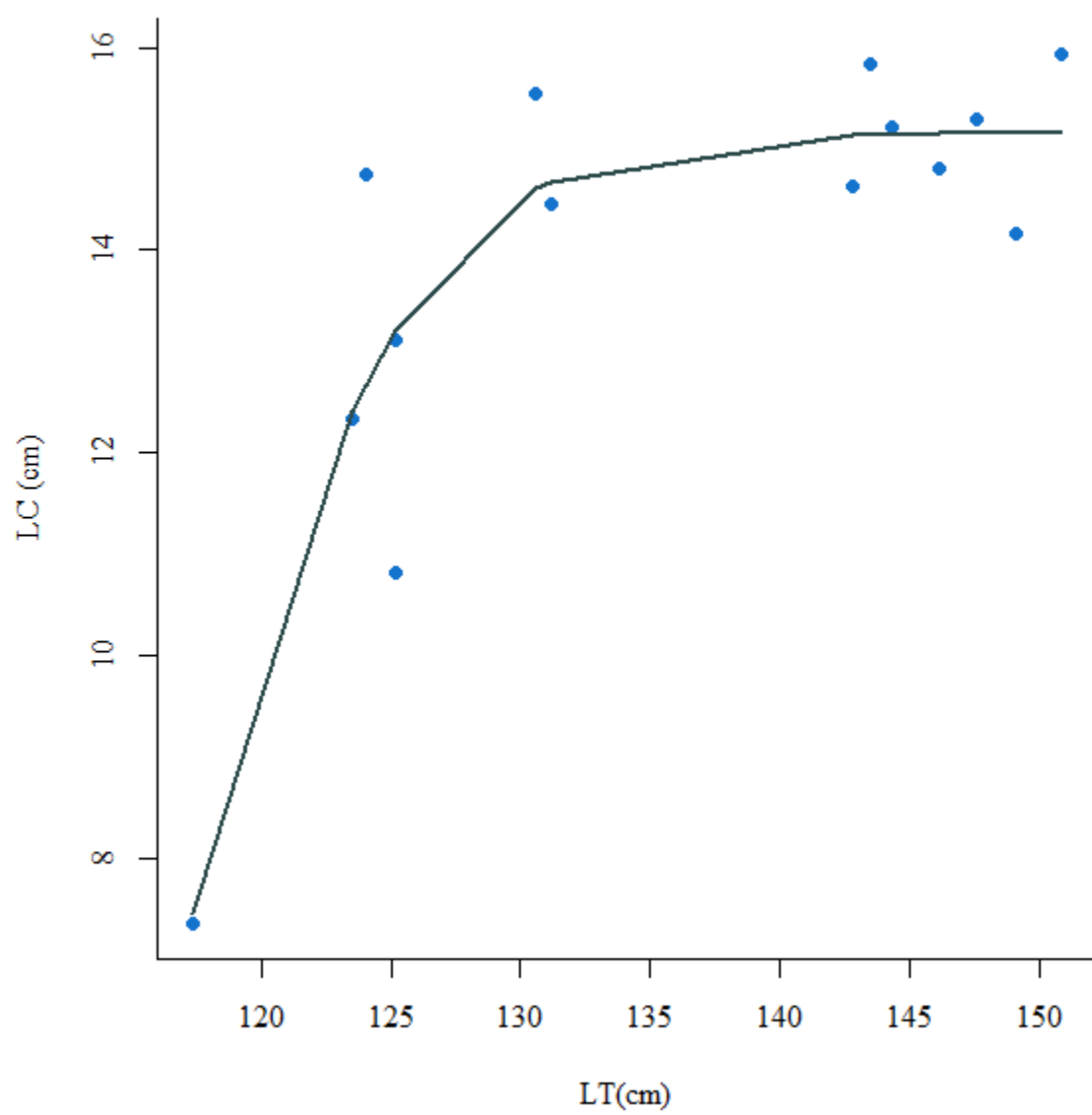
Figura 2. Diagrama de cajas de la distribución de frecuencia de la longitud total por sexo de los tiburones aletiblanco fotoidentificados (n=30) en la Isla Gorgona, julio y octubre de 2024.

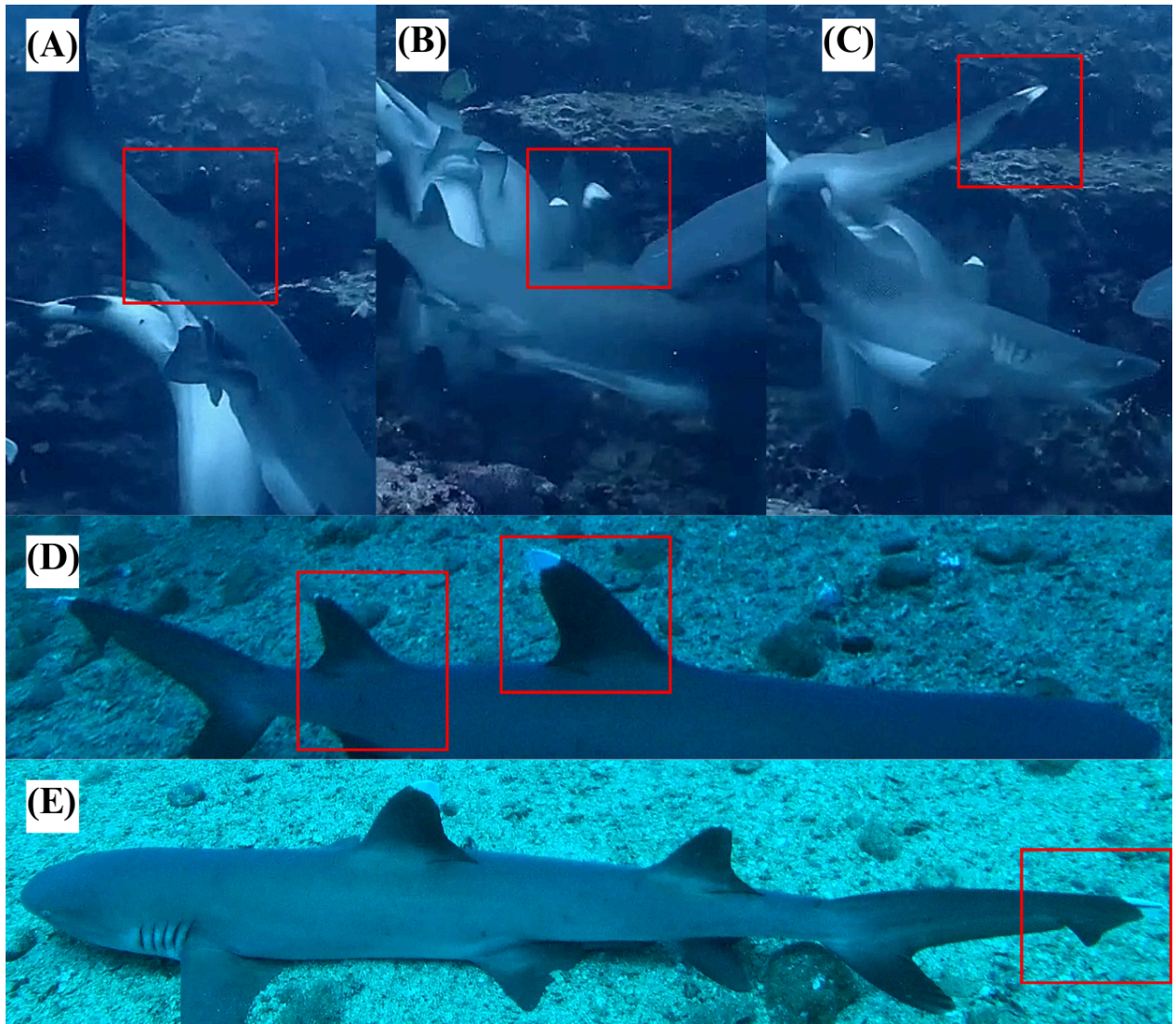
Figura 3. Relación entre la longitud total y la longitud del gonopterigio de *T. obesus*. Se ajustó una curva logística a los datos: $LC = a/[1 + e^{(-b \times (LT - c))}]$, donde $a = 15,16$; $b = 0,25$ y $c = 117,49$.

Figura 4. Macho capturado y recapturado en distintas zonas, enfocando con rectángulos rojos el (A) Patrón de manchas oscuras (B) Primera aleta dorsal (C) Lóbulo superior aleta caudal, fotos sacadas del vídeo suministrado por Buceo Sin Fronteras y (D) Lado derecho (E) Lado izquierdo de la fecha de octubre.









Anexo 1. Catálogo fotográfico del tiburón aletiblanco (*T. obesus*) en Isla Gorgona ([enlace](#)).

Anexo 2. Guía para la toma de fotografías y/o vídeos del tiburón aletiblanco *T. obesus* con fines de fotoidentificación ([enlace](#)).