

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

**Ciencia ciudadana refina la distribución geográfica del tiburón
gato (*Heterodontus quoyi*) en la Reserva Marina de Galápagos**

MATHIAS ISAAC ULLOA CALDERON

Gestión Ambiental

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

Puerto Baquerizo Moreno, 20 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

**Ciencia ciudadana refina la distribución geográfica del tiburón gato
(*Heterodontus quoyi*) en la Reserva Marina de Galápagos.**

Nombre del profesor, Título académico

Diana Pazmiño, Ph.D.

Maximilian Hirschfeld, Ph.D.

Diego Ortiz, Ph.D.

Puerto Baquerizo Moreno, 20 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: Mathias Isaac Ulloa Calderón

Código: 00213922

Cédula de identidad: 1719592436

Lugar y fecha: Puerto Baquerizo Moreno, 20 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UNPUBLISHED DOCUMENT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>.

I.RESUMEN

La falta de información geográfica del tiburón gato de Galápagos (*Heterodontus quoyi*) presenta un problema en el planteamiento de estrategias de conservación y planes de manejo en la Reserva Marina Galápagos. El presente estudio proporciona información actualizada sobre su distribución geográfica mediante la recopilación de registros de los últimos 10 años a través de ciencia ciudadana y bases de datos. Como parte de este trabajo, se realizó la recolección de información de ciencia ciudadana mediante encuestas cerradas dirigidas a guías buzos, guías naturalistas y científicos entre el 1 de agosto de 2023 y el 15 de octubre de 2024 (14 meses) dando como resultado $n = 21$ registros. Esta información se combinó con tres bases de datos. Una proveniente de encuestas no estructuradas ($n = 65$) y la segunda a través del sitio web 'bullhead.org' ($n = 26$). La tercera fue una base de datos adquirida a través de la plataforma Global Biodiversity Information Facility con $n = 185$ registros, provenientes de la Fundación Charles Darwin ($n = 163$) y iNaturalist ($n = 22$). La información sobre los avistamientos se presenta en mapas actualizados de distribución de la especie con un total de $n = 297$ registros. Los resultados revelaron una mayor frecuencia de observaciones de *H. quoyi* en las islas Isabela ($n = 137$), seguida por Fernandina ($n = 86$), Floreana ($n = 31$) y San Cristóbal ($n = 28$). Estas áreas están influenciadas predominantemente por corrientes de agua frías: corriente costera de Humboldt y corriente subsuperficial de Cromwell, lo que podría explicar la concentración de registros en estas zonas por mayor presencia de nutriente y alimento. Este estudio avanza el conocimiento sobre la distribución y abundancia de la especie en la Reserva Marina de Galápagos, lo cual es crucial para plantear futuros proyectos de investigación, conservación y turismo sustentable.

Palabras clave: Distribución, ciencia ciudadana, tiburón gato, *Heterodontus quoyi*, Galápagos.

II.ABSTRACT

The lack of geographic information on the Galapagos catshark (*Heterodontus quoyi*) presents a challenge for developing conservation strategies and management plans in the Galapagos Marine Reserve. This study provides updated information on its geographic distribution by collecting records from the last 10 years through citizen science and databases. As part of this work, citizen science data were collected through closed surveys addressed to dive guides, naturalist guides, and scientists between August 1, 2023, and October 15, 2024 (14 months), resulting in $n = 21$ records. This information was combined with three databases: one from unstructured surveys ($n = 65$) and the second through the website 'bullhead.org' ($n = 26$). The third was a database acquired through the Global Biodiversity Information Facility platform with $n = 185$ records, from the Charles Darwin Foundation ($n = 163$) and iNaturalist ($n = 22$). Sighting information is presented in updated species distribution maps with a total of $n = 297$ records. The results revealed a higher frequency of *H. quoyi* observations on Isabela Islands ($n = 137$), followed by Fernandina ($n = 86$), Floreana ($n = 31$), and San Cristóbal ($n = 28$). These areas are predominantly influenced by cold water currents: the Humboldt Coastal Current and the Cromwell Subsurface Current, which could explain the concentration of records in these areas due to the greater presence of nutrients and food. This study advances knowledge about the distribution and abundance of the species in the Galapagos Marine Reserve, which is crucial for planning future research, conservation, and sustainable tourism projects.

Keywords: Distribution, citizen science, bullhead shark, *Heterodontus quoyi*, Galápagos.

CONTENIDO

I. RESUMEN	2
II. ABSTRACT	3
III. INTRODUCCIÓN	7
IV. OBJETIVOS	10
V. METODOLOGÍA	11
VI. RESULTADOS	14
VII. DISCUSIÓN	25
VIII. CONSERVACIÓN Y GESTIÓN	28
IX. ANEXO	30
X. BIBLIOGRAFÍA	34

CONTENIDO ILUSTRATIVO

TABLA 1: REGISTROS DE <i>HETERODONTUS QUOYI</i> PROVENIENTES DE ENCUESTAS CERRADAS DE CIENCIA CIUDADANA (2023–2024), MOSTRANDO LA DISTRIBUCIÓN DE REGISTROS POR PROFESIÓN DEL INFORMANTE E ISLA DE PROCEDENCIA.	16
FIGURA 1: PREFERENCIA DE HÁBITAT DE <i>HETERODONTUS QUOYI</i> OBTENIDOS DE OBSERVACIONES EN SITIOS DE ISABELA (A), FERNANDINA (B) Y SAN CRISTÓBAL (C), LA CONCENTRACIÓN DE AVISTAMIENTOS EN CADA SITIO REPRESENTADA EN UN HEATMAP.	16
TABLA 2: EL NÚMERO DE AVISTAMIENTOS DE <i>H. QUOYI</i> DETALLADOS POR ACTIVIDAD ACUÁTICA Y POR FUENTE DATOS EN ESTE ESTUDIO.	17
FIGURA 2: MAPA CON LA DISTRIBUCIÓN ACTUALIZADA DE <i>H. QUOYI</i> . (A) CATEGORIZACIÓN DE ISLAS POR NÚMERO DE OBSERVACIONES. (B) CORRELACIÓN DE SITIOS DE VISITA CON AVISTAMIENTOS. (C) MAPA DE CALOR DEL NÚMERO DE REGISTROS DE <i>HETERODONTUS QUOYI</i> EN LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS ...	18
FIGURA 3: REPRESENTACIÓN DEL NÚMERO DE AVISTAMIENTOS POR TEMPORADAS, CORRIENTES CÁLIDAS (ROJO) Y CORRIENTES FRÍAS (CELESTE).	19
FIGURA 4: ISLA ISABELA MOSTRANDO LA DISTRIBUCIÓN DE <i>HETERODONTUS QUOYI</i> A TRAVÉS DE LA VISUALIZACIÓN DE LOCALIDADES (PUNTOS NARANJAS) Y MAPAS DE CALOR (COLORES CÁLIDOS DESCRIBEN UNA MAYOR ABUNDANCIA DE REGISTROS). SE MUESTRAN EN DETALLE LOS SITIOS CON MAYOR NÚMERO DE OBSERVACIONES JUNTO CON LA FUENTE DE REPORTE CIENCIA Y CIENCIA CIUDADANA	20
FIGURA 5: ISLA FERNANDINA MOSTRANDO LA DISTRIBUCIÓN DE <i>HETERODONTUS QUOYI</i> A TRAVÉS DE LA VISUALIZACIÓN DE LOCALIDADES (PUNTOS NARANJAS) Y MAPAS DE CALOR (COLORES CÁLIDOS DESCRIBEN UNA MAYOR ABUNDANCIA DE REGISTROS). SE MUESTRAN EN DETALLE LOS SITIOS CON MAYOR NÚMERO DE OBSERVACIONES JUNTO CON LA FUENTE DE REPORTE CIENCIA Y CIENCIA CIUDADANA	21
FIGURA 6: ISLA FLOREANA MOSTRANDO LA DISTRIBUCIÓN DE <i>HETERODONTUS QUOYI</i> A TRAVÉS DE LA VISUALIZACIÓN DE LOCALIDADES (PUNTOS NARANJAS) Y MAPAS DE CALOR (COLORES CÁLIDOS DESCRIBEN UNA MAYOR ABUNDANCIA DE REGISTROS).	22
FIGURA 8: REPRESENTACIÓN DE SITIOS CON MENOR NÚMERO DE AVISTAMIENTOS DE <i>HETERODONTUS QUOYI</i> EN LAS ISLAS GALÁPAGOS.	24
ANEXO 1: GENÉTICA DE POBLACIONES DE TIBURONES GATO (<i>HETERODONTUS QUOYI</i>) MUESTREADOS EN LAS ISLAS ESPAÑOLA, SAN CRISTÓBAL, FLOREANA, Y EL ARCHIPIÉLAGO OCCIDENTAL INCLUYENDO PARTE SANTIAGO (TOMADO DE HIRSCHFELD ET AL. 2023). LA MEJOR PARTICIÓN (B) REVELÓ CUATRO POBLACIONES	

ANCESTRALES DISTINTAS, CON SU CORRESPONDIENTE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA (D), Y UN ESCENARIO HIPOTÉTICO DE DIVERGENCIA DE LAS POBLACIONES DE ACUERDO A LA HISTORIA GEOLÓGICA DEL ARCHIPIÉLAGO (E)	30
ANEXO 2: ENCUESTA DISTRIBUIDA A GRUPOS DE WHATSAPP DURANTE EL AÑO 2023 AL 2024 PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN DE OBSERVACIONES DE <i>HETERODONTUS QUOYI</i> MEDIANTE CIENCIA CIUDADANA.	31
ANEXO 3: REPRESENTACIÓN DEL NÚMERO DE REGISTROS VALIDADOS DE <i>HETERODONTUS QUOYI</i> . LAS FUENTES DE DATOS SE ENCUENTRAN CLASIFICAS EN REGISTROS CIENTÍFICOS Y CIENCIA CIUDADANA.	32
ANEXO 4: BIORREGIONES MARINAS DE LAS ISLAS GALÁPAGOS. TOMADO DE ARCGIS GALÁPAGOS.	33

III. INTRODUCCIÓN

La distribución de las especies comprende la interacción de factores históricos y contemporáneos. Generar conocimiento sobre la distribución de una especie y su uso de hábitat provee elementos clave para su conservación (Karp, y otros, 2025). Los factores contemporáneos comprenden las interacciones con su ambiente (variables ambientales) y con otras especies (relaciones ecológicas). Identificar los factores ambientales que determinan su presencia en determinadas áreas es clave para la toma de decisiones enfocadas en la conservación y gestión de los ecosistemas (Zurell, König, Malchow, & Kapitza, 2022). Además, conocer la distribución espacial de una especie no solo contribuye a su protección directa, sino también a la de otras especies que podrían verse afectadas por su pérdida (Espinoza, Munroe, Clarke, Fisk, & Wehrtmann, 2015).

La participación ciudadana en la ciencia ha sido una herramienta clave desde el siglo XIX y continúa siendo relevante en la actualidad para el desarrollo de investigaciones científicas (Susana & Fischnaller, 2014). Más recientemente, la ciencia ciudadana ha demostrado tener un impacto significativo en la gestión de los recursos naturales y en la formulación de políticas públicas orientadas a la conservación ambiental (Duncan, 2015), contribuyendo especialmente al conocimiento de la distribución de especies raras y poco estudiadas. Al emplear a la comunidad local e incrementar el alcance de búsqueda y recopilación de información, el uso de la ciencia ciudadana se ha convertido en una herramienta invaluable para acelerar la identificación de especies de manera eficaz, así como para recopilar información sobre su abundancia y distribución (Tello, 2018). Esto a su vez, es crítico en organismos como los tiburones en las islas Galápagos, donde no se conoce mucho sobre ciertas especies, y donde la literatura sugiere una reducción en su abundancia (Zarate, 2002).

El tiburón gato de Galápagos *Heterodontus quoyi* (Fréminville, 1840) es una especie de pequeño tamaño (máximo de 105 cm en longitud total, LT) (Kanagusuku, 2022), distribuida en el Pacífico Sudeste, específicamente en Perú y en el archipiélago de Galápagos (Acuña Marrero, y otros, 2018). En Galápagos, presenta una distribución en las biorregiones del sur, sureste y oeste, teniendo poca presencia en el centro del archipiélago, y no existen registros en el norte, donde predominan aguas más cálidas influenciadas por la Corriente de Panamá (Edgar, Banks, Fariña, Calvopiña, & Martinez, 2004; Hearn & Peñaherrera, 2014). Se ha observado estructuración genética en Galápagos donde poblaciones distintas se encuentran en Floreana, Española y San Cristóbal; mientras que existe flujo genético entre individuos de Isabela y Fernandina que representan otra población (islas occidentales) (Hirschfeld, Barnett, Sheaves, & Dudgeon, 2023) (anexo 1). Aunque la literatura científica sobre la biología de *H. quoyi* es limitada, se presume que, como otras especies del género *Heterodontus*, presenta reproducción ovípara, crecimiento lento, madurez sexual tardía y un ciclo de vida prolongado (Galván Magaña , y otros, 2019). Debido a su comportamiento dócil, su hábito bentónico y nocturno, su escasa movilidad, su preferencia por hábitats rocosos y su presencia en zonas protegidas, la interacción de esta especie con actividades de pesca es limitada. Aunque puede ser capturado incidentalmente por pesquerías artesanales sobre todo en Perú, donde generalmente es descartado (Zimmerhackel, Schuhbauer, Usseglio, Heel, & Salinas-de-Leon, 2015). Actualmente, *H. quoyi* