

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**Morfología cefálica y educación ambiental sobre el tiburón gato
Heterodontus quoyi en Galápagos**

Dagfin Israel Sotomayor Cobos

Gestión Ambiental

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Licenciatura de Gestión Ambiental

Puerto Baquerizo Moreno, 18 de Junio de 2025

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Morfología cefálica y educación ambiental sobre el tiburón gato
Heterodontus quoyi en Galápagos

Dagfin Israel Sotomayor Cobos

Nombre del profesor, Título académico

Diana A. Pazmiño, PhD
Diego A. Ortiz, PhD
Maximilian Hirshfeld, PhD

Puerto Baquerizo Moreno, 18 de Junio de 2025

© 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 la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Dagfin Israel Sotomayor Cobos

Código: 00206494

Cédula de identidad: 2000081303

Lugar y fecha: Puerto Baquerizo Moreno, 18 de Junio de 2025

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

RESUMEN

El dimorfismo sexual es un rasgo común en los elasmobranquios. Sin embargo, no existen estudios sobre variaciones morfológicas del tiburón gato de Galápagos (*Heterodontus quoyi*). Considerando que la investigación científica que incorpora educación ambiental es fundamental para la conservación de tiburones, esta investigación estudió el dimorfismo sexual en la morfología cefálica del tiburón gato, *Heterodontus quoyi*, integrando análisis descriptivos y estadísticos con actividades de divulgación ambiental. Este estudio aplicó diversas técnicas para caracteriza a *Heterodontus quoyi*, y los resultados obtenidos fueron usados para crear e informar materiales de divulgación ambiental dirigidos a la comunidad de Galápagos, promoviendo la educación ambiental.

La revisión sistemática de 42 publicaciones evidenció vacíos de conocimiento en ecología trófica y morfometría, destacando la necesidad de protocolos estandarizados para esta especie. Como aporte innovador, se documentó su morfología bucal esquelética mediante fotografías de alta resolución, revelando dientes frontales puntiagudos y posteriores molariformes, probablemente adaptados a una dieta bentónica de crustáceos, moluscos y equinodermos.

El análisis morfométrico de 63 ejemplares medidos con el software AragoJ indicó dimorfismo sexual en tamaño: las hembras mostraron mayor tamaño en todos los caracteres morfológicos de las estructuras cefálicas (ej., longitud de la cabeza (HDL) = 115.68 mm en hembras frente a 104.95 mm en machos). Además, se detectaron variaciones geográficas, con estructuras cefálicas en hembras de Española más grandes que las de Floreana y San Cristóbal. Estos hallazgos sugieren presiones selectivas diferenciales entre sexos y posibles adaptaciones locales a cada isla.

Este estudio aplicó un Análisis de Componentes Principales (PCA) con el software RStudio para examinar diferencias morfométricas de las estructuras cefálicas en *Heterodontus quoyi*

corregidas por tamaño, analizando sexos y poblaciones de tres localidades distintas: isla Española, Floreana y San Cristóbal. Los resultados mostraron similitud morfológica entre grupos en todos los análisis, con el PC1 explicando casi toda la variación ($> 97\%$). Esto sugiere que no existen diferencias en las proporciones y forma de la cabeza entre grupos analizados, pese a las diferencias en tamaño general proveniente del análisis morfométrico.

La investigación incluyó un componente educativo con talleres en la isla Floreana (31 estudiantes beneficiados) y participación en el Día del Tiburón 2024 en la isla San Cristóbal, donde se utilizaron una presentación interactiva y una infografía para sensibilizar sobre la especie *Heterodontus quoyi*. Estas actividades demostraron que la educación ambiental es clave para su conservación, especialmente al tratarse de una especie poco conocida.

Los resultados resaltan la importancia de: 1) estudiar la ecología alimentaria mediante análisis de contenido estomacal, 2) ampliar muestreos a otras islas para evaluar patrones geográficos a nivel de todo el archipiélago, y 3) investigar posibles diferencias evolutivas con poblaciones peruanas. Esta tesis proporciona las primeras imágenes detalladas de la morfología bucal, una guía morfométrica específica para el estudio craneal de *Heterodontus quoyi* y evidencia sólida de dimorfismo sexual en tamaño, sentando bases para futuras investigaciones y estrategias de conservación en Galápagos.

Palabras clave: Galápagos, *Heterodontus quoyi*, dimorfismo sexual, morfometría, educación ambiental.

ABSTRACT

Sexual dimorphism is a common trait in elasmobranchs. However, no studies on the morphological variations of the Galápagos bullhead shark (*Heterodontus quoyi*) exist to date. Given that scientific research incorporating environmental education is crucial for shark conservation, this study investigated sexual dimorphism in the cephalic morphology of *Heterodontus quoyi*, combining descriptive and statistical analyses with environmental outreach. This study applied various techniques to characterize *Heterodontus quoyi*, and the results obtained were used to create and disseminate environmental outreach materials aimed at the Galápagos community, promoting environmental education.

A systematic review of 42 publications revealed knowledge gaps in trophic ecology and morphometrics, underscoring the need for standardized protocols for this species. As an innovative contribution, its skeletal buccal morphology was documented through high-resolution photographs, revealing pointed anterior teeth and molariform posterior teeth, likely adapted to a benthic diet of crustaceans, mollusks, and echinoderms.

Morphometric analysis of 63 specimens measured using AragoJ software indicated sexual dimorphism in size: females exhibited larger dimensions across all cephalic morphological traits (e.g., head length (HDL) = 115.68 mm in females vs. 104.95 mm in males). Additionally, geographic variations were detected, with females from Española displaying larger cephalic structures than those from Floreana and San Cristóbal. These findings suggest differential selective pressures between sexes and potential local adaptations to each island.

This study employed Principal Component Analysis (PCA) in RStudio to examine size-corrected morphometric differences in the cephalic structures of *Heterodontus quoyi*, comparing sexes and populations from three distinct locations: Española, Floreana, and San Cristóbal Islands. Results showed morphological similarity among all groups, with PC1

explaining nearly all variation (>97%). This suggests no significant differences in head proportions and shape between the analyzed groups, despite size variations identified in the morphometric analysis.

The research included an educational component, featuring workshops on Floreana Island (benefiting 31 students) and participation in Shark Day 2024 on San Cristóbal Island, where an interactive presentation and an infographic were used to raise awareness about *Heterodontus quoyi*. These activities demonstrated that environmental education is key to its conservation, particularly for a poorly understood species.

The findings highlight the importance of: (1) studying feeding ecology through stomach content analysis, (2) expanding sampling to other islands to assess archipelago-wide geographic patterns, and (3) investigating potential evolutionary differences with Peruvian populations. This thesis provides the first detailed images of buccal morphology, a specific morphometric guide for cranial studies of *Heterodontus quoyi*, and robust evidence of sexual size dimorphism, laying the foundation for future research and conservation strategies in the Galápagos.

Keywords: Galapagos, *Heterodontus quoyi*, sexual dimorphism, morphometrics, environmental education.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	12
2. Objetivo General	17
2.1 Objetivos Específicos	17
3. Metodología	18
3.1 Revisión bibliográfica	18
3.2 Descripción de la morfología bucal esquelética de <i>Heterodontus quoyi</i>	18
3.3 Morfología cefálica externa de <i>Heterodontus quoyi</i>	19
3.4 Análisis de Componentes Principales.....	22
3.5 Educación ambiental	23
4. Resultados.....	25
4.1 Revisión bibliográfica	25
4.2 Descripción de la morfología bucal esquelética de <i>H. quoyi</i>	26
4.3 Estructura cefálica externa de <i>H. quoyi</i>.....	27
4.4 Análisis de Componentes Principales.....	31
4.5 Educación ambiental	32
5. Discusión	34
6. Conclusiones	38
7. Recomendaciones	39
8. Referencias bibliográficas	41
Anexo A: Guía de mediciones craneales para <i>Heterodontus quoyi</i> usando el software AragoJ.....	46
Anexo B: Base de datos crudos de 20 medidas morfométricas de la estructura cefálica externa de <i>Heterodontus quoyi</i>.	53
Anexo B: continuación.....	54
Anexo C: Tabla de datos agrupados de caracteres morfológicos de <i>Heterodontus quoyi</i> por isla y por sexo.	55
Anexo D: Tabla de datos normalizados por Longitud furcal (FL) de medidas morfométricas de la estructura cefálica de <i>Heterodontus quoyi</i>.	56
Anexo D: continuación	57
Anexo E: Componentes Principales.	58
Anexo F: Presentacion en Canvas sobre el tiburón gato de Galápagos.....	59
Anexo G: Infografía sobre el tiburón gato de Galápagos.	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Selección de los principales caracteres morfométricos, abreviaturas y definiciones para caracterizar la morfología cefálica externa de <i>Heterodontus quoyi</i>	20
Tabla 2. Distribución temporal de publicaciones sobre <i>H. quoyi</i> , clasificado por buscadores académicos y año de publicación.	25
Tabla 3. Estadísticos descriptivos de medidas morfológicas externas de la cabeza de <i>H. quoyi</i> . Resultados presentados para machos y hembras, cuyos individuos provienen de tres islas: Floreana, Española y San Cristóbal.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de distribución de <i>Heterodontus quoyi</i>	14
Figura 2. Estructura genética poblacional de <i>Heterodontus quoyi</i> en Galápagos.	15
Figura 3. <i>Heterodontus quoyi</i> fotografiado por Maximilian Hirschfeld (2017).	17
Figura 4. Estudio fotográfico adaptado en el Galapagos Science Center (GSC) para la generación de fotografías de alta resolución del esqueleto bucal de <i>Heterodontus quoyi</i>	19
Figura 5. Mandíbula completa de un espécimen de <i>Heterodontus quoyi</i> de Galápagos conservado en el Galapagos Science Center.	27
Figura 6. Comparación de las medidas morfométricas cefálicas entre machos y hembras de <i>Heterodontus quoyi</i>	29
Figura 7. Comparación de las medidas morfológicas cefálicas de <i>Heterodontus quoyi</i> entre hembras de tres islas del archipiélago	30
Figura 8. Comparación de las medidas morfológicas cefálicas de <i>Heterodontus quoyi</i> entre machos de tres islas del archipiélago	30
Figura 9. Análisis de Componentes Principales (PCA) de medidas morfométricas cefálicas de <i>Heterodontus quoyi</i>	32
Figura 10. Estudiantes de educación primaria junto a los instructores durante el taller de educación ambiental sobre el tiburón gato de Galápagos en la escuela Amazonas en la isla Floreana.	33
Figura 11. Cubículo de exposición sobre el tiburón gato de Galápagos en el Día del Tiburón 2024 organizado por el Galapagos Science Center (GSC).	34

1. Introducción

Las Islas Galápagos, situadas en el océano Pacífico a unos 1,000 kilómetros aproximadamente de la costa ecuatoriana (Fitter et al., 2015), constituyen un ecosistema único y excepcionalmente diverso que ha fascinado a biólogos y naturalistas durante siglos. Las Islas Galápagos son un gran punto de encuentro de varias corrientes marinas, y son reconocidas por conservar diversas especies de tiburones que desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas marinos. En estas aguas ricas en nutrientes, se pueden encontrar especies emblemáticas como el tiburón ballena, el tiburón martillo, los tiburones de arrecife punta blanca y punta negra (Humann & Deloach, 2003). La singularidad de las Islas Galápagos radica en su entorno geográfico, donde la convergencia de corrientes oceánicas tropicales y templadas crean hábitats diversos que facilitan la presencia de una amplia gama de presas para los tiburones (Fundación Charles Darwin, 2019). Además, este archipiélago es conocido por ser un importante sitio de reproducción y alimentación, donde los tiburones pueden ser observados realizando comportamientos sociales complejos y migraciones estacionales (Hearn et al., 2009). Por lo que, la protección de estas especies es esencial para la salud y el equilibrio de los ecosistemas marinos del archipiélago, lo que señala la importancia de fomentar iniciativas de educación ambiental relacionadas con los tiburones.

El dimorfismo sexual es una característica presente en varios grupos de vertebrados. Los condriictios (tiburones, rayas y quimeras) se diferencian sexualmente por la presencia de claspers. Los machos poseen claspers, que son estructuras reproductivas modificadas a partir de las aletas pélvicas, los cuales están ausentes en las hembras (Awruch, 2015). Además, en varias especies de tiburones, el dimorfismo sexual también se manifiesta en variaciones de caracteres morfológicos secundarios, como por ejemplo, las diferencias de forma, apariencia o tamaño entre machos y hembras de una misma especie (Barbosa M. et al., 2015). Esto se ha

observado en especies como el tiburón ballena (*Rhincodon typus*) y el tiburón martillo común (*Sphyrna lewini*), siendo las hembras más grandes que los machos (Hazin et al., 2001; Meekan et al., 2020). Además, en el tiburón de Port Jackson (*Heterodontus portusjacksoni*) se ha observado diferencias en el tamaño de la cabeza y la mandíbula, siendo las hembras las que poseían las dimensiones más grandes (Powter et al., 2010). Estas variaciones morfológicas señalan la influencia de presiones selectivas diferenciales entre sexos. Sin embargo, los estudios que evalúan estas variaciones en tiburones cornudos (Heterodontiformes) son escasos y no existen estudios específicamente para la especie *Heterodontus quoyi*. De esta manera, el objetivo principal de este estudio fue identificar el aparente dimorfismo sexual que existe en la especie *Heterodontus quoyi* analizando la estructura cefálica de esta especie, utilizando herramientas morfométricas. El estudio se centró en la cabeza por las potenciales implicaciones tróficas de la variación de la forma craneal en esta especie.

El tiburón de Galápagos, *Heterodontus quoyi*, se encuentra distribuido geográficamente en las costas de Perú y las Islas Galápagos (Ebert et al., 2021a), son tiburones epibentónicos que habita en la zona nerítica, en arrecifes rocosos, sobre fondos arenosos, a profundidades de entre 3 y 40 metros (Ebert et al., 2021a; Fitter et al., 2015; Fundación Charles Darwin, 2019). Lo que lo diferencia del resto de tiburones en Galápagos es su morfología: presenta en la parte superior de la cabeza una cresta baja encima de cada surco orbital, posee un patrón de manchas negras ovaladas en su cuerpo, una espina corta y puntiaguda en la parte frontal de ambas aletas dorsales (Compagno, 2002; Ebert et al., 2021b), que son rasgos fenotípicos distintivos de esta especie. Además, es una especie avistada principalmente cerca de las costas de Perú y en las Islas Galapagos al Sur del océano Pacífico como muestra el mapa de distribución en la Figura 1.



Figura 1. Mapa de distribución de *Heterodontus quoyi*. Obtenido y modificado de Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Los círculos en amarillo indican los registros georreferenciados.

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), *Heterodontus quoyi* está catalogada como Preocupación Menor (LC) en la Lista Roja de Especies Amenazadas. En otras palabras, a pesar de su rango de distribución limitado, no se encuentra actualmente en un estado de amenaza significativo. No obstante, aunque no es una especie de interés comercial, se sospecha que son capturados en las costas de Perú como captura incidental en pesquerías del Pacífico Sur (Compagno, 2002; Gonzalez-Pestana et al., 2016). A nivel global, los Heterodontiformes se presume que son vulnerables a la pesca con arpón por parte de buceadores recreativos, utilizados en la fabricación de harina de pescado y sus espinas dorsales son empleadas en la elaboración de artículos de joyería (Compagno et al., 1995). Además, otros factores que influyen en la vulnerabilidad de esta especie son el incremento de la temperatura y la acidificación de los océanos, que se ve notablemente acelerado por el cambio climático global (Cerutti-Pereyra et al., 2024).

Cabe mencionar que en el caso del *Heterodontus quoyi*, un estudio de genética de poblaciones ha evidenciado que algunas de sus poblaciones son endémicas a islas específicas (Floreana, Española, San Cristóbal) y una está ampliamente distribuida en la región occidental del archipiélago (Isabela, Fernandina, Santiago). Este estudio mostró que existe poco intercambio genético entre poblaciones dentro de la Reserva Marina de Galápagos (Hirschfeld et al., 2023) como se puede observar en la Figura 2. Estos resultados sugieren que el cambio climático global en años futuros podría afectar seriamente la disponibilidad de presas y una reducción del hábitat idóneo para *Heterodontus quoyi*, y al tener una limitada capacidad de dispersión, se esperaría una disminución en sus poblaciones. Además, considerando estas diferencias genéticas entre poblaciones, es probable que existan variaciones en otros aspectos biológicos y ecológicos de la especie.

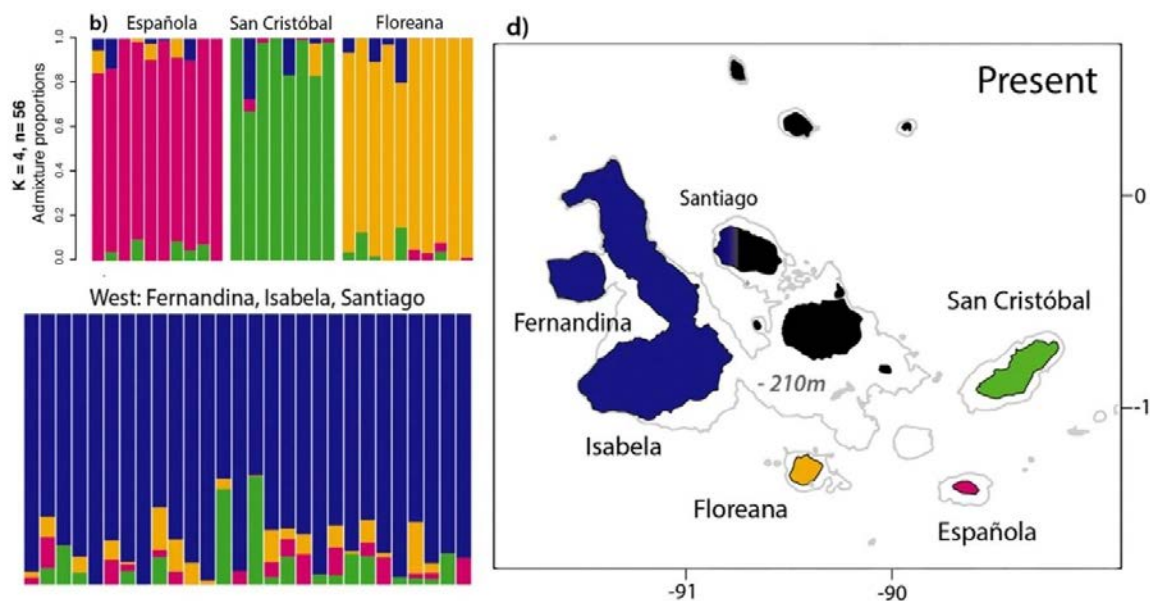


Figura 2. Estructura genética poblacional de *Heterodontus quoyi* en Galápagos. Obtenido y modificado de Hirschfeld et al., (2023). En la izquierda, cada barra corresponde a un individuo y cada color representa el porcentaje de membresía genética a un grupo poblacional distinto representado en el mapa en la derecha. Análisis basado en polimorfismos de nucleótido único (SNPs).

La integración de educación ambiental en proyectos de investigación sobre tiburones es fundamental para concienciar sobre su importancia ecológica y necesidad de conservación. Según la Fundación Charles Darwin (2025), esto se puede lograr mediante programas educativos que involucren a las comunidades locales, explicando la relevancia de los tiburones en los ecosistemas marinos e inspirando a las nuevas generaciones a proteger los océanos. Entre las iniciativas destacadas se encuentran Galápagos Infinito, un programa de educación experiencial que permite a los estudiantes de 12 años explorar su archipiélago, interactuar con el entorno marino y reforzar su identidad local a través de una profunda conexión con su entorno (UNESCO, 2021). Asimismo, esta Gills Club (Chicas con Agallas), esta iniciativa se enfoca en fomentar la participación femenina en la investigación sobre tiburones (O'Hara, 2024), y el Club de Ciencias Tibu-Embabajores de la FCD, un programa de educación ambiental no formal donde jóvenes desarrollan habilidades de liderazgo en conservación mediante prácticas científicas guiadas por expertos (León, 2021).

En el marco de esta investigación, nos enfocaremos en estudiar aspectos de ecología trófica y a variación sexual y geográfica de la morfología cefálica del tiburón gato de Galápagos *Heterodontus quoyi*, y compartir los hallazgos con la comunidad local. Este tiburón (Figura 3) es actualmente poco conocido entre los residentes de las islas. Además, podría representar un caso de especie críptica (Galapagos Conservation Trust, 2023). Adicionalmente, este estudio tiene la intención de brindar información actualizada sobre esta especie para mejorar su conservación y manejo en el archipiélago de Galápagos.



Figura 3. *Heterodontus quoyi* fotografiado por Maximilian Hirschfeld (2017).

2. Objetivo General

Investigar la morfología cefálica del tiburón *Heterodontus quoyi* en las islas Galápagos, con el fin de generar conocimiento científico y materiales educativos para difundir los hallazgos con la comunidad local a través de educación ambiental.

2.1 Objetivos Específicos

1. Revisar la literatura sobre morfología y ecología trófica de *Heterodontus quoyi* y Heterodontiformes, para identificar caracteres morfométricos y sus potenciales presas.
2. Analizar la morfología bucal esquelética y dental de *Heterodontus quoyi* para inferir sobre su uso en potenciales presas.
3. Analizar la variación de morfología cefálica de *Heterodontus quoyi* entre sexos y entre poblaciones de diferentes islas del archipiélago de Galápagos.
4. Difundir los hallazgos y concientizar a la comunidad de Galápagos sobre *Heterodontus quoyi* con énfasis en su morfología.

3. Metodología

3.1 Revisión bibliográfica

Se realizó una exhaustiva revisión de literatura científica para recopilar información relevante sobre *Heterodontus quoyi*, centrándose en aspectos morfológicos, biológicos y ecológicos, particularmente relacionados a morfología del cráneo y ecología trófica. La búsqueda se llevó a cabo en 13 buscadores académicos (ej., Google Scholar, ScienceDirect, JSTOR), utilizando palabras clave en español e inglés como: “dieta”, “Heterodontiformes”, “Heterodontus”, “cráneo”, “Galapagos”, “Heterodontus quoyi” y “morfología”. Se identificaron 42 fuentes bibliográficas entre artículos científicos, libros físicos, guías de identificación, infografías de biología marina y libros digitales. Finalmente se clasificó los documentos por años de publicación desde 1982 hasta 2025.

3.2 Descripción de la morfología bucal esquelética de *Heterodontus quoyi*

En vista de que no existían fotografías detalladas sobre la morfología bucal de *Heterodontus quoyi* de Galápagos, se tomaron fotografías de ambas mandíbulas en vista lateral y frontal, y detalles de los dientes anteriores y posteriores del esqueleto de un espécimen conservado en el Galapagos Science Center (GSC) por el Galapagos Bullhead Shark Project proveniente de una hembra de la Isla San Cristobal encontrada muerta en Playa Mann. Para ello se adecuó un estudio fotográfico en el laboratorio de Microbiología y Biología Molecular en las instalaciones del GSC (Figura 4).



Figura 4. Estudio fotográfico adaptado en el Galapagos Science Center (GSC) para la generación de fotografías de alta resolución del esqueleto bucal de *Heterodontus quoyi*. El set incluyó una cámara Sony A7III con sensor full-frame, un objetivo 50mm F1.8, un trípode modelo Q666 de la marca ZOMEI, dos luces LED GVM 800D-RGB, una cartulina de color negro, cinta adhesiva, una tarjeta de memoria Lexar Profesional de 64gb y una batería para cámara Sony.

3.3 Morfología cefálica externa de *Heterodontus quoyi*

3.3.1 Colecta de datos

Para este estudio se utilizó un banco de imágenes proporcionado por el Galapagos Bullhead Shark Project, el cual consta de 337 fotografías pertenecientes a 63 individuos de *Heterodontus quoyi*. Las imágenes fueron agrupadas por individuo en carpetas digitales, cada carpeta fue identificada con un código único. Estas fotografías fueron tomadas durante monitoreos de campo de *H. quoyi* realizados por los investigadores Maximilian Hirschfeld y Alice Skehel en los años 2016, 2017 y 2018, en tres islas del archipiélago de Galápagos: Española, Floreana y San Cristóbal. Las imágenes fueron capturadas bajo el agua durante actividad de buceo

nocturno, y en cada imagen se incluyeron dos puntos láser con una distancia de 24 cm entre sí, como referencia de escala para posteriormente permitir la medición de caracteres morfológicos.

Se seleccionaron 20 medidas morfométricas para medir la estructura cefálica a partir de las fotografías. Las medidas se recopilaron a partir de guías generales de elasmobranquios reportadas por Compagno. (2002), Last et al. (2007) y Ebert et al. (2021), así como de un reciente estudio sobre una nueva especie de *Heterodontus* en Australia publicado por (White et al., 2023). En la Tabla 1 se indican los caracteres morfométricos seleccionados, sus abreviaturas y definiciones. Estas medidas fueron clasificadas en tres categorías de acuerdo con la vista disponible en las fotografías: lateral, dorsal, y ventral.

Tabla 1. Selección de los principales caracteres morfométricos, abreviaturas y definiciones para caracterizar la morfología cefálica externa de *Heterodontus quoyi*.

Vista lateral		
Abreviatura	Carácter morfométrico	Definiciones
POB	Longitud preorbital	Distancia directa de la punta del hocico hasta donde inicia el ojo.
PSP	Longitud prespiracular	Distancia directa de la punta del hocico hasta donde comienza el espiráculo.
PG1	Longitud prebranquial	Distancia directa desde la punta del hocico hasta el borde superior de la primera hendidura branquial.
HDL	Longitud de la cabeza	Distancia directa desde la punta del hocico hasta el borde superior de la quinta hendidura branquial.
PP1	Longitud prepectoral	Distancia directa de la punta del hocico a la base expuesta de la aleta pectoral.
EYL	Longitud del ojo	Longitud del ojo, incluido la cuenca ocular.
EYH	Altura de los ojos	Altura del ojo, incluida la cuenca ocular.
ING	Longitud entre branquias	Distancia directa de la punta superior de la primera hendidura branquial hasta la punta superior de la quinta hendidura branquial.
SPL	Extensión máxima del espiráculo	La extensión máxima medida desde los puntos más extremos al espiráculo.
AC	Altura de Cresta	Desde el borde superior de la cresta hasta el borde superior del ojo.
FL	Longitud furcal	Distancia directa de la punta del hocico hasta la bifurcación o hendidura de la aleta caudal.

Vista dorsal

Abreviatura	Carácter morfométrico	Definiciones
IOS	Espacio interorbital	Espacio interno entre los dos ojos, medida directa entre los inicios craneales de los ojos.
HCW	Anchura de la cresta de la cabeza	Espacio interno entre los bordes de la cresta medido desde la parte de atrás de los ojos.
HDW	Anchura de la cabeza	Espacio interno entre los dos lados del cuerpo medido a la altura de la base de las aletas pectorales.

Vista ventral

Abreviatura	Carácter morfométrico	Definiciones
SW	Anchura del hocico	Espacio interno conectando los extremos laterales del hocico, medido por debajo de los pliegues labiales.
MOW	Anchura de boca	Distancia entre los ápices de los pliegues labiales (unión de los surcos labiales superiores y los surcos labiales inferiores).
HANW	Anchura de las narinas	Espacio interno desde los extremos laterales más pronunciados de los orificios nasales.
INW	Espacio internasal	Distancia horizontal entre los orificios nasales, espacio interno medido en la zona media de las narinas.
ULA	Longitud del surco labial superior	Distancia desde el ápice del pliegue labial superior hacia la hendidura entre el pliegue labial superior y la fosa nasal.
LLA	Longitud del surco labial inferior	Distancia desde el ápice del pliegue labial inferior hacia el extremo interior del pliegue labial inferior.

3.3.2 Análisis morfométricos

Con el fin de cuantificar la estructura cefálica de *Heterodontus quoyi*, se diseñó una guía de mediciones morfológicas específica para esta especie, véase en el Anexo A. Las mediciones se realizaron utilizando el software AragoJ versión 0.6.1 (Prieto et al., 2020), el cual permitió obtener datos precisos de las mediciones a partir de las imágenes digitales. Estas medidas provienen de tres categorías de acuerdo con la vista disponible en las imágenes: lateral, dorsal, y ventral.

Para cada individuo, se tomaron 20 medidas morfométricas previamente seleccionadas, las cuales fueron registradas en una hoja de cálculo en Microsoft Excel (Anexo B). Estas

mediciones incluyeron variables como la longitud de la cabeza (HDL), el ancho del hocico (SW), el espacio interorbital (IOS), entre otras medidas (Tabla 1), siguiendo los criterios establecidos en la guía desarrollada.

3.3.3 Procesamiento de datos

Una vez realizadas todas las mediciones de los caracteres morfológicos de la cabeza, se usó el software RStudio versión 4.4.2 (R Core Team, 2024a) y el paquete *dplyr* versión 1.1.4 (Wickham H. et al., 2023) para calcular el número de individuos (n), la media aritmética (Mean), valor mínimo (Min) y valor máximo (Max) para cada uno de los caracteres morfológicos estudiados, separados para hembras y machos. El número de muestra varía entre medidas debido a que ciertas medidas no pudieron ser colectadas en todos los individuos por la posición del animal en la fotografía. Posteriormente, se agruparon los datos por sexo y por islas (Española, Floreana y San Cristóbal), como se muestra en el Anexo C. Esta metodología permitió obtener un conjunto robusto de datos morfométricos para evaluar las variaciones en la estructura cefálica de *Heterodontus quoyi* entre diferentes localidades de las Islas Galápagos y entre machos y hembras.

3.4 Análisis de Componentes Principales

Como parte del análisis exploratorio de datos, se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA) con el objetivo de identificar la posible separación de grupos analizados en el espacio estadístico, analizando la base de datos multivariable de medidas morfométricas. Primero, los datos crudos fueron normalizados por el tamaño de los individuos, esto se realizó dividiendo el valor de la medida de cada observación de cada variable por la longitud furcal (FL). La variable FL es una medida relacionada al largo total del tiburón. Esta estandarización permitió generar una nueva tabla con datos normalizados o proporciones (Anexo D) para

permitir una comparación justa en el análisis de la forma de la cabeza entre individuos, corrigiendo por tamaño.

El Análisis de Componentes Principales se llevó a cabo en RStudio versión 4.4.2 utilizando el paquete *stats* versión 4.4.2 (R Core Team, 2024b). Para calcular los componentes principales, se empleó la función *prcomp()* con los argumentos *center = FALSE* y *scale = TRUE*. Se calcularon la desviación estándar, la proporción de varianza y la proporción acumulada de los componentes principales. Posteriormente, el proceso se repitió filtrando los datos por sexo, como se muestra en el Anexo E. El set de datos fue filtrado por individuos con datos faltantes (NA), es decir que únicamente se analizaron individuos con valores en todas las medias. Se analizaron potenciales diferencias entre grupos para tres sets de datos: machos y hembras total con 46 individuos, machos de dos islas con 29 individuos, hembras de tres islas con 17 individuos. Finalmente, para la visualización de los resultados, se utilizaron los paquetes *devtools* versión 2.4.5 (Wickham et al., 2022), *usethis* versión 3.1.0 (Wickham et al., 2024) y *ggbiplot* versión 0.6.2 (Vu et al., 2024). Estos permitieron graficar los resultados de los PCAs.

3.5 Educación ambiental

Para el desarrollo del componente de educación ambiental, se usaron los libros de *Sharks of the World: A Complete Guide* (Ebert, Dando & Fowler, 2021), *Tiburones de la Reserva Marina de Galápagos* (Fundación Charles Darwin, 2019) y la *Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca - Pacífico Centro-Oriental Volumen II* (Compagno, Krupp & Schneider, 1995). A partir de la información recopilada y analizada de estos libros especializados en tiburones se extrajeron datos biológicos específicos sobre la especie *Heterodontus quoyi*, los cuales sirvieron como base para la creación de una presentación dirigida a niños entre 8 a 14 años con un enfoque pedagógico y adaptado a su nivel educativo.

Primero, se diseñó una presentación con la herramienta de diseño gráfico en línea Canva (Anexo F), que incluyó secciones sobre morfología, dimorfismo sexual, hábitat y conservación de la especie, entre otros temas relacionados a la biología del tiburón gato de Galápagos. Posteriormente, se diseñó una infografía científica (Anexo G) para promover la conservación de esta especie poco conocida en eventos públicos de divulgación científica. Para la infografía científica se usó la herramienta de diseño gráfico Adobe Illustrator.

Finalmente, como parte de las actividades de divulgación científica, se llevaron a cabo dos iniciativas de educación ambiental dirigidas a la comunidad de Galápagos, con el objetivo de concienciar sobre la existencia y la importancia ecológica del tiburón gato de Galápagos (*Heterodontus quoyi*). La primera intervención consistió en la realización de tres talleres en la isla Floreana en la escuela Amazonas. Para los talleres se clasificaron a los estudiantes en tres grandes grupos divididos por su nivel educativo: básica elemental, básica media y básica superior que corresponden en rangos de edades de entre 8 a 14 años. En estos talleres se incluyó material didáctico donado por el Galapagos Science Center (GSC) y se planificaron dinámicas grupales enfocados especialmente para niños. Mientras que la segunda intervención consistió en la instalación de un stand informativo en la isla San Cristóbal para el evento Día del Tiburón que fue realizado el sábado 28 de Septiembre del 2024.

Para el stand informativo se organizó el espacio con una carpa y una mesa rectangular grande de exhibición que contenía los siguientes elementos: (1) dos libros especializados sobre tiburones para consulta, (2) un sistema de visualización compuesto por una televisión conectada a una computadora portátil que reproducía la presentación, y (3) en la parte posterior, un tablero de madera donde se exhibía la infografía (Anexo G) impresa en formato A1 (59,4 × 84,1 cm) sobre lona. Como material didáctico complementario, se incluyeron especímenes biológicos preservados en alcohol proporcionados por el Galapagos Bullhead Shark Project,

que contenían: (a) un frasco con dos huevos de tiburón gato (*Heterodontus quoyi*), y (b) otro frasco que contenía la mandíbula estudiada en esta investigación y segmentos de la columna vertebral de esta especie.

4. Resultados

4.1 Revisión bibliográfica

En total se encontraron 42 documentos sobre *Heterodontus quoyi* (Tabla 2). La distribución temporal de las publicaciones mostró un incremento notable en investigaciones sobre la especie en las últimas décadas, con 20 documentos publicados entre 2015 y 2025, seguido por 15 documentos encontrados entre 2004 y 2014, comparado con siete estudios publicados entre 1982 y 2003. Esto evidencia un aumento en el interés científico en décadas recientes. Los repositorios académicos con mayor contribución fueron JSTOR con siete estudios, ScienceDirect y ResearchGate con seis estudios cada uno. Sin embargo, donde se encontró mayor información biológica sobre *Heterodontus quoyi* fue en libros digitales y libros físicos especializados en biología marina.

Tabla 2. Distribución temporal de publicaciones sobre *H. quoyi*, clasificado por buscadores académicos y año de publicación.

Buscadores académicos	Año de publicación				Total
	1982-1992	1993-2003	2004 -2014	2015-2025	
Google Scholar	0	0	1	0	1
Redalyc	0	0	2	2	4
RefSeek	0	0	1	0	1
SpringerLink	0	0	0	0	0
SciELO	0	0	0	0	0
Dialnet	0	0	0	0	0
Academia.edu	0	0	0	0	0
ERIC	0	0	0	0	0
ScienceDirect	0	0	1	5	6
ResearchGate	0	1	2	3	6
JSTOR	1	1	2	3	7

Libros físicos	0	1	1	4	6
Libros digitales	1	2	5	3	11
Total	2	5	15	20	42

Esta revisión de literatura permitió identificar vacíos de conocimiento o de investigación, particularmente en metodologías estandarizadas para mediciones morfológicas para la especie *Heterodontus quoyi*. Se encontraron guías generales para elasmobranquios reportadas por Compagno (2002), Last et al. (2007) y Ebert et al. (2021), así como un estudio reciente sobre una nueva especie de *Heterodontus* en Australia (White et al., 2023). Sin embargo, la morfología de esta última difiere notablemente de la de *Heterodontus quoyi*, lo que motivó el desarrollo de una guía de mediciones morfológicas específica para esta especie. De esta forma, se adaptó las metodologías existentes a las características únicas de *Heterodontus quoyi* como parte de esta investigación (Anexo A). Estos hallazgos sentaron las bases para posteriores análisis en esta investigación.

4.2 Descripción de la morfología bucal esquelética de *H. quoyi*

Aunque inicialmente se identificó una fotografía de la mandíbula de *Heterodontus quoyi* tomada por Matthew Craig en los archivos digitales del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, se decidió obtener nuevas imágenes debido a la baja calidad de la fotografía disponible y a la falta de información sobre su procedencia.

Como resultado de observar la morfología bucal del esqueleto de un espécimen conservado de *Heterodontus quoyi* de Galápagos, se obtuvieron imágenes en alta calidad de la mandíbula superior e inferior en vista lateral y frontal (Figura 5a, b), así como detalles de los dientes frontales y posteriores (Figura 5c, d). Estas imágenes permiten documentar por primera vez las características dentales de la especie. Se pudo notar que esta especie presenta dos tipos de dientes. Los dientes frontales (Figura 5c) son pequeños, puntiagudos y provistos de tres cúspides, lo que sugiere una adaptación para sujetar y desgarrar presas. En contraste, los dientes

posteriores (Figura 5d) son más grandes, planos y de forma molariforme, carentes de cúspides, lo que indica una adaptación para triturar o aplastar organismos con partes duras. Otro hallazgo relevante fue que no se observaron dientes intermedios ni espacio entre los dientes frontales, laterales y posteriores.

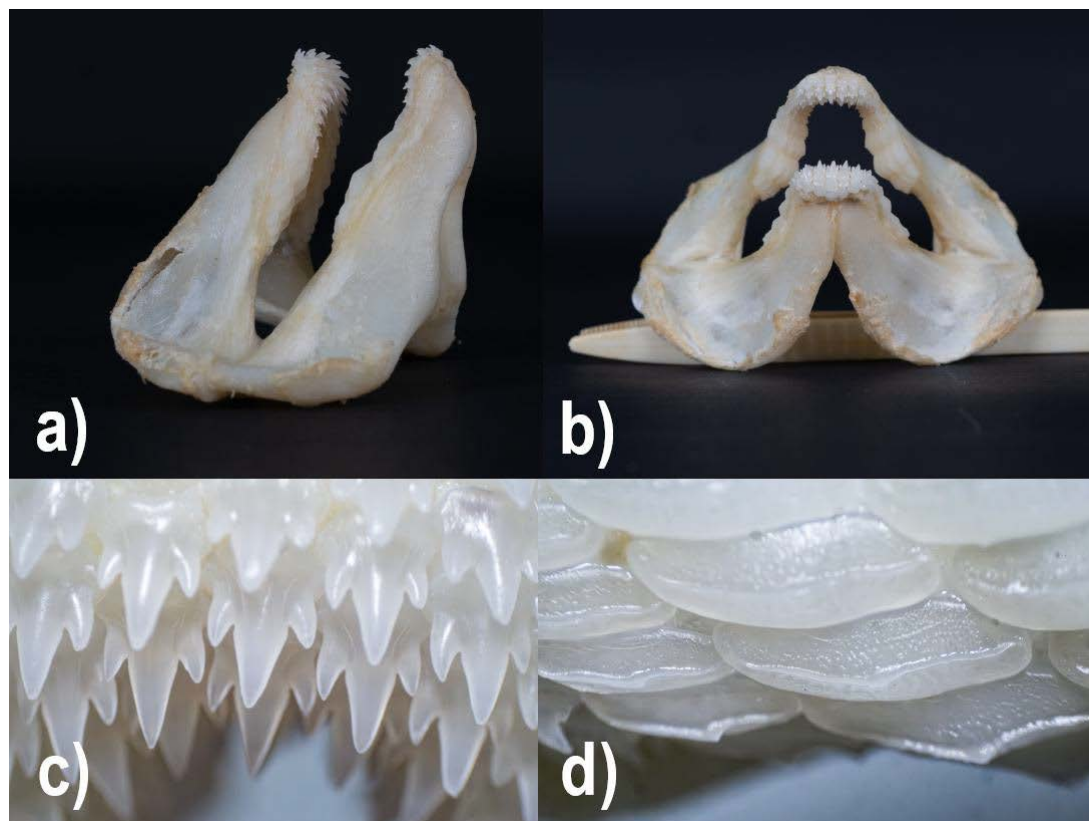


Figura 5. Mandíbula completa de un espécimen de *Heterodontus quoyi* de Galápagos conservado en el Galapagos Science Center. a) Vista lateral de ambas mandíbulas. b) Vista frontal de ambas mandíbulas. c) Detalle de incisivos frontales. d) Detalle de dientes posteriores.

4.3 Estructura cefálica externa de *H. quoyi*

Los análisis de medidas morfométricas realizadas en *Heterodontus quoyi* revelaron diferencias en la estructura cefálica entre machos y hembras (Tabla 3). En general, las hembras presentaron dimensiones en la estructura cefálica mayores en comparación con los machos. Por ejemplo, la longitud de la cabeza (HDL) mostró un promedio de 115.68 mm en hembras frente a 104.95 mm en machos, mientras que la anchura de la cabeza (HDW) fue de 74.45 mm en hembras y 63.12 mm en machos, como se muestra en la Figura 6. Estas diferencias fueron consistentes en

todas las mediciones, a excepción de la altura del ojo (EYH) donde el promedio fue de 6,32 mm en hembras frente a 6,71 mm en machos.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de medidas morfológicas externas de la cabeza de *H. quoyi*. Resultados presentados para machos y hembras, cuyos individuos provienen de tres islas: Floreana, Española y San Cristóbal.

Medidas morfológicas	Siglas	Machos				Hembras			
		Total				Total			
		n	Mean	Min	Max	n	Mean	Min	Max
Longitud preorbital	POB	36	39,66	28,92	53,09	23	43,02	25,06	70,01
Longitud prespiracular	PSP	19	54,33	43,83	68,99	16	57,40	37,61	87,33
Longitud prebranquial	PG1	36	80,33	63,15	100,51	21	88,79	66,20	128,06
Longitud de la cabeza	HDL	34	104,95	81,05	129,75	21	115,68	87,07	174,49
Longitud prepectoral	PP1	34	87,33	63,30	109,97	23	94,02	61,82	153,57
Longitud del ojo	EYL	36	12,76	10,05	14,87	23	13,19	10,30	17,40
Altura del ojo	EYH	36	6,71	4,57	8,34	23	6,32	4,63	7,88
Longitud entre branquias	ING	34	24,62	17,89	32,66	20	26,54	19,37	46,43
Extensión máxima del espiráculo	SPL	17	2,30	0,74	3,19	11	3,51	1,67	6,70
Altura de Cresta	AC	36	3,92	2,22	6,16	23	4,42	2,43	8,56
Espacio interorbital	IOS	36	36,61	27,36	44,11	22	40,91	23,88	57,86
Anchura de la cresta de la cabeza	HCW	35	40,37	30,33	48,34	22	44,54	28,21	64,99
Anchura de la cabeza	HDW	19	63,12	46,83	78,76	10	74,45	55,38	107,13
Anchura del hocico	SW	33	50,76	18,31	69,22	21	60,20	45,02	113,82
Anchura de la boca	MOW	35	40,68	14,45	62,53	21	48,43	33,75	99,71
Anchura de las narinas	HANW	35	41,10	14,58	65,45	21	46,27	34,27	86,28
Espacio internasal	INW	35	25,54	9,31	40,94	21	28,37	20,38	54,18
Longitud del surco labial superior	ULA	35	11,29	3,88	15,96	21	11,98	7,62	20,27
Longitud del surco labial inferior	LLA	35	11,97	3,72	43,40	21	13,55	9,57	29,50
Longitud furcal	FL	36	403,10	122	495,20	23	448,00	338,80	604,10

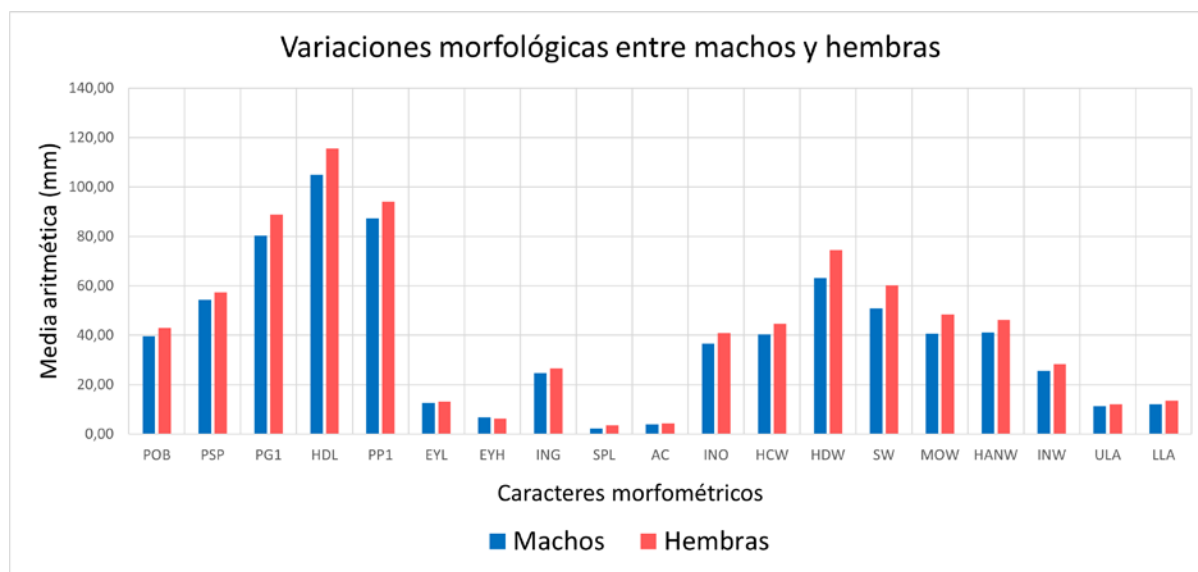


Figura 6. Comparación de las medidas morfométricas cefálicas entre machos y hembras de *Heterodontus quoyi*. Las barras verticales de color azul representan machos y las barras rosa oscuro hembras. Eje X: abreviaturas de medidas morfológicas de la cabeza (ver detalles en Tabla 1). Eje Y: escala numérica en milímetros que indica el valor medio para cada caracter morfométrico.

Además de las diferencias entre sexos, se observaron variaciones en el tamaño de estructuras cefálicas de las hembras entre las islas estudiadas. Los ejemplares de mayor tamaño se registraron en la isla Española, seguidos por los de Floreana y San Cristóbal, como se muestra en la Figura 7. En los machos, se encontró un patrón similar, los individuos machos con estructuras cefálicas más grandes también correspondieron a la isla Española, seguidos por los de Floreana, como se muestra en la Figura 8. Sin embargo, no fue posible incluir a los machos de la isla San Cristóbal en la comparación entre islas debido a la falta de datos en San Cristóbal (Anexo C).

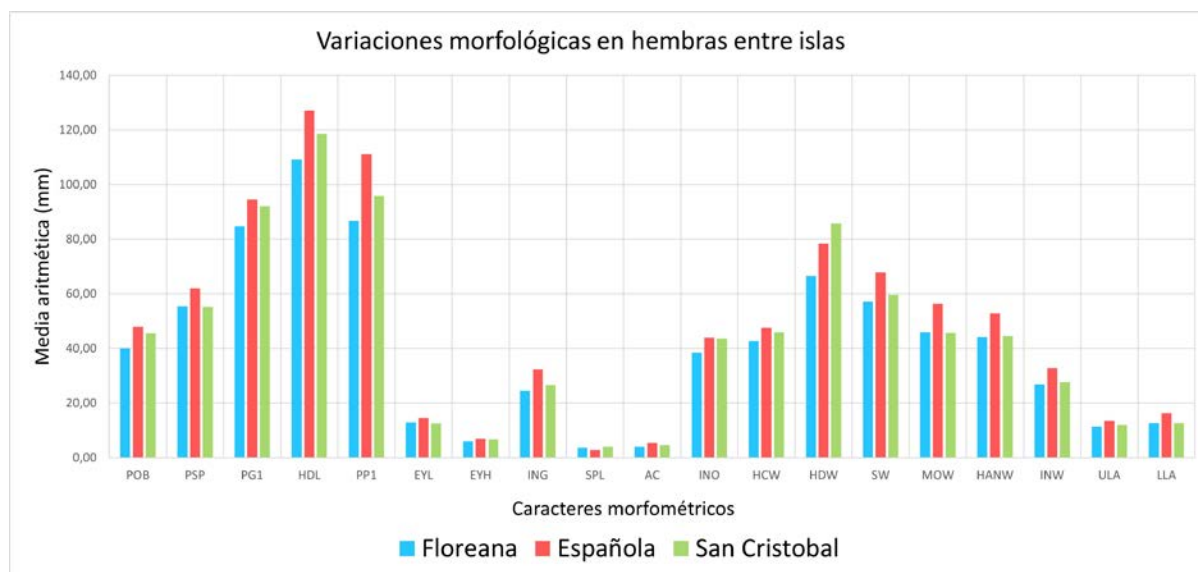


Figura 7. Comparación de las medidas morfológicas cefálicas de *Heterodontus quoyi* entre hembras de tres islas del archipiélago. Las barras verticales de color celeste representan los valores medios de individuos hembras de la isla Floreana, las barras rosa oscuro corresponden a Española y las barras verdes a San Cristóbal. Eje X: abreviaturas de medidas morfológicas de la cabeza (ver detalles en Tabla 1). Eje Y: escala numérica en milímetros que indica el valor medio para cada caracter morfométrico.

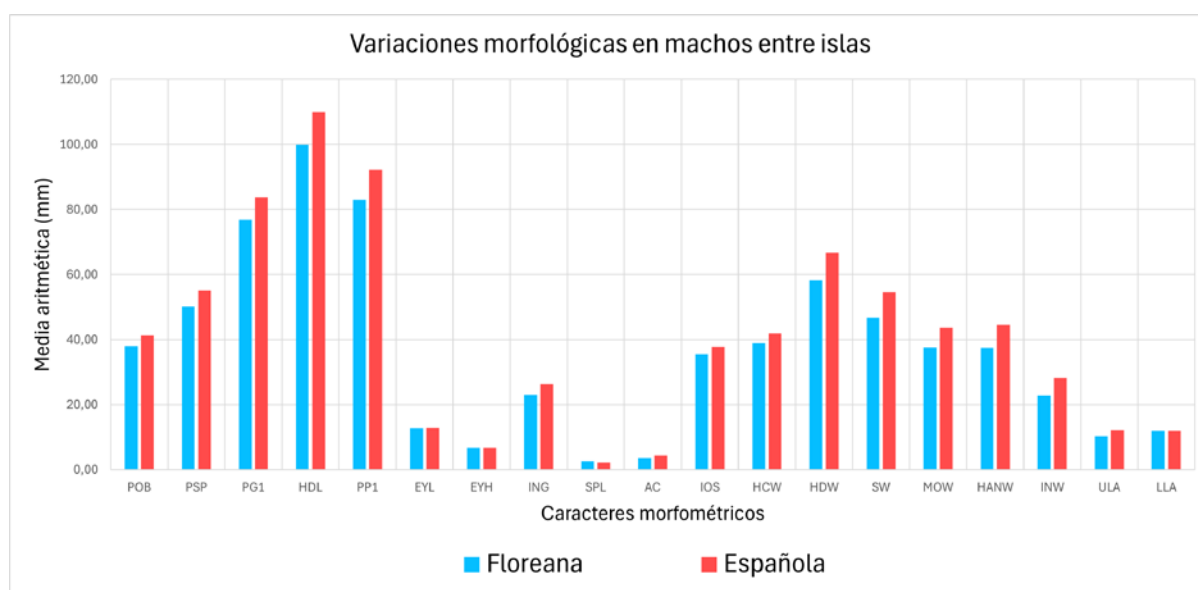


Figura 8. Comparación de las medidas morfológicas cefálicas de *Heterodontus quoyi* entre machos de tres islas del archipiélago. Las barras verticales de color celeste representan los valores medios de individuos machos de la isla Floreana y las barras rosa oscuro corresponden a Española. Eje X: abreviaturas de medidas morfológicas de la cabeza (ver detalles en Tabla

1). Eje Y: escala numérica en milímetros que indica el valor medio para cada caracter morfométrico.

El análisis morfométrico de *Heterodontus quoyi* mostró que las hembras tienen la estructura cefálica más grandes que los machos, y que los ejemplares de la isla Española son los de mayor tamaño en ambos sexos.

4.4 Análisis de Componentes Principales

El Análisis de Componentes Principales (PCA) no reveló la presencia de subgrupos de la base de datos multivariable para ninguno de los análisis. Los resultados mostraron que en la comparación entre machos y hembras (Figura 9a), el PC1 explicó casi la totalidad de la varianza (97,9%), mientras que el PC2 solo aportó el 1,0%. En la comparación entre hembras por islas entre Española, Floreana y San Cristóbal (Figura 9b) el PC1 explicó el 98,9% de la varianza, mientras que el PC2 solo aportó el 0,5%. En la comparación entre machos por islas entre Española y Floreana (Figura 9c) el PC1 explicó el 97,6% de la varianza, mientras que el PC2 solo aportó el 1,4%. Dado que el PC1 explicó casi la totalidad de la variación en los análisis, y se observó amplio solapamiento de los subgrupos analizados, se concluye que no existen diferencias significativas en la forma de la cabeza entre machos y hembras de *Heterodontus quoyi*, y tampoco existen diferencias geográficas provenientes de la isla de procedencia.

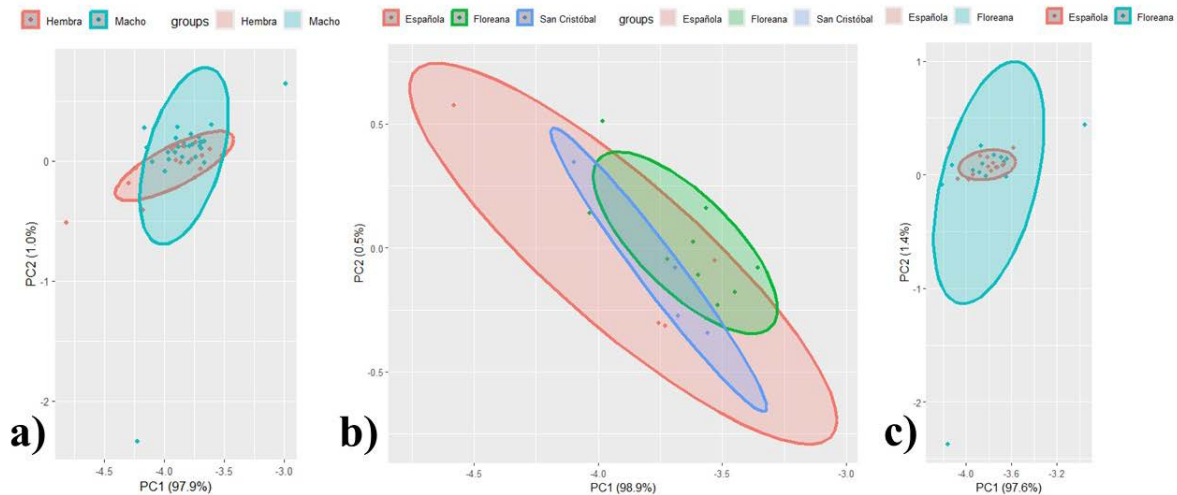


Figura 9. Análisis de Componentes Principales (PCA) de medidas morfométricas cefálicas de *Heterodontus quoyi*. a) Análisis por sexo (sets de datos de machos y hembras combinados de todas las islas): elipse rojo para hembras y elipse celeste para machos. b) Análisis de hembras por islas: elipse roja para Española, verde para Floreana y azul para San Cristóbal. c) Análisis de machos por islas: elipse roja para Española y celeste para Floreana.

4.5 Educación ambiental

Con el objetivo de difundir la información generada y concientizar a la comunidad de Galápagos sobre la existencia e importancia de la especie *Heterodontus quoyi* se realizaron dos exposiciones de educación ambiental. La primera fue en la isla de Floreana donde se realizaron tres talleres y la segunda en la isla San Cristóbal donde se instaló un stand informativo.

En la Isla Floreana el 04 de Septiembre del 2024 se realizaron tres talleres en la escuela Amazonas (Figura 10), que beneficiaron a un total de 31 estudiantes. Para los talleres, se transportó material didáctico y se planificó dinámicas grupales adaptadas al público infantil. Entre los recursos utilizados, se diseñó una presentación interactiva (Anexo F), la cual abordaba aspectos como morfología, biología, ecología, dimorfismo sexual y otros temas relevantes sobre *Heterodontus quoyi*.

Mi participación en estos talleres estuvo vinculada a mi participación como asistente de campo de la estudiante de maestría de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) Sofía León cuya tesis de maestría se enfoca en analizar los niveles de hormonas con pintas de sangre para diferenciar individuos de madurez sexual en machos y hembras del tiburón gato de Galápagos (*Heterodontus quoyi*) en la isla Floreana.



Figura 10. Estudiantes de educación primaria junto a los instructores (de izquierda a derecha: María José Erazo Pazmiño, Dagfin Sotomayor y Sofía León) durante el taller de educación ambiental sobre el tiburón gato de Galápagos en la escuela Amazonas en la isla Floreana.

Además, en la isla San Cristóbal el 28 de Septiembre del 2024, el equipo conformado por Sofía León, Dagfin Sotomayor y Darwin Cunalata organizó una zona expositiva específica para la especie *Heterodontus quoyi* durante el evento “Día del Tiburón 2024” organizado por el Galapagos Science Center (GSC). Aquí se usó la presentación creada anteriormente, y además se expuso una nueva infografía sobre el tiburón gato de Galápagos (Anexo G), con la intención de dar a conocer esta especie a los más de 250 visitantes (niños, jóvenes y adultos) que asistieron al evento (Figura 11).



Figura 11. Cubículo de exposición sobre el tiburón gato de Galápagos en el Día del Tiburón 2024 organizado por el Galapagos Science Center (GSC).

5. Discusión

Este estudio incorpora diferentes metodologías para investigar la morfología del cráneo del tiburón gato de Galápagos *Heterodontus quoyi*. Estas incluyeron revisión de literatura, toma y descripción de fotografías, diseño de guía de mediciones morfométricas, análisis descriptivos y de componentes principales. Adicionalmente, se emplearon técnicas de morfometría y de dentición para caracterizar a *Heterodontus quoyi*. Los resultados obtenidos fueron utilizados para elaborar dos recursos de divulgación científica: una presentación interactiva dirigida a niños (Anexo F) y una infografía científica (Anexo G). Estos materiales buscan hacer accesible el conocimiento científico a un público amplio y promover la concienciación sobre esta especie poco estudiada entre la comunidad de Galápagos, contribuyendo así a las iniciativas locales de educación ambiental.

Los resultados del componente morfométrico revelaron que las hembras de *Heterodontus quoyi* presentan dimensiones cefálicas generalmente mayores que los machos,

un patrón que coincide con investigaciones previas en otras especies del género *Heterodontus*, como el caso registrado en la especie *Heterodontus portusjacksoni* en Australia (Powter et al., 2010). Este hallazgo respalda la existencia de un aparente dimorfismo sexual en el grupo, donde las hembras no solo exhiben un mayor tamaño corporal, sino también estructuras cefálicas más grandes, posiblemente asociadas a diferencias en roles ecológicos, estrategias reproductivas o requerimientos funcionales (Klimley, 2013; Tapia et al., 2004). Sin embargo, al analizar por diferencias en la forma de la cabeza, corregidas por tamaño, los análisis de componentes principales no mostraron diferencias entre grupos analizados. En otras palabras, existen diferencias de tamaño entre sexos (hembras más grandes que machos) y entre islas (especímenes de Española mayores) pero las proporciones de las características morfológicas no cambian entre sexo ni islas. Adicionalmente, se observó que los ejemplares de la isla Española superan en tamaño a los de otras localidades, un fenómeno que podría atribuirse a procesos de aislamiento geográfico y adaptaciones locales, análogo al gigantismo insular documentado en otros taxones como por ejemplo en lagartijas de lava en ausencia de depredadores (Macedonia et al., 2023). Estos resultados destacan la importancia de considerar tanto factores sexuales como geográficos en los estudios de variación morfológica en elasmobranchios.

La consistencia de este patrón en distintas especies de *Heterodontus* sugiere que el dimorfismo sexual de tamaño general en la morfología cefálica podría ser una característica generalizada dentro del género. En el caso de *H. portusjacksoni*, estudios previos han propuesto que el mayor tamaño de las hembras podría estar relacionado a la reproducción (Powter & Gladstone, 2008), como diferencias en el comportamiento o incluso diferencias en la alimentación y uso de hábitat (Tapia et al., 2004). Futuras investigaciones podrían explorar si este dimorfismo se mantiene en otras poblaciones de *Heterodontus quoyi* en otras localidades

de Galápagos como Fernandina, Isabela y Santiago, y en las poblaciones de Perú, para evaluar su posible relación con factores ecológicos o evolutivos.

Los resultados del análisis de medidas morfométricas resaltan la utilidad de la morfometría digital para detectar variaciones sutiles en estructuras anatómicas, especialmente en organismos donde las diferencias sexuales no son muy marcadas. La precisión del método empleado, mediante el software AragoJ, permitió cuantificar diferencias morfológicas en estructuras delicadas del cráneo de especímenes vivos que podrían ser complicadas de medir con técnicas tradicionales como captura y medición directa, reforzando su aplicabilidad en estudios de dimorfismo sexual en condrictios y otros grupos taxonómicos. Sin embargo, sería valioso complementar estos hallazgos con análisis de crecimiento ontogénico para evaluar si este dimorfismo en tamaño surge desde estadios juveniles o se inicia con la madurez sexual.

Otro hallazgo relevante fue que no se observaron dientes intermedios ni espacio entre los dientes frontales, laterales y posteriores, lo que sugiere una adaptación especializada para el consumo de presas con exoesqueleto o con caparazones. Con base en la morfología dental observada (Figura 5), y la dieta reportada en otras especies de *Heterodontus* (Day et al., 2024), se infiere que *Heterodontus quoyi* posee una dieta principalmente de organismos bentónicos en Galápagos, enfocada en invertebrados tales como crustáceos (cangrejos, langostas), moluscos (caracoles, pulpos, conchas, quitones) y equinodermos (erizos, pepinos de mar). Se recomienda el desarrollo de futuros estudios relacionados a la dieta a través de hisopados cloacales y técnicas de ADN ambiental.

La ausencia de subgrupos en el análisis multivariable PCA podría deberse principalmente a dos factores: en primer lugar, un tamaño muestral insuficiente, lo que sugiere

la necesidad de incrementar el número de individuos analizados e incluir islas más lejanas (ej., Oeste del archipiélago) para obtener resultados más concluyentes. En segundo lugar, la presencia de datos faltantes (NA) podría haber influido en los resultados, dado que el PCA requiere una matriz de datos completa. Futuros estudios podrían complementar las medidas cefálicas con datos morfométricos del cuerpo completo de *Heterodontus quoyi* para evaluar con mayor precisión la posible existencia de dimorfismo sexual.

Los resultados del componente de educación ambiental evidencian que la divulgación científica, adaptada a diversos niveles educativos y públicos, constituye una estrategia eficaz para sensibilizar sobre especies poco conocidas como *Heterodontus quoyi*. Las actividades realizadas en los talleres en la escuela Amazonas (Floreana) y el stand en el "Día del Tiburón" (San Cristóbal), no solo permitieron transmitir conocimientos sobre la biología y conservación de esta especie, sino que también fortalecieron el vínculo entre la comunidad local y su entorno marino. El uso de materiales didácticos interactivos (presentaciones y infografías) demostró ser clave para facilitar la comprensión y el interés, especialmente en niños y jóvenes, resultados alineados con iniciativas similares como Galápagos Infinito (UNESCO, 2021) y el Gills Club (O'Hara, 2024). Estos programas, al igual que el Club de Ciencias Tibu-Embajadores de la Fundación Charles Darwin (León, 2021), destacan la importancia de enfoques participativos en la educación ambiental. No obstante, el alcance geográfico limitado a dos islas resalta la necesidad de ampliar estas intervenciones a otras zonas del archipiélago, involucrando a actores clave como pescadores y autoridades locales. Futuras investigaciones deberían incorporar evaluaciones, mediante encuestas de percepción o seguimiento de cambios conductuales, para asegurar que los esfuerzos educativos se traduzcan en acciones concretas de conservación hacia la especie *Heterodontus quoyi*.

6. Conclusiones

Los resultados de la revisión bibliográfica evidencian una falta significativa de investigación en aspectos clave como dieta, morfometría y dimorfismo sexual en *Heterodontus quoyi*. Además, la ausencia de protocolos estandarizados de medición para esta especie justifica la creación de una guía morfométrica específica, la cual será fundamental para futuros estudios sobre esta especie.

Los resultados obtenidos de las fotografías de la morfología bucal y dental de *Heterodontus quoyi* no solo amplían el conocimiento anatómico de la especie, sino que también proporcionan información valiosa para entender su papel ecológico en los ambientes marinos de Galápagos. Las imágenes obtenidas representan un aporte significativo, dado que no existían registros fotográficos previos a este estudio de la morfología bucal y dental de *Heterodontus quoyi*.

Los resultados confirman que *Heterodontus quoyi* exhibe dimorfismo sexual en su estructura cefálica en tamaño, con hembras significativamente más grandes que los machos. Además, se observaron variaciones geográficas en el tamaño de las estructuras cefálicas, destacando que los ejemplares de la isla Española, tanto machos como hembras. Estas diferencias podrían estar relacionadas con factores ecológicos, adaptativos o de disponibilidad de recursos en cada isla. Sin embargo, la falta de datos para machos de San Cristóbal limitó la comparación completa entre todas las localidades. Estos hallazgos aportan información valiosa para futuros estudios sobre la biología y ecología de esta especie en el archipiélago de Galápagos.

El Análisis de Componentes Principales no detectó diferencias significativas en la estructura general de la cabeza entre machos y hembras de *Heterodontus quoyi* con respecto a la forma, ni tampoco diferencias geográficas.

La implementación del programa de educación ambiental sobre *Heterodontus quoyi* demostró ser una estrategia efectiva para promover la conservación de esta especie en el archipiélago de Galápagos. A través de talleres interactivos en la isla Floreana, que beneficiaron directamente a 31 estudiantes, y de la participación en el Día del Tiburón en San Cristóbal, se logró sensibilizar a más de 250 personas de diversos sectores de la comunidad sobre la importancia ecológica de este tiburón poco conocido.

7. Recomendaciones

Los resultados de la revisión bibliográfica sistemática revelaron importantes hallazgos y vacíos de conocimiento sobre *Heterodontus quoyi*. En primer lugar, se constató la ausencia total de estudios específicos sobre la ecología trófica de esta especie, particularmente mediante métodos directos como análisis de contenido estomacal o cloacal que permitan determinar con precisión sus hábitos alimenticios y preferencias de presas. Esta carencia limita significativamente la comprensión del rol ecológico de esta especie en los ecosistemas marinos de Galápagos.

Las variaciones en las medidas morfológicas de las estructuras cefálicas podrían estar relacionadas con diferencias en el uso de recursos tróficos o con adaptaciones reproductivas. No obstante, la falta de datos completos por isla y sexo resalta la necesidad de ampliar el muestreo en futuras investigaciones para confirmar estos patrones y explorar posibles causas ecológicas o evolutivas detrás de estas diferencias morfológicas.

En cuanto a su taxonomía, la revisión de literatura evidenció una notable controversia científica. Existe un debate no resuelto sobre si las poblaciones de Galápagos y Perú corresponden a la misma especie, con indicios de que la población peruana podría representar una especie distinta. De confirmarse esta hipótesis, *Heterodontus quoyi* adquiriría un estatus especial y se convertiría en una especie endémica de Galápagos, lo que tendría implicaciones importantes para su conservación.

Aunque el presente estudio no logró identificar subgrupos mediante el Análisis de Componentes Principales, se proponen varias estrategias para optimizar futuros análisis. En primer lugar, se recomienda explorar otros paquetes estadísticos especializados como *FactoMineR* versión 2.11 (Husson et al., 2025) o *factoextra* versión 1.0.7 (Kassambara & Mundt, 2020), que podrían ofrecer diferentes aproximaciones analíticas.

Asimismo, sería valioso implementar otros métodos multivariados alternativos, particularmente el Análisis Discriminante Lineal (LDA) o técnicas de Análisis de Clústeres, los cuales presentan mayor sensibilidad para detectar diferencias morfológicas sutiles entre grupos. Finalmente, es fundamental abordar el problema de los datos faltantes (NA) mediante técnicas de imputación adecuadas y, cuando sea posible, aumentar el esfuerzo de muestreo para minimizar valores faltantes, ya que estos afectan significativamente la robustez de los análisis multivariados. Estas consideraciones metodológicas podrían revelar patrones morfológicos que el enfoque actual no pudo detectar.

8. Referencias bibliográficas

- Awruch, C. A. (2015). 7—Reproduction Strategies. En R. E. Shadwick, A. P. Farrell, & C. J. Brauner (Eds.), *Fish Physiology* (Vol. 34, pp. 255-310). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801289-5.00007-9>
- Barbosa M., A. P., da Silva F., E., Manir F., L., Nunes e S., L. P., da Silva de A., Z., & Silva N., J. L. (2015). Sexual dimorphism of sharks from the amazonian equatorial coast. *Universitas Scientiarum*, 20(3), 297-304. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC20-3.sdos>
- Cerutti-Pereyra, F., Drenkard, E. J., Espinoza, M., Finucci, B., Galván-Magaña, F., Hacohe-Domené, A., Hearn, A., Hoyos-Padilla, M. E., Ketchum, J. T., Mejía-Falla, P. A., Moya-Serrano, A. V., Navia, A. F., Pazmiño, D. A., Ramírez-Macías, D., Rummer, J. L., Salinas-de-León, P., Sosa-Nishizaki, O., Stock, C., & Chin, A. (2024). Vulnerability of Eastern Tropical Pacific chondrichthyan fish to climate change. *Global Change Biology*, 30(7), e17373. <https://doi.org/10.1111/gcb.17373>
- Compagno, L. J. V. (2002). *SHARKS OF THE WORLD AN ANNOTATED AND ILLUSTRATED CATALOGUE OF SHARK SPECIES KNOWN TO DATE: Vol. Volume 2. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.*
- Compagno, L. J. V., Krupp, F., & Schneider, W. (1995). Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca—Pacífico Centro-Oriental Volumen II. Vertebrados. Parte1. En W. Fischer, C. Sommer, K. Carpenter, & Niem, VH, *Guía de identificación de especies de la FAO para fines pesqueros: Vol. Volumen II* (pp. 647-1200). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

- Day, J. K., Knott, N. A., Swadling, D. S., Huggett, M. J., & Gaston, T. F. (2024). Assessing lobster and co-predator feeding rates on barrens-forming sea urchins in South East Australia. *Frontiers in Marine Science*, 11.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1418506>
- Ebert, D. A., Dando, M., & Fowler, S. (2021a). *Sharks of the World: A Complete Guide* (1st ed). Princeton University Press.
- Ebert, D. A., Dando, M., & Fowler, S. L. (2021b). *A pocket guide to sharks of the world* (Second edition). Princeton University Press.
- Fitter, J., Fitter, D., & Hosking, D. (2015). *Collins Traveller's Guide—Wildlife of the Galápagos* (2nd edition). William Collins.
- Fundación Charles Darwin. (2019). *Tiburones de la Reserva Marina de Galápagos*. Fundación Charles Darwin. <https://www.darwinfoundation.org/es/recursos/educacion-ambiental/tiburones-de-la-reserva-marina-de-galapagos/>
- Galapagos Conservation Trust. (2023, julio 3). [Galapagos Conservation Trust]. *Galapagos Bullhead Shark*. <https://galapagosconservation.org.uk/species/galapagos-bullhead-shark/>
- Gonzalez-Pestana, A., J., C. K., & Velez-Zuazo, X. (2016). *Shark fisheries in the Southeast Pacific: A 61-year analysis from Peru* (No. 3:164). F1000Research.
<https://doi.org/10.12688/f1000research.4412.2>
- Hazin, F., Fischer, A., & Broadhurst, M. (2001). Aspects of Reproductive Biology of the Scalloped Hammerhead Shark, *Sphyrna Lewini*, off Northeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 61, 151-159.
<https://doi.org/10.1023/A:1011040716421>

- Hearn, A., Ketchum, J., & Klimley, A. (2009). *Vulnerability of top predators to climate change and adaptations for coastal and pelagic ecosystems: Sharks, a case study*. 1-58.
- Hirschfeld, M., Barnett, A., Sheaves, M., & Dudgeon, C. (2023). What Darwin could not see: Island formation and historical sea levels shape genetic divergence and island biogeography in a coastal marine species. *Heredity*, 131(3), 189-200.
<https://doi.org/10.1038/s41437-023-00635-4>
- Humann, P., & Deloach, N. (2003). *Reef fish identification: Galápagos*. New World Publications.
- Husson, F., Josse, J., Le, S., & Mazet, J. (2025). *FactoMineR: Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining* (Versión 2.11) [R]. <http://factominer.free.fr>
- Kassambara, A., & Mundt, F. (2020). *factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses* (Versión 1.0.7) [R].
<http://www.sthda.com/english/rpkgs/factoextra>
- Klimley, A. P. (2013). *The biology of sharks and rays*. The University of Chicago Press.
- León, L. (2021, julio 7). *Tibu-Embajadores, custodios de Galápagos y guardianes de su conservación*. Charles Darwin Foundation.
<https://www.darwinfoundation.org/es/noticias/todas-las-noticias/tibu-embajadores-custodios-de-galapagos-y-guardianes-de-su-conservacion/>
- Macedonia, J. M., Clark, D. L., Fonley, M. R., Rowe, J. W., Neyer, E. E., Mancero, E. J., & Valle, C. A. (2023). They Might Be Giants: Divergence in Display Structure Between Two Island Populations of Galápagos Lava Lizards (*Microlophus bivittatus*). *Herpetologica*, 79(4), 196-206. <https://doi.org/10.1655/Herpetologica-D-23-00011>
- Meekan, M. G., Taylor, B. M., Lester, E., Ferreira, L. C., Sequeira, A. M. M., Dove, A. D. M., Birt, M. J., Aspinall, A., Brooks, K., & Thums, M. (2020). Asymptotic Growth of

- Whale Sharks Suggests Sex-Specific Life-History Strategies. *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.575683>
- O'Hara, T. (2024, febrero 26). Gills Club: Empowering young women in Galapagos. *Galapagos Conservation Trust*. <https://galapagosconservation.org.uk/gills-club-empowering-young-women-galapagos/>
- Powter, D., & Gladstone, W. (2008). The reproductive biology and ecology of the Port Jackson shark *Heterodontus portusjacksoni* in the coastal waters of eastern Australia. *Journal of Fish Biology*.
https://www.academia.edu/15108652/The_reproductive_biology_and_ecology_of_the_Port_Jackson_shark_Heterodontus_portusjacksoni_in_the_coastal_waters_of_eastern_Australia
- Powter, Gladstone, W., & Platell, M. (2010). The influence of sex and maturity on the diet, mouth morphology and dentition of the Port Jackson shark, *Heterodontus portusjacksoni*. *Marine and Freshwater Research*, 61(1), 74-85.
<https://doi.org/10.1071/MF09021>
- Prieto, R., O'Callaghan, S., & Aleixo, F. (2020). *AragoJ - v0.6.1a* (Versión 0.6.1) [Software]. Zenodo. <https://zenodo.org/records/3661020>
- R Core Team. (2024a). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* (Versión 2024.12.1+563) [R]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- R Core Team. (2024b). *The R Stats Package* (Versión 4.4.2) [R]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Tapia, S., Banks, S., Brandt, M., & Chiriboga, Á. (2004). *Ambientes Marinos y Costeros de Galápagos*. Fundación Charles Darwin.

UNESCO. (2021, junio 15). *La UNESCO se suma a Galápagos Infinito: Niñas y niños navegando hacia la educación inclusiva por la sostenibilidad* | UNESCO.

<https://www.unesco.org/es/articles/la-unesco-se-suma-galapagos-infinito-ninas-y-ninos-navegando-hacia-la-educacion-inclusiva-por-la>

Vu, V. Q., Friendly, M., & Tavadyan, A. (2024). *ggbiplot: A Grammar of Graphics*

Implementation of Biplots (Versión 0.6.2) [R]. [https://CRAN.R-](https://CRAN.R-project.org/package=ggbiplot)

[project.org/package=ggbiplot](https://CRAN.R-project.org/package=ggbiplot)

White, W. T., Mollen, F. H., O'Neill, H. L., Yang, L., & Naylor, G. J. P. (2023). Species in Disguise: A New Species of Hornshark from Northern Australia (Heterodontiformes:

Heterodontidae). *Diversity*, 15(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/d15070849>

Wickham, H., Bryan, J., Barrett, M., & Teucher, A. (2024). *usethis: Automate Package and*

Project Setup (Versión 3.1.0) [R]. <https://CRAN.R-project.org/package=usethis>

Wickham H., François R, Henry L, Müller K, & Vaughan D. (2023). *dplyr: A Grammar of*

Data Manipulation (Versión 1.1.4) [R]. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>

Wickham, H., Hester, J., Chang, W., & Bryan, J. (2022). *devtools: Tools to Make Developing*

R Packages Easier (Versión 2.4.5) [R]. [https://CRAN.R-](https://CRAN.R-project.org/package=devtools)

[project.org/package=devtools](https://CRAN.R-project.org/package=devtools)

Anexo A: Guía de mediciones craneales para *Heterodontus quoyi* usando el software AragoJ

- 1) Abrir el programa AragoJ.
- 2) Importar las fotografías.

Para importar imágenes, seleccione:

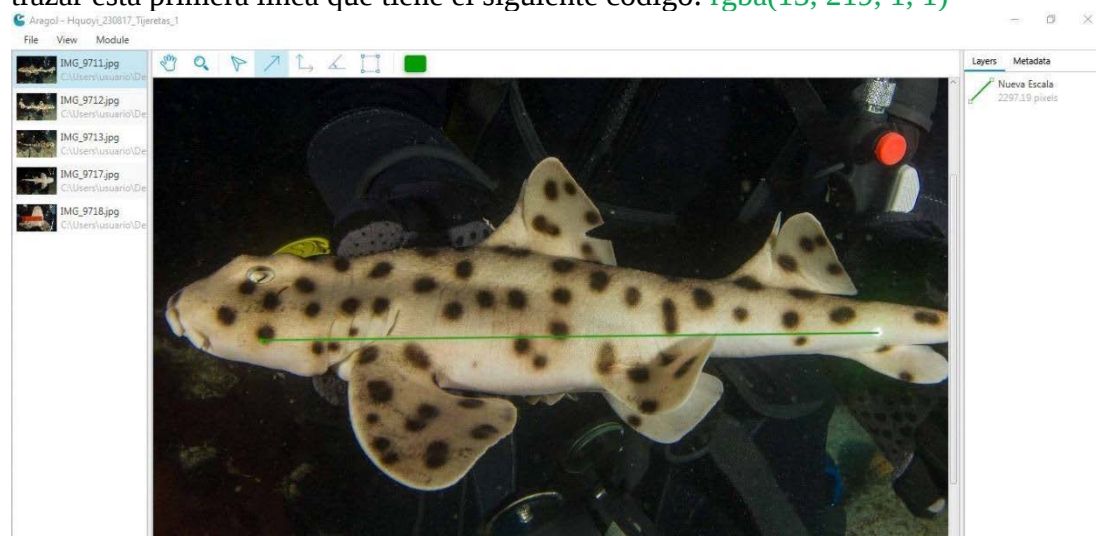
- Archivo - Importar imágenes o utilice el atajo de teclado (Ctrl+I)



- 3) Establezca la nueva escala.

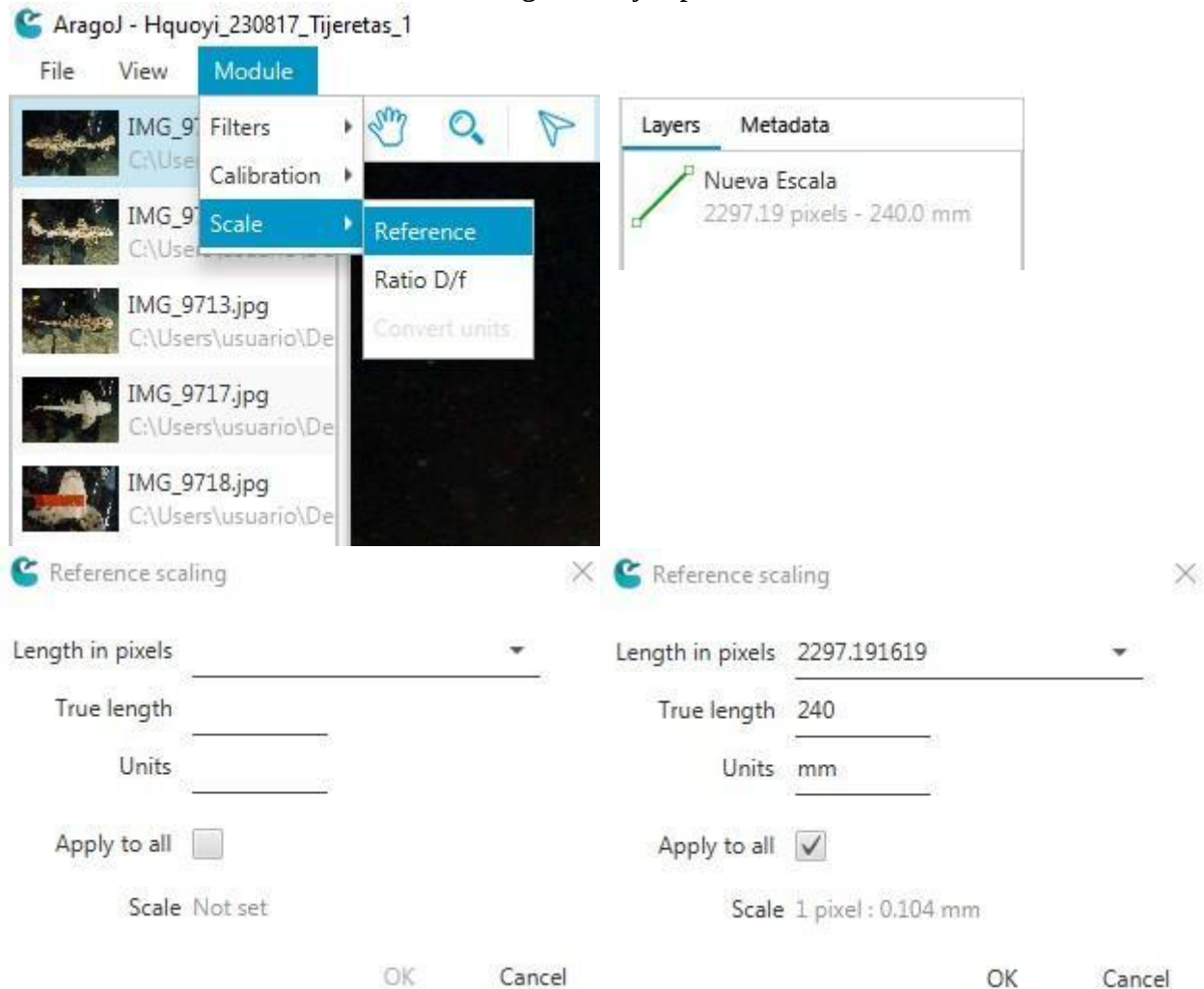
Cambie la escala que viene por defecto en el programa la cual está expresada en pixeles (px) por milímetros (mm).

Para ello utilice la distancia conocida, trazando una línea recta uniendo los dos puntos que se encuentran señalados con el láser (puntos de color verde neón). Usaremos el color verde para trazar esta primera línea que tiene el siguiente código: `rgba(13, 219, 1, 1)`



Cambie el nombre de la línea creada por un nombre que usted pueda reconocer fácilmente haciendo doble clic sobre la capa. Ej. Capa 1 – línea 1 “Nueva escala”.

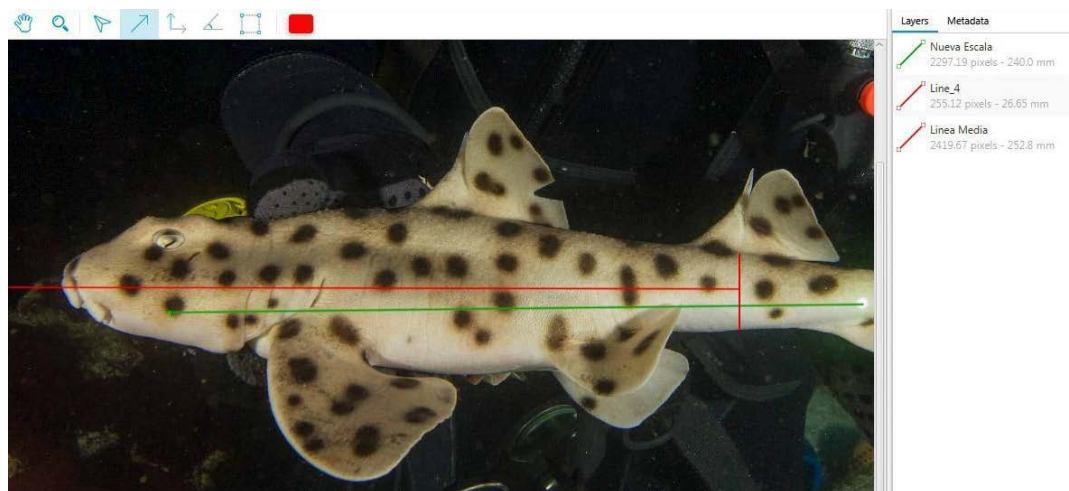
Luego con la **Barra de Menú** busque la opción **módulo – escala – referencia** y a continuación, se desplegará un panel donde deberá colocar manualmente los valores para escalar de pixeles a unidades métricas, como muestra en el siguiente ejemplo.



4) Dibuja una línea horizontal que atraviese la mitad del tiburón para fijar la **línea media**.

Usaremos el color rojo que tiene el siguiente código: `rgba(253, 39, 13, 1)`

Para esto identifica la segunda espina de la aleta dorsal y traza una línea vertical que abarque el ancho del cuerpo del tiburón, luego dibuja una línea recta horizontal desde la mitad de esa línea hasta el hocico del tiburón como se muestra en el siguiente ejemplo.



- 5) Dibuja una línea perpendicular a la línea media pero que esta línea toque la punta del hocico del tiburón.

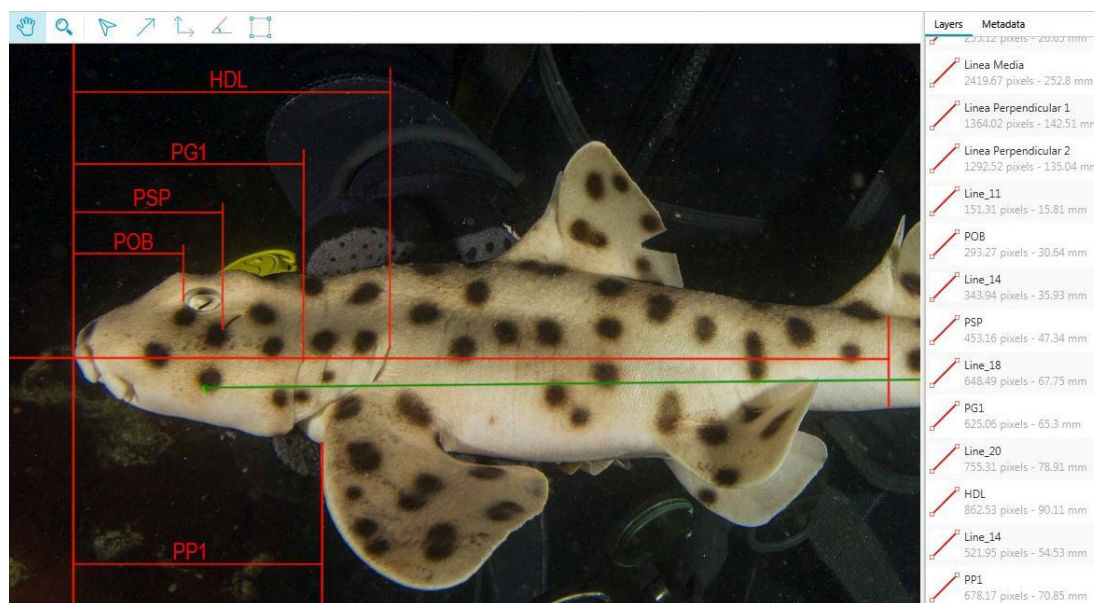


- 6) Toma las medidas de la 1 – 21. Se tomarán las mediciones en el siguiente orden.

Nota: Utiliza otra imagen si la que estás analizando no está en un ángulo adecuado o si la parte de interés del animal no es visible.

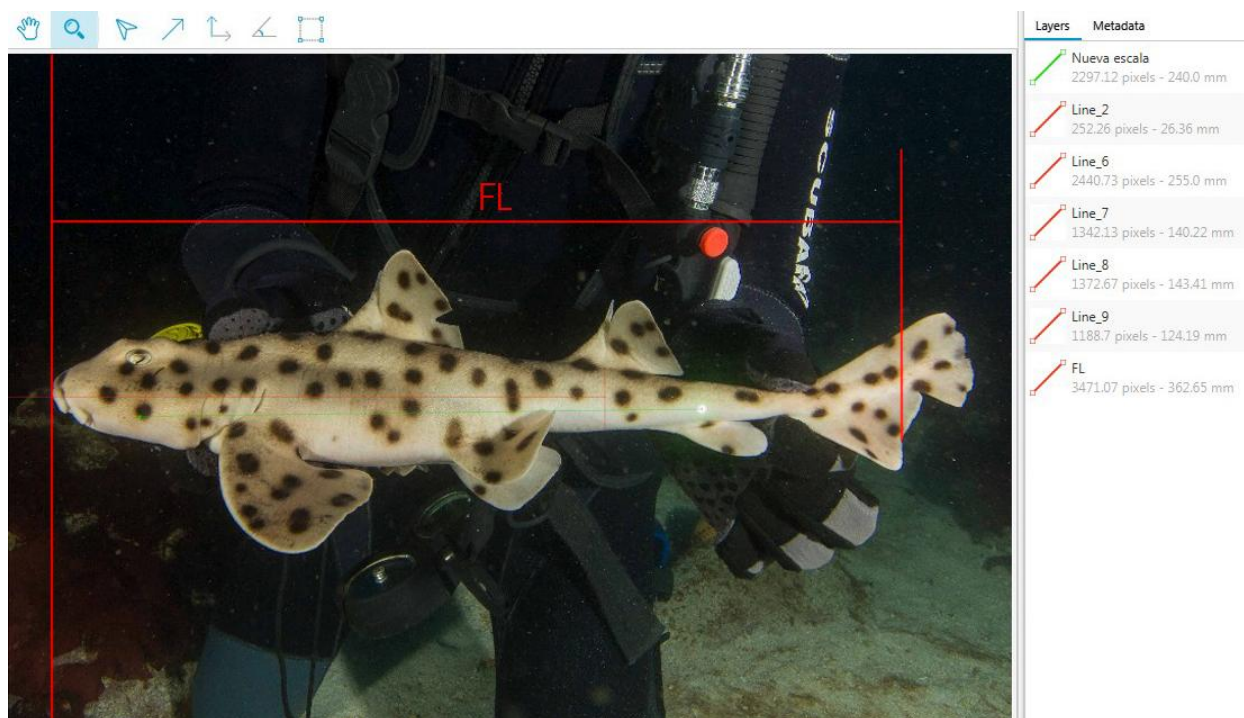
Vista lateral

Tabla de medidas morfométricas			
Vista Lateral			
Nº	Siglas	Nombre en Ingles	Nombre en Español
1	POB	Preorbital length	Longitud preorbital
2	PSP	Prespiracular length	Longitud prespiracular
3	PG1	Prebranchial length	Longitud prebranquial
4	HDL	Head length	Longitud de la cabeza
5	PP1	Pre-pectoral fin length	Longitud prepectoral



6	EYL	Eye length	Longitud del ojo
7	EYH	Eye height	Altura del ojo
8	ING	Intergill length	Longitud entre branquias
9	SPL	Spiracle length	Extensión maxima del espiráculo
10	AC	Height of Crest	Altura de Cresta
11	FL	Fork Length	Longitud furcal

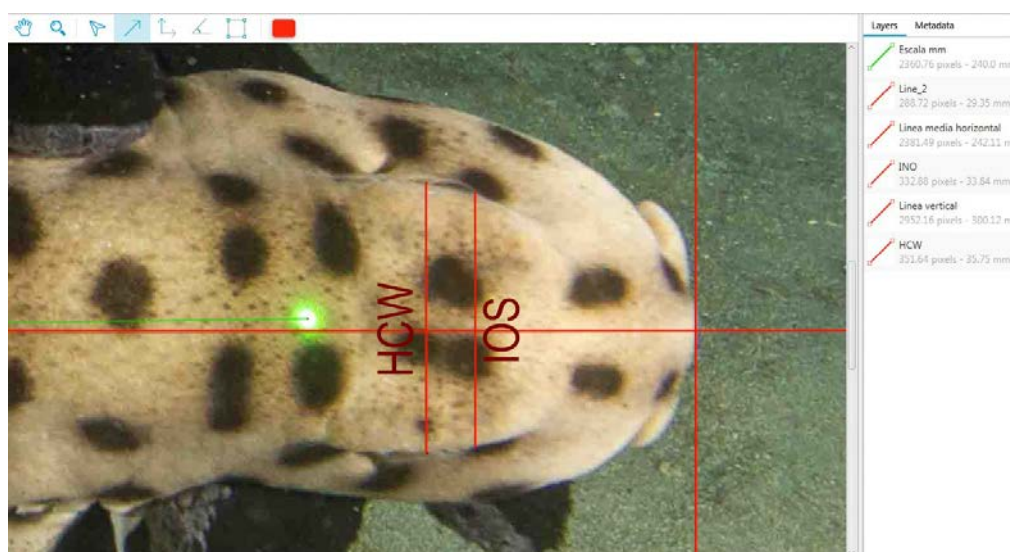


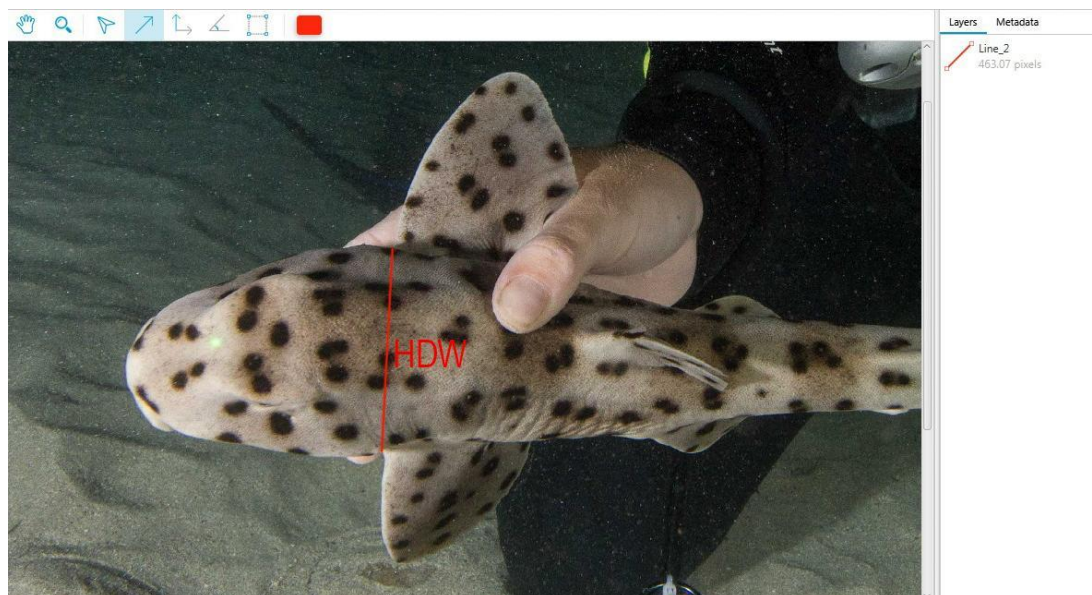


Vista dorsal

Para la vista dorsal repetiremos los pasos 3 y 4 previamente descritos para escalar las medidas en la nueva imagen usando los dos puntos del láser. A los individuos que no se encuentren alineados, se procede a trazar una línea un poco diagonal pero que atraviese la mitad de la cabeza y del hocico lo mejor que se pueda.

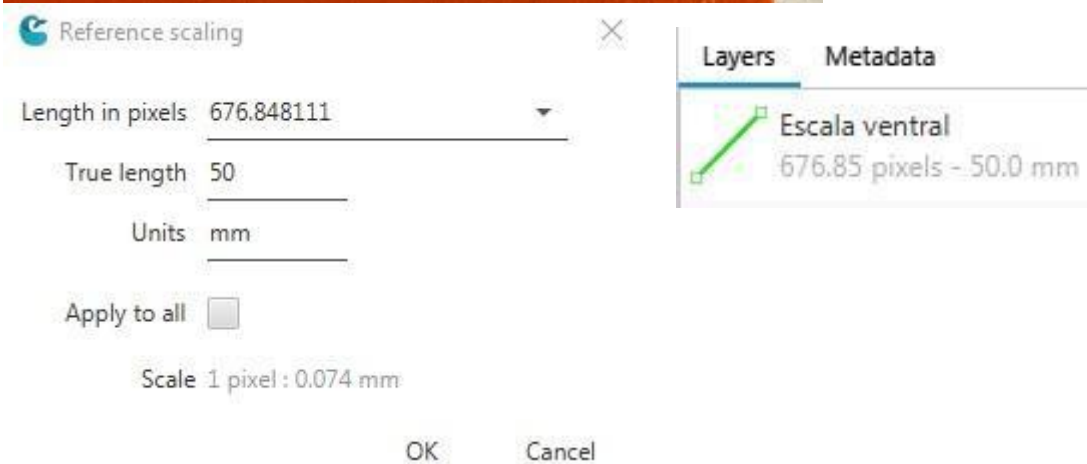
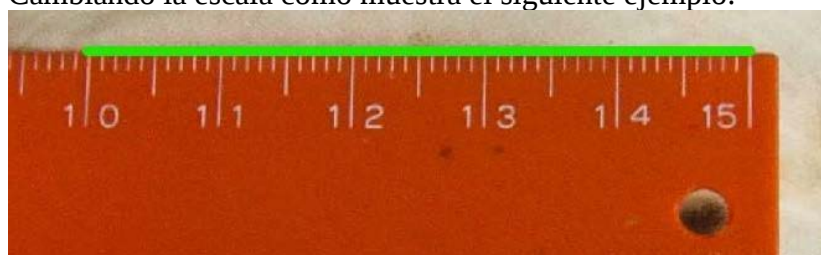
	Vista dorsal		
	Siglas	Nombre en Ingles	Nombre en Español
12	IOS	Interorbital space	Espacio interorbital
13	HCW	Width of head crest	Anchura de la cresta de la cabeza
14	HDW	Head width	Anchura de la cabeza



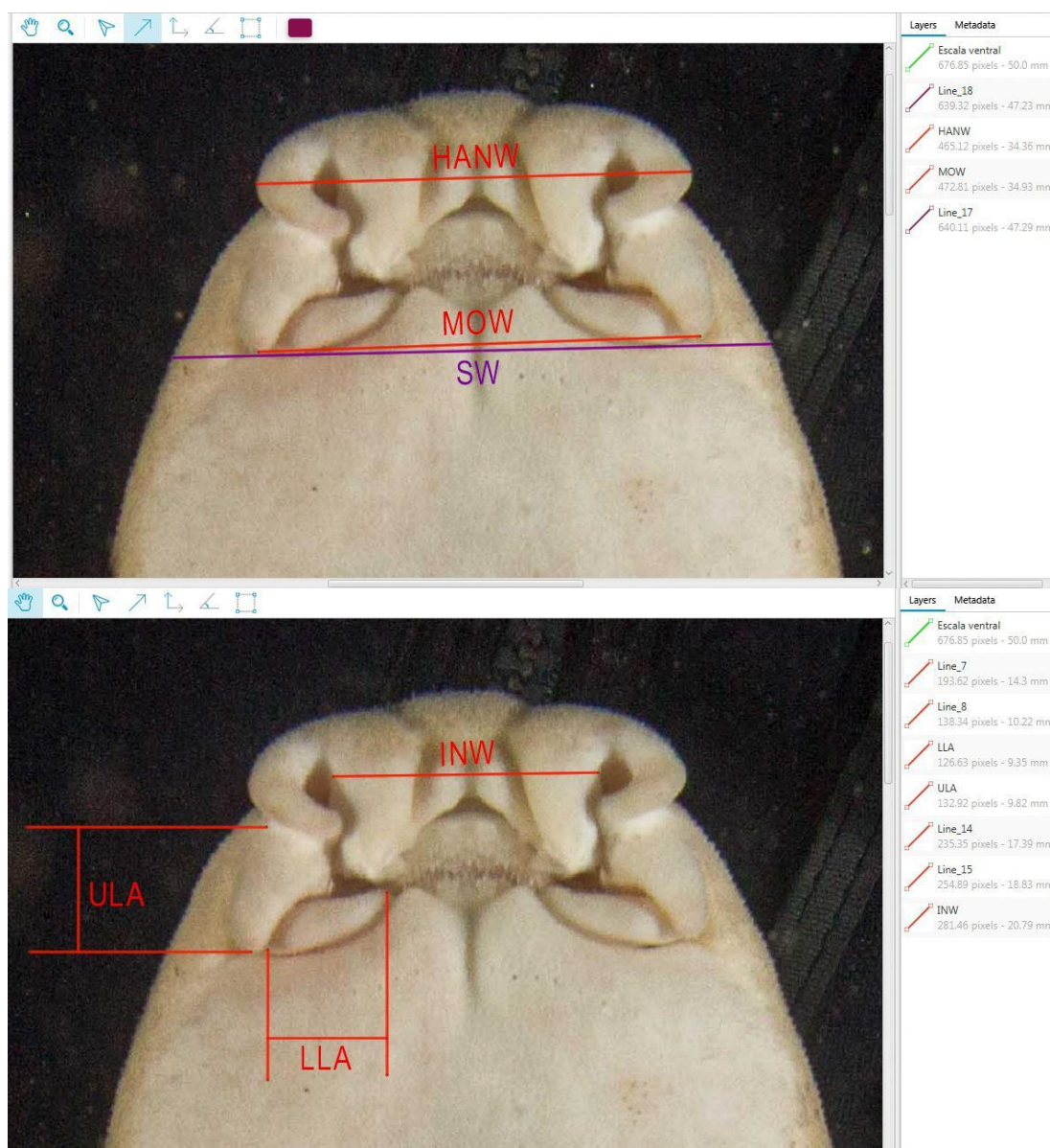


Vista ventral

Para el caso de la vista ventral usaremos la regla que se muestra en la imagen, donde trazaremos una línea desde el 10 al 15 indicando al programa que esta medida es equivalente a 50 mm. Cambiando la escala como muestra el siguiente ejemplo:



	Vista ventral		
	Siglas	Nombre en Ingles	Nombre en Español
15	SW	Snout width	Anchura del hocico
16	MOW	Mouth width	Anchura de la boca
17	HANW	Head width at nostrils	Anchura de las narinas
18	INW	Internarial width	Espacio internasal
19	ULA	Upper labial furrow length	Longitud del surco labial superior
20	LLA	Lower labial furrow length	Longitud del surco labial inferior



Anexo B: Base de datos crudos de 20 medidas morfométricas de la estructura cefálica externa de *Heterodontus quoyi*.

Véase significado de siglas de medidas en Tabla 1.

					Vista Lateral (mm)										Vista dorsal (mm)			Vista ventral (mm)						
N°	Código del individuo	Año	Isla	Sexo	POB	PSP	PG1	HDL	PP1	EYL	EYH	ING	SPL	AC	IOS	HCW	HDW	SW	MOW	HANW	INW	ULA	LLA	FL
1	Hquoyi_080817_Botella_1	2017	Floreana	Macho	35,83	NA	76,12	98,02	78,07	12,39	6,70	21,93	NA	5,48	36,36	38,62	NA	44,74	34,55	37,91	24,09	10,87	9,56	407,17
2	Hquoyi_080817_Botella_2	2017	Floreana	Macho	39,97	NA	75,65	101,32	81,10	12,99	7,60	25,65	NA	3,46	39,50	40,32	NA	47,77	41,20	39,41	23,76	11,04	11,86	407,46
3	Hquoyi_080817_Botella_3	2017	Floreana	Macho	36,74	49,93	73,60	94,40	82,61	11,93	6,57	20,80	NA	3,55	33,77	37,23	56,64	43,40	36,59	35,89	21,68	9,89	43,40	394,11
4	Hquoyi_080817_Diving_PtoVelascolbarra_1	2017	Floreana	Macho	36,65	NA	78,61	103,01	84,77	14,26	8,34	24,51	NA	3,30	36,00	39,15	62,03	51,94	41,54	43,60	27,02	12,43	13,04	382,26
5	Hquoyi_080817_Diving_PtoVelascolbarra_2	2017	Floreana	Macho	36,71	49,60	75,03	94,08	78,35	11,89	6,96	19,05	2,63	2,96	35,13	38,04	61,64	18,31	14,45	14,58	9,31	3,88	3,72	372,54
6	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_6	2017	Floreana	Hembra	25,06	37,61	NA	NA	61,82	11,78	5,30	NA	2,94	2,51	23,88	28,21	NA	45,02	33,75	34,27	21,92	8,04	9,71	338,82
7	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_7	2017	Floreana	Hembra	37,70	NA	73,71	97,15	79,58	10,88	4,87	23,41	NA	3,54	36,27	40,18	NA	47,56	39,44	36,71	20,91	7,62	9,77	389,99
8	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_8	2017	Floreana	Macho	39,87	NA	77,55	97,56	75,92	12,64	5,80	20,01	NA	2,44	36,45	39,23	NA	50,13	41,07	40,93	23,89	10,05	10,99	399,46
9	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_9	2017	Floreana	Macho	34,78	NA	75,11	97,15	77,07	13,27	6,68	22,02	NA	4,13	33,88	38,73	55,89	48,98	39,36	39,74	24,90	10,19	10,28	361,80
10	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_10	2017	Floreana	Macho	39,79	NA	81,26	99,55	83,12	12,41	7,15	18,34	NA	2,22	31,67	36,47	NA	NA	32,86	35,39	20,12	10,36	9,13	402,02
11	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_Dive1_1	2017	Floreana	Macho	40,09	NA	79,97	110,91	94,70	14,47	6,12	30,94	NA	4,66	38,76	43,13	60,00	52,92	41,98	42,31	25,07	11,74	9,09	425,41
12	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_Dive1_2	2017	Floreana	Macho	36,59	NA	75,00	95,55	84,72	12,93	6,63	20,56	NA	2,55	32,70	37,73	NA	48,07	36,23	39,10	23,38	10,27	8,78	390,97
13	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_Dive1_3	2017	Floreana	Macho	43,53	NA	84,59	116,73	102,81	14,55	7,89	32,11	NA	2,80	42,98	45,48	NA	54,37	48,02	44,86	27,70	12,96	11,61	451,42
14	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_Dive1_4	2017	Floreana	Macho	40,12	NA	79,36	NA	82,58	12,09	6,71	NA	NA	4,80	39,65	41,75	NA	50,84	40,71	40,20	24,39	12,97	10,21	412,89
15	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_Dive2_1	2017	Floreana	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
16	Hquoyi_090817_Snorkel_Loberia_Floreana_1	2017	Floreana	Macho	38,38	NA	82,15	106,85	87,94	14,22	7,37	24,72	NA	3,57	33,90	38,41	NA	53,08	39,77	39,84	24,82	11,57	11,37	399,55
17	Hquoyi_100817_Botella_Dive1_1	2017	Floreana	Macho	38,84	NA	78,57	101,96	81,72	12,67	6,94	23,34	NA	4,11	33,64	37,84	58,44	45,61	36,60	36,42	22,85	9,95	9,04	393,59
18	Hquoyi_100817_Botella_Dive1_2	2017	Floreana	Hembra	45,05	NA	88,41	109,62	81,81	13,36	5,45	21,22	NA	3,53	37,60	43,75	NA	52,90	41,66	41,72	24,92	10,45	11,27	447,41
19	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive2_1	2017	Floreana	Macho	28,92	NA	63,15	81,05	69,86	10,05	5,46	17,89	NA	2,93	27,36	30,33	NA	40,23	29,06	30,25	18,48	8,05	7,71	322,87
20	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive2_2	2017	Floreana	Hembra	46,96	NA	98,77	124,39	104,18	15,34	6,93	25,61	NA	4,66	48,38	52,29	NA	64,12	51,58	49,36	28,55	12,47	14,13	499,69
21	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive2_3	2017	Floreana	Macho	31,66	NA	64,22	82,48	63,30	10,72	6,41	18,25	NA	2,75	29,83	33,79	46,83	39,91	33,98	31,51	18,48	7,57	9,05	318,22
22	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive3_1	2017	Floreana	Hembra	54,03	75,01	105,11	132,96	107,69	14,52	7,50	27,83	5,82	4,94	47,57	51,10	NA	65,63	55,56	51,41	31,98	14,29	14,84	509,38
23	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive3_2	2017	Floreana	Hembra	30,22	NA	66,22	87,07	69,74	10,48	4,63	20,85	NA	2,80	36,07	39,52	64,99	49,56	40,49	39,10	24,33	10,20	11,52	370,30
24	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive3_3	2017	Floreana	Hembra	36,86	NA	78,72	102,89	87,12	11,85	6,41	24,18	NA	4,43	35,89	40,79	62,63	52,61	39,93	37,98	20,38	10,15	11,47	415,88
25	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive3_4	2017	Floreana	Hembra	36,34	NA	71,93	98,11	81,08	12,77	7,02	26,17	NA	4,19	NA	NA	NA	48,61	39,31	37,91	23,53	9,57	13,18	399,62
26	Hquoyi_130917_Botella_1	2017	Floreana	Macho	38,58	51,18	79,16	104,50	89,95	12,58	7,15	23,46	2,64	3,12	37,61	40,80	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	400,71
27	Hquoyi_130917_Botella_2	2017	Floreana	Hembra	34,89	50,04	77,46	98,25	79,59	13,77	7,33	20,81	2,38	3,34	38,77	41,60	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	413,12
28	Hquoyi_130917_PtoVelascolbarra_1	2017	Floreana	Macho	46,98	NA	85,25	112,51	94,32	12,93	4,57	26,83	NA	4,45	39,31	44,04	64,21	56,47	50,06	44,24	27,17	11,12	15,13	121,95
29	Hquoyi_130917_PtoVelascolbarra_2	2017	Floreana	Hembra	61,12	75,93	119,09	156,27	133,25	17,40	6,63	37,21	5,29	6,35	48,28	54,90	83,53	87,33	73,05	66,35	40,07	15,83	17,92	555,57
30	Hquoyi_130917_PtoVelascolbarra_3	2017	Floreana	Hembra	39,55	52,99	80,75	100,12	78,88	12,00	4,98	19,37	1,67	3,40	36,87	39,81	55,38	55,12	43,30	39,92	25,15	9,65	11,14	393,70
31	Hquoyi_030717_Punta_Suarez_1	2017	Española	Hembra	46,74	63,04	89,66	123,55	111,96	15,50	7,23	NA	NA	2,43	36,74	40,69	70,66	56,97	48,55	49,65	30,79	13,92	13,62	455,75
32	Hquoyi_030717_Punta_Suarez_2	2017	Española	Macho	40,08	53,02	83,64	NA	NA	12,87	7,36	NA	3,19	5,15	37,38	41,28	NA	NA	62,53	65,45	40,94	15,96	16,86	438,93
33	Hquoyi_030717_Punta_Suarez_3	2017	Española	Macho	44,87	59,32	93,08	119,79	102,70	12,24	6,77	26,69	3,14	3,54	41,60	46,54	NA	65,73	52,68	55,44	32,56	15,56	14,09	462,14
34	Hquoyi_030717_Punta_Suarez_4	2017	Española	Hembra	70,01	87,33	128,06	174,49	153,57	16,61	6,91	46,43	3,48	8,56	57,86	64,99	107,13	113,82	99,71	86,28	54,18	20,27	29,50	604,10

Anexo B: continuación

35	Hquoyi_030717_Punta_Suarez_5	2017	Española	Hembra	34,81	44,44	78,28	105,99	91,48	13,25	6,41	27,71	NA	6,07	40,85	42,19	66,12	51,93	42,08	41,37	25,03	10,91	11,53	423,11
36	Hquoyi_160717_Diving_Manzanillo_1	2017	Española	Macho	46,80	NA	87,11	116,94	89,57	14,57	6,65	29,76	NA	4,28	41,78	46,46	NA	50,32	40,88	41,25	25,52	11,10	11,74	457,96
37	Hquoyi_160717_Diving_Manzanillo_2	2017	Española	Macho	53,09	68,99	100,51	124,76	97,42	14,87	6,92	24,22	2,97	5,18	43,64	NA	70,76	67,97	57,67	54,17	34,57	14,67	17,18	494,19
38	Hquoyi_160717_Diving_Manzanillo_3	2017	Española	Hembra	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
39	Hquoyi_160717_Diving_Manzanillo_4	2017	Española	Macho	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
40	Hquoyi_160717_Diving_Manzanillo_5	2017	Española	Macho	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
41	Hquoyi_150717_Snorkel_Manzanillo_1	2017	Española	Macho	34,30	46,46	67,77	91,86	71,72	11,67	6,36	24,11	2,47	2,80	33,31	38,19	63,50	50,63	34,41	38,08	24,08	11,50	9,34	385,81
42	Hquoyi_150717_Snorkel_Manzanillo_2	2017	Española	Macho	37,74	51,53	78,39	108,24	90,07	13,13	7,27	29,80	1,79	4,91	36,77	41,86	NA	52,62	42,79	41,92	26,85	11,11	13,24	407,44
43	Hquoyi_150717_Snorkel_Manzanillo_3	2017	Española	Macho	34,59	NA	76,65	102,32	88,40	13,54	6,40	25,66	NA	3,94	32,95	40,21	NA	41,26	34,51	32,43	20,95	8,79	10,45	387,59
44	Hquoyi_150717_Snorkel_Manzanillo_4	2017	Española	Macho	32,42	43,83	72,39	90,29	79,61	11,16	6,18	17,90	1,62	3,40	34,03	36,12	56,80	51,02	36,35	37,13	24,79	9,13	10,42	354,56
45	Hquoyi_150717_Snorkel_Manzanillo_5	2017	Española	Macho	42,02	54,59	80,89	106,71	88,60	12,78	6,49	25,87	0,74	3,67	35,47	41,15	NA	53,82	40,13	43,16	27,79	14,04	9,93	422,37
46	Hquoyi_160717_Snorkel_Manzanillo_1	2017	Española	Macho	32,78	47,88	63,21	88,30	71,43	10,43	6,26	25,07	1,77	3,12	33,92	36,98	57,61	55,85	41,04	43,19	27,39	11,23	9,89	391,04
47	Hquoyi_160717_Snorkel_Manzanillo_2	2017	Española	Macho	37,94	51,74	77,21	101,01	85,03	10,77	6,39	23,78	3,11	4,43	33,91	36,49	61,31	47,80	36,11	38,67	24,95	10,52	9,24	382,51
48	Hquoyi_160717_Snorkel_Manzanillo_3	2017	Española	Macho	43,19	57,37	93,77	121,98	109,39	14,64	6,16	28,22	2,54	4,50	44,11	45,55	78,76	47,37	35,49	38,25	24,05	11,95	9,38	465,31
49	Hquoyi_160717_Snorkel_Manzanillo_4	2017	Española	Macho	44,13	58,57	93,91	125,77	109,97	14,76	7,50	31,87	1,68	4,78	43,17	48,34	75,89	49,45	42,29	40,66	25,79	10,13	12,34	478,58
50	Hquoyi_160717_Snorkel_Manzanillo_5_Recap150718	2017	Española	Macho	43,39	57,72	87,72	112,63	98,41	13,14	7,39	24,92	2,40	6,16	32,99	40,30	64,06	56,14	41,67	41,83	25,89	11,84	9,78	405,35
51	Hquoyi_150717_Diving_Punta_Suarez_1	2017	Española	Hembra	39,86	52,73	81,50	105,30	89,71	12,16	6,60	23,83	1,94	4,32	37,51	39,34	66,39	57,10	44,09	41,66	25,96	10,97	13,17	438,15
52	Hquoyi_150717_Diving_Punta_Suarez_2	2017	Española	Macho	43,40	58,53	88,37	111,38	NA	12,14	6,49	23,07	1,89	3,66	39,72	44,61	NA	69,22	56,41	56,29	35,76	13,64	15,07	451,23
53	Hquoyi_150717_Diving_Punta_Suarez_3	2017	Española	Macho	37,79	50,23	76,73	103,03	85,67	10,94	5,69	26,27	NA	3,99	37,25	40,18	66,95	62,42	46,43	48,32	31,01	13,38	11,61	433,33
54	Hquoyi_080816_Bot_1	2016	Floreana	Hembra	32,15	44,58	NA	NA	92,40	12,39	5,42	NA	NA	4,12	35,78	40,29	NA	54,49	43,37	43,97	28,23	13,39	11,11	451,10
55	Hquoyi_080816_Bot_3	2016	Floreana	Hembra	41,47	51,74	71,29	93,71	70,58	11,72	5,58	22,43	NA	3,48	37,17	39,73	NA	63,42	50,94	50,62	31,29	14,38	16,15	396,62
56	Hquoyi_171016_Tijeretas_1	2016	San Cristóbal	Hembra	37,05	48,82	74,81	95,84	77,49	11,06	6,59	20,98	NA	3,15	37,11	40,40	NA	66,76	48,55	46,41	30,96	13,21	13,09	375,40
57	Hquoyi_221016_Tijeretas_1	2016	San Cristóbal	Hembra	62,65	NA	116,11	144,33	115,02	10,30	5,36	28,27	NA	4,60	49,30	50,63	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	563,49
58	Hquoyi_281016_Tijeretas_1	2016	San Cristóbal	Hembra	47,81	64,10	103,77	127,31	111,48	14,73	6,03	23,51	3,12	6,44	52,02	53,52	NA	56,72	45,30	43,62	26,84	12,39	12,57	500,50
59	Hquoyi_150718_Manzanillo_Diving_1	2018	Española	Hembra	48,32	62,43	95,38	126,56	108,95	14,75	7,26	31,21	3,03	6,09	46,57	50,57	81,85	59,49	47,29	45,31	27,97	11,79	13,82	482,64
60	Hquoyi_150718_Manzanillo_Diving_2	2018	Española	Macho	50,82	64,01	97,08	129,75	109,27	13,78	8,16	32,66	2,18	4,50	40,13	44,74	73,36	57,11	44,76	47,35	29,28	15,45	12,52	495,22
61	Hquoyi_150718_Manzanillo_Diving_3	2018	Española	Macho	44,56	57,69	89,10	115,96	98,88	12,97	6,18	26,90	2,36	5,81	37,35	42,83	64,53	49,56	39,75	38,67	24,73	10,17	11,96	435,04
62	Hquoyi_230817_Tijeretas_1	2017	San Cristóbal	Hembra	31,78	43,06	66,20	91,17	71,25	11,28	7,12	25,01	6,70	3,69	33,61	35,04	NA	47,22	35,25	34,45	20,61	9,71	9,57	363,75
63	Hquoyi_230817_Tijeretas_2	2017	San Cristóbal	Hembra	48,95	64,50	99,43	134,14	103,75	15,58	7,88	34,76	2,28	5,03	45,81	50,25	85,84	67,87	53,90	53,60	32,24	12,45	15,54	516,63

Anexo C: Tabla de datos agrupados de caracteres morfológicos de *Heterodontus quoyi* por isla y por sexo.

N°	Medidas morfológicas	Medidas	Machos												Hembras											
			Floreana				Española				San Cristobal				Floreana				Española				San Cristobal			
			n	Mean	Min	Max	n	Mean	Min	Max	n	Mean	Min	Max	n	Mean	Min	Max	n	Mean	Min	Max	n	Mean	Min	Max
1	Longitud preorbital	POB	18	38,00	28,92	46,98	18	41,33	32,42	53,09					13	40,11	25,06	61,12	5	47,95	34,81	70,01	5	45,65	31,78	62,65
2	Longitud prespiracular	PSP	3	50,24	49,60	51,18	16	55,09	43,83	68,99					7	55,41	37,61	75,93	5	61,99	44,44	87,33	4	55,12	43,06	64,50
3	Longitud prebranquial	PG1	18	76,91	63,15	85,25	18	83,75	63,21	100,51					11	84,68	66,22	119,09	5	94,58	78,28	128,06	5	92,06	66,20	116,11
4	Longitud de la cabeza	HDL	17	99,86	81,05	116,73	17	110,00	88,30	129,80					11	109,14	87,07	156,27	5	127,20	105,30	174,50	5	118,56	91,17	144,33
5	Longitud prepectoral	PP1	18	82,94	63,30	102,81	16	92,26	71,43	109,97					13	86,75	61,82	133,25	5	111,13	89,71	153,57	5	95,80	71,25	115,02
6	Longitud del ojo	EYL	18	12,72	10,05	14,55	18	12,80	10,43	14,87					13	12,94	10,48	17,40	5	14,45	12,16	16,61	5	12,59	10,30	15,58
7	Altura del ojo	EYH	18	6,73	4,57	8,34	18	6,70	5,69	8,16					13	6,00	4,63	7,50	5	6,88	6,41	7,26	5	6,60	5,36	7,88
8	Longitud entre branquias	ING	17	22,97	17,89	32,11	17	26,28	17,90	32,66					11	24,46	19,37	37,21	4	32,30	23,83	46,43	5	26,51	20,98	34,76
9	Extensión máxima del espiráculo	SPL	2	2,64	2,63	2,64	15	2,26	0,74	3,19					5	3,62	1,67	5,82	3	2,82	1,94	3,48	3	4,03	2,28	6,70
10	Altura de Cresta	AC	18	3,52	2,22	5,48	18	4,32	2,80	6,16					13	3,95	2,51	6,35	5	5,49	2,43	8,56	5	4,58	3,15	6,44
11	Espacio interorbital	IOS	18	35,47	27,36	42,98	18	37,75	32,95	44,11					12	38,54	23,88	48,38	5	43,91	36,74	57,86	5	43,57	33,61	52,02
12	Anchura de la cresta de la cabeza	HCW	18	38,95	30,33	45,48	17	41,87	36,12	48,34					12	42,68	28,21	54,90	5	47,56	39,34	64,99	5	45,97	35,04	53,52
13	Anchura de la cabeza	HDW	8	58,21	46,83	64,21	11	66,68	56,80	78,76					4	66,63	55,38	83,53	5	78,43	66,12	107,13	1	85,84	85,84	85,84
14	Anchura del hocico	SW	16	46,67	18,31	56,47	17	54,61	41,26	69,22					12	57,20	45,02	87,33	5	67,86	51,93	113,82	4	59,64	47,22	67,87
15	Anchura de la boca	MOW	17	37,53	14,45	50,06	18	43,66	34,41	62,53					12	46,03	33,75	73,05	5	56,34	42,08	99,71	4	45,75	35,25	53,90
16	Anchura de las narinas	HANW	17	37,42	14,58	44,86	18	44,57	32,43	65,45					12	44,11	34,27	66,35	5	52,85	41,37	86,28	4	44,52	34,45	53,60
17	Espacio internasal	INW	17	22,77	9,31	27,70	18	28,16	20,95	40,94					12	26,77	20,38	40,07	5	32,79	25,03	54,18	4	27,66	20,61	32,24
18	Longitud del surco labial superior	ULA	17	10,29	3,88	12,97	18	12,23	8,79	15,96					12	11,34	7,62	15,83	5	13,57	10,91	20,27	4	11,94	9,71	13,21
19	Longitud del surco labial inferior	LLA	17	12,00	3,72	43,40	18	11,95	9,24	17,18					12	12,68	9,71	17,92	5	16,33	11,53	29,50	4	12,69	9,57	15,54
20	Longitud furcal	FL	18	375,80	122	451,40	18	430,50	354,60	495,20					13	429,30	338,80	555,60	5	480,80	423,10	604,10	5	464,00	363,80	563,50

Anexo D: Tabla de datos normalizados por Longitud furcal (FL) de medidas morfométricas de la estructura cefálica de *Heterodontus quoyi*.

					Vista Lateral (mm)										Vista dorsal (mm)			Vista ventral (mm)					
N°	Código del individuo	Año	Isla	Sexo	POB	PSP	PG1	HDL	PP1	EYL	EYH	ING	SPL	AC	IOS	HCW	HDW	SW	MOW	HANW	INW	ULA	LLA
1	Hquoyi_080817_Botella_1	2017	Floreana	Macho	0,088	NA	0,187	0,241	0,192	0,030	0,016	0,054	NA	0,013	0,089	0,095	NA	0,110	0,085	0,093	0,059	0,027	0,023
2	Hquoyi_080817_Botella_2	2017	Floreana	Macho	0,098	NA	0,186	0,249	0,199	0,032	0,019	0,063	NA	0,008	0,097	0,099	NA	0,117	0,101	0,097	0,058	0,027	0,029
3	Hquoyi_080817_Botella_3	2017	Floreana	Macho	0,093	0,127	0,187	0,240	0,210	0,030	0,017	0,053	NA	0,009	0,086	0,094	0,144	0,110	0,093	0,091	0,055	0,025	0,110
4	Hquoyi_080817_Diving_PtoVelascolbarra_1	2017	Floreana	Macho	0,096	NA	0,206	0,269	0,222	0,037	0,022	0,064	NA	0,009	0,094	0,102	0,162	0,136	0,109	0,114	0,071	0,033	0,034
5	Hquoyi_080817_Diving_PtoVelascolbarra_2	2017	Floreana	Macho	0,099	0,133	0,201	0,253	0,210	0,032	0,019	0,051	0,007	0,008	0,094	0,102	0,165	0,049	0,039	0,039	0,025	0,010	0,010
6	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_6	2017	Floreana	Hembra	0,074	0,111	NA	NA	0,182	0,035	0,016	NA	0,009	0,007	0,070	0,083	NA	0,133	0,100	0,101	0,065	0,024	0,029
7	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_7	2017	Floreana	Hembra	0,097	NA	0,189	0,249	0,204	0,028	0,012	0,060	NA	0,009	0,093	0,103	NA	0,122	0,101	0,094	0,054	0,020	0,025
8	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_8	2017	Floreana	Macho	0,100	NA	0,194	0,244	0,190	0,032	0,015	0,050	NA	0,006	0,091	0,098	NA	0,125	0,103	0,102	0,060	0,025	0,028
9	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_9	2017	Floreana	Macho	0,096	NA	0,208	0,269	0,213	0,037	0,018	0,061	NA	0,011	0,094	0,107	0,154	0,135	0,109	0,110	0,069	0,028	0,028
10	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_10	2017	Floreana	Macho	0,099	NA	0,202	0,248	0,207	0,031	0,018	0,046	NA	0,006	0,079	0,091	NA	NA	0,082	0,088	0,050	0,026	0,023
11	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_Dive1_1	2017	Floreana	Macho	0,094	NA	0,188	0,261	0,223	0,034	0,014	0,073	NA	0,011	0,091	0,101	0,141	0,124	0,099	0,099	0,059	0,028	0,021
12	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_Dive1_2	2017	Floreana	Macho	0,094	NA	0,192	0,244	0,217	0,033	0,017	0,053	NA	0,007	0,084	0,097	NA	0,123	0,093	0,100	0,060	0,026	0,022
13	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_Dive1_3	2017	Floreana	Macho	0,096	NA	0,187	0,259	0,228	0,032	0,017	0,071	NA	0,006	0,095	0,101	NA	0,120	0,106	0,099	0,061	0,029	0,026
14	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_Dive1_4	2017	Floreana	Macho	0,097	NA	0,192	NA	0,200	0,029	0,016	NA	NA	0,012	0,096	0,101	NA	0,123	0,099	0,097	0,059	0,031	0,025
15	Hquoyi_090817_Diving_PtoVelascolbarra_Dive2_1	2017	Floreana	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
16	Hquoyi_090817_Snorkel_Loberia_Floreana_1	2017	Floreana	Macho	0,096	NA	0,206	0,267	0,220	0,036	0,018	0,062	NA	0,009	0,085	0,096	NA	0,133	0,100	0,100	0,062	0,029	0,028
17	Hquoyi_100817_Botella_Dive1_1	2017	Floreana	Macho	0,099	NA	0,200	0,259	0,208	0,032	0,018	0,059	NA	0,010	0,085	0,096	0,148	0,116	0,093	0,093	0,058	0,025	0,023
18	Hquoyi_100817_Botella_Dive1_2	2017	Floreana	Hembra	0,101	NA	0,198	0,245	0,183	0,030	0,012	0,047	NA	0,008	0,084	0,098	NA	0,118	0,093	0,093	0,056	0,023	0,025
19	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive2_1	2017	Floreana	Macho	0,090	NA	0,196	0,251	0,216	0,031	0,017	0,055	NA	0,009	0,085	0,094	NA	0,125	0,090	0,094	0,057	0,025	0,024
20	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive2_2	2017	Floreana	Hembra	0,094	NA	0,198	0,249	0,208	0,031	0,014	0,051	NA	0,009	0,097	0,105	NA	0,128	0,103	0,099	0,057	0,025	0,028
21	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive2_3	2017	Floreana	Macho	0,099	NA	0,202	0,259	0,199	0,034	0,020	0,057	NA	0,009	0,094	0,106	0,147	0,125	0,107	0,099	0,058	0,024	0,028
22	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive3_1	2017	Floreana	Hembra	0,106	0,147	0,206	0,261	0,211	0,029	0,015	0,055	0,011	0,010	0,093	0,100	NA	0,129	0,109	0,101	0,063	0,028	0,029
23	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive3_2	2017	Floreana	Hembra	0,082	NA	0,179	0,235	0,188	0,028	0,013	0,056	NA	0,008	0,097	0,107	0,176	0,134	0,109	0,106	0,066	0,028	0,031
24	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive3_3	2017	Floreana	Hembra	0,089	NA	0,189	0,247	0,209	0,028	0,015	0,058	NA	0,011	0,086	0,098	0,151	0,127	0,096	0,091	0,049	0,024	0,028
25	Hquoyi_100817_PtoVelascolbarra_Dive3_4	2017	Floreana	Hembra	0,091	NA	0,180	0,246	0,203	0,032	0,018	0,065	NA	0,010	NA	NA	NA	0,122	0,098	0,095	0,059	0,024	0,033
26	Hquoyi_130917_Botella_1	2017	Floreana	Macho	0,096	0,128	0,198	0,261	0,224	0,031	0,018	0,059	0,007	0,008	0,094	0,102	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
27	Hquoyi_130917_Botella_2	2017	Floreana	Hembra	0,084	0,121	0,188	0,238	0,193	0,033	0,018	0,050	0,006	0,008	0,094	0,101	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
29	Hquoyi_130917_PtoVelascolbarra_2	2017	Floreana	Hembra	0,110	0,137	0,214	0,281	0,240	0,031	0,012	0,067	0,010	0,011	0,087	0,099	0,150	0,157	0,131	0,119	0,072	0,028	0,032
30	Hquoyi_130917_PtoVelascolbarra_3	2017	Floreana	Hembra	0,100	0,135	0,205	0,254	0,200	0,030	0,013	0,049	0,004	0,009	0,094	0,101	0,141	0,140	0,110	0,101	0,064	0,025	0,028
31	Hquoyi_030717_Punta_Suarez_1	2017	Española	Hembra	0,103	0,138	0,197	0,271	0,246	0,034	0,016	NA	NA	0,005	0,081	0,089	0,155	0,125	0,107	0,109	0,068	0,031	0,030
32	Hquoyi_030717_Punta_Suarez_2	2017	Española	Macho	0,091	0,121	0,191	NA	NA	0,029	0,017	NA	0,007	0,012	0,085	0,094	NA	NA	0,142	0,149	0,093	0,036	0,038
33	Hquoyi_030717_Punta_Suarez_3	2017	Española	Macho	0,097	0,128	0,201	0,259	0,222	0,026	0,015	0,058	0,007	0,008	0,090	0,101	NA	0,142	0,114	0,120	0,070	0,034	0,030
34	Hquoyi_030717_Punta_Suarez_4	2017	Española	Hembra	0,116	0,145	0,212	0,289	0,254	0,027	0,011	0,077	0,006	0,014	0,096	0,108	0,177	0,188	0,165	0,143	0,090	0,034	0,049

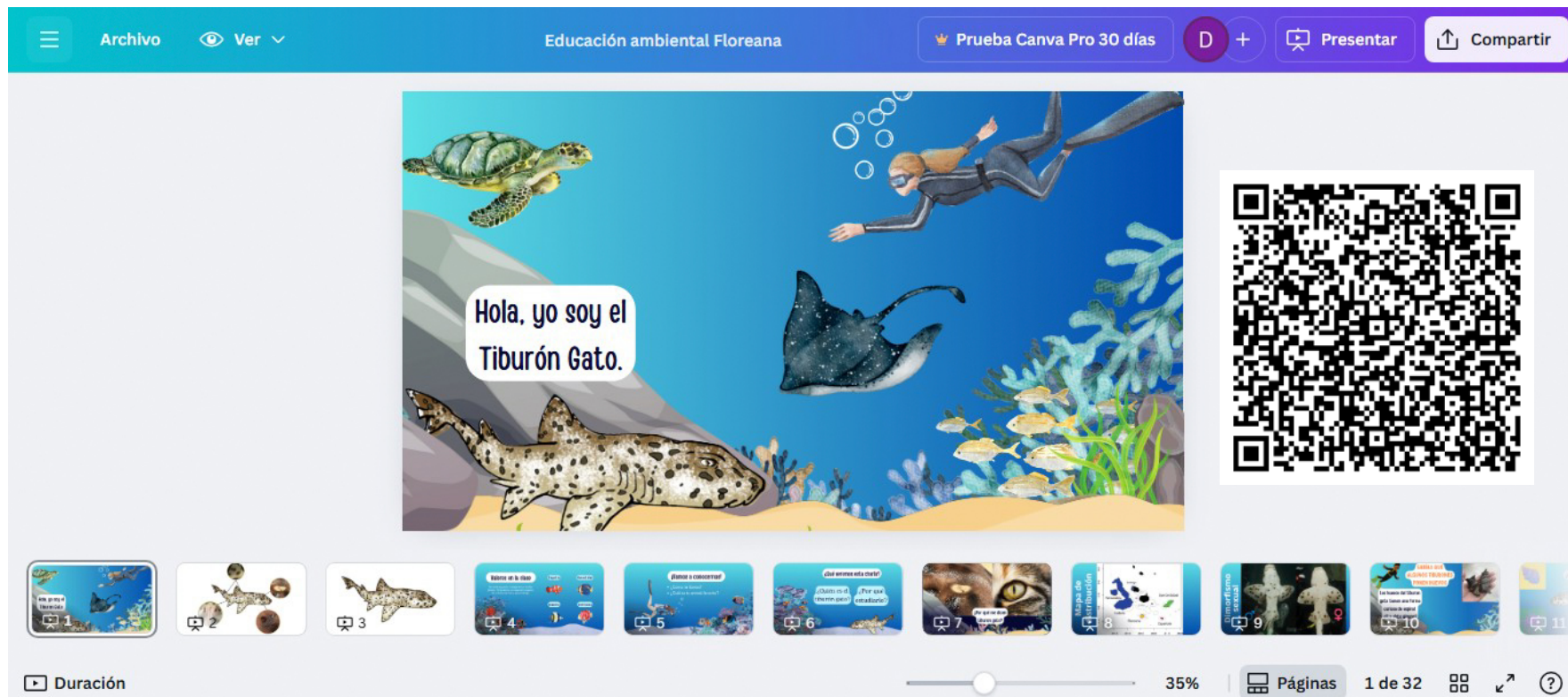
Anexo D: continuación

35	Hquoyi_030717_Punta_Suarez_5	2017	Española	Hembra	0,082	0,105	0,185	0,251	0,216	0,031	0,015	0,065	NA	0,014	0,097	0,100	0,156	0,123	0,099	0,098	0,059	0,026	0,027
36	Hquoyi_160717_Diving_Manzanillo_1	2017	Española	Macho	0,102	NA	0,190	0,255	0,196	0,032	0,015	0,065	NA	0,009	0,091	0,101	NA	0,110	0,089	0,090	0,056	0,024	0,026
37	Hquoyi_160717_Diving_Manzanillo_2	2017	Española	Macho	0,107	0,140	0,203	0,252	0,197	0,030	0,014	0,049	0,006	0,010	0,088	NA	0,143	0,138	0,117	0,110	0,070	0,030	0,035
38	Hquoyi_160717_Diving_Manzanillo_3	2017	Española	Hembra	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
39	Hquoyi_160717_Diving_Manzanillo_4	2017	Española	Macho	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
40	Hquoyi_160717_Diving_Manzanillo_5	2017	Española	Macho	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
41	Hquoyi_150717_Snorkel_Manzanillo_1	2017	Española	Macho	0,089	0,120	0,176	0,238	0,186	0,030	0,016	0,062	0,006	0,007	0,086	0,099	0,165	0,131	0,089	0,099	0,062	0,030	0,024
42	Hquoyi_150717_Snorkel_Manzanillo_2	2017	Española	Macho	0,093	0,126	0,192	0,266	0,221	0,032	0,018	0,073	0,004	0,012	0,090	0,103	NA	0,129	0,105	0,103	0,066	0,027	0,032
43	Hquoyi_150717_Snorkel_Manzanillo_3	2017	Española	Macho	0,089	NA	0,198	0,264	0,228	0,035	0,017	0,066	NA	0,010	0,085	0,104	NA	0,106	0,089	0,084	0,054	0,023	0,027
44	Hquoyi_150717_Snorkel_Manzanillo_4	2017	Española	Macho	0,091	0,124	0,204	0,255	0,225	0,031	0,017	0,050	0,005	0,010	0,096	0,102	0,160	0,144	0,103	0,105	0,070	0,026	0,029
45	Hquoyi_150717_Snorkel_Manzanillo_5	2017	Española	Macho	0,099	0,129	0,192	0,253	0,210	0,030	0,015	0,061	0,002	0,009	0,084	0,097	NA	0,127	0,095	0,102	0,066	0,033	0,024
46	Hquoyi_160717_Snorkel_Manzanillo_1	2017	Española	Macho	0,084	0,122	0,162	0,226	0,183	0,027	0,016	0,064	0,005	0,008	0,087	0,095	0,147	0,143	0,105	0,110	0,070	0,029	0,025
47	Hquoyi_160717_Snorkel_Manzanillo_2	2017	Española	Macho	0,099	0,135	0,202	0,264	0,222	0,028	0,017	0,062	0,008	0,012	0,089	0,095	0,160	0,125	0,094	0,101	0,065	0,028	0,024
48	Hquoyi_160717_Snorkel_Manzanillo_3	2017	Española	Macho	0,093	0,123	0,202	0,262	0,235	0,031	0,013	0,061	0,005	0,010	0,095	0,098	0,169	0,102	0,076	0,082	0,052	0,026	0,020
49	Hquoyi_160717_Snorkel_Manzanillo_4	2017	Española	Macho	0,092	0,122	0,196	0,263	0,230	0,031	0,016	0,067	0,004	0,010	0,090	0,101	0,159	0,103	0,088	0,085	0,054	0,021	0,026
50	Hquoyi_160717_Snorkel_Manzanillo_5_Recap150718	2017	Española	Macho	0,107	0,142	0,216	0,278	0,243	0,032	0,018	0,061	0,006	0,015	0,081	0,099	0,158	0,138	0,103	0,103	0,064	0,029	0,024
51	Hquoyi_150717_Diving_Punta_Suarez_1	2017	Española	Hembra	0,091	0,120	0,186	0,240	0,205	0,028	0,015	0,054	0,004	0,010	0,086	0,090	0,152	0,130	0,101	0,095	0,059	0,025	0,030
52	Hquoyi_150717_Diving_Punta_Suarez_2	2017	Española	Macho	0,096	0,130	0,196	0,247	NA	0,027	0,014	0,051	0,004	0,008	0,088	0,099	NA	0,153	0,125	0,125	0,079	0,030	0,033
53	Hquoyi_150717_Diving_Punta_Suarez_3	2017	Española	Macho	0,087	0,116	0,177	0,238	0,198	0,025	0,013	0,061	NA	0,009	0,086	0,093	0,155	0,144	0,107	0,112	0,072	0,031	0,027
54	Hquoyi_080816_Bot_1	2016	Floreana	Hembra	0,071	0,099	NA	NA	0,205	0,027	0,012	NA	NA	0,009	0,079	0,089	NA	0,121	0,096	0,097	0,063	0,030	0,025
55	Hquoyi_080816_Bot_3	2016	Floreana	Hembra	0,105	0,130	0,180	0,236	0,178	0,030	0,014	0,057	NA	0,009	0,094	0,100	NA	0,160	0,128	0,128	0,079	0,036	0,041
56	Hquoyi_171016_Tijeretas_1	2016	San Cristóbal	Hembra	0,099	0,130	0,199	0,255	0,206	0,029	0,018	0,056	NA	0,008	0,099	0,108	NA	0,178	0,129	0,124	0,082	0,035	0,035
57	Hquoyi_221016_Tijeretas_1	2016	San Cristóbal	Hembra	0,111	NA	0,206	0,256	0,204	0,018	0,010	0,050	NA	0,008	0,087	0,090	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
58	Hquoyi_281016_Tijeretas_1	2016	San Cristóbal	Hembra	0,096	0,128	0,207	0,254	0,223	0,029	0,012	0,047	0,006	0,013	0,104	0,107	NA	0,113	0,091	0,087	0,054	0,025	0,025
59	Hquoyi_150718_Manzanillo_Diving_1	2018	Española	Hembra	0,100	0,129	0,198	0,262	0,226	0,031	0,015	0,065	0,006	0,013	0,096	0,105	0,170	0,123	0,098	0,094	0,058	0,024	0,029
60	Hquoyi_150718_Manzanillo_Diving_2	2018	Española	Macho	0,103	0,129	0,196	0,262	0,221	0,028	0,016	0,066	0,004	0,009	0,081	0,090	0,148	0,115	0,090	0,096	0,059	0,031	0,025
61	Hquoyi_150718_Manzanillo_Diving_3	2018	Española	Macho	0,102	0,133	0,205	0,267	0,227	0,030	0,014	0,062	0,005	0,013	0,086	0,098	0,148	0,114	0,091	0,089	0,057	0,023	0,027
62	Hquoyi_230817_Tijeretas_1	2017	San Cristóbal	Hembra	0,087	0,118	0,182	0,251	0,196	0,031	0,020	0,069	0,018	0,010	0,092	0,096	NA	0,130	0,097	0,095	0,057	0,027	0,026
63	Hquoyi_230817_Tijeretas_2	2017	San Cristóbal	Hembra	0,095	0,125	0,192	0,260	0,201	0,030	0,015	0,067	0,004	0,010	0,089	0,097	0,166	0,131	0,104	0,104	0,062	0,024	0,030

Anexo F: Presentacion en Canvas sobre el tiburón gato de Galápagos.

La presentación se puede visualizar entrando al siguiente enlace:

https://www.canva.com/design/DAGoBaUBxsw/h3j3kCXGPawkOenxTbVcFQ/view?utm_content=DAGoBaUBxsw&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=uniqueLinks&utm_id=h4dfa3d9be2



Autores: Sofía León, Dagfin Sotomayor y María José Erazo Pazmiño.

Anexo G: Infografía sobre el tiburón gato de Galápagos.

Tiburón Gato

Heterodontus quoyi

¿Por qué estudiarlo?

Es fundamental construir una base sólida sobre esta especie, incluyendo información específica. Además, puede aportar datos valiosos sobre la biodiversidad marina y los efectos de los cambios ambientales.

¿Por qué lo llaman tiburón Gato?

Tienen ojos alargados y brillantes, similares a los de un gato, que reflejan la luz. Este rasgo es útil en las aguas profundas y oscuras donde viven, facilitando su visión para cazar y sobrevivir.

Descripción física / Tamaño

Es un elasmobranquio que alcanza hasta 1.07 m. Habita en aguas superficiales del fondo marino, donde puede permanecer inmóvil. Su piel marrón grisácea con grandes manchas oscuras es única en cada individuo, como una huella digital. Posee una espina corta frente a cada aleta dorsal.



¿Cómo son sus huevos?

Están envueltos en cápsulas espirales de hasta 13 cm, que les protegen en el fondo marino y se adhieren a superficies duras como el fondo rocoso.



Dimorfismo sexual

Los machos tienen claspers con ganchos en las aletas pélvicas, estructuras utilizadas en la reproducción.

Macho



Hembra



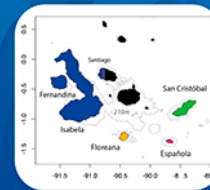
Distribución

Habita en el Pacífico Oriental, desde el sur de Chile hasta Perú, y en las Islas Galápagos. Se lo observa en las islas occidentales del archipiélago, como San Cristóbal, Isabela, Fernandina, Floreana y Española, donde hay corrientes frías y de afloramiento.

Áreas: Barrancos zonas rocosas y arenosas

Temperatura: 16° -19° de temperatura del mar

Profundidad: 12 – 40 metros



Cada color representa poblaciones genéticamente aisladas. (El color negro son poblaciones no estudiadas)

Amenazas

Su población puede verse afectada por la pesca y fenómenos naturales. Vive en zonas con corrientes frías, lo que lo hace vulnerable al cambio climático.



Estado de conservación

Está catalogado como preocupación menor (LC) en la Lista Roja de la UICN, pero su biología y ecología son poco conocidas. La población de Galápagos ha sido poco estudiada, lo que podría implicar desafíos distintos frente a otras regiones.



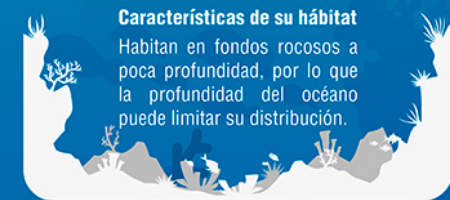
Dieta

Aún no hay estudios sobre su dieta, pero se cree que se alimenta de pequeños crustáceos y moluscos, como cangrejos e invertebrados bentónicos.



Características de su hábitat

Habitan en fondos rocosos a poca profundidad, por lo que la profundidad del océano puede limitar su distribución.



¿Con qué especies conviven?

Comparten su hábitat con una variedad de especies marinas, incluyendo peces de arrecife, crustáceos y otros tiburones pequeños.

Datos curiosos

Está protegida por la Dirección del Parque Nacional Galápagos, que gestiona su manejo en todo el territorio del Parque y la Reserva Marina de Galápagos.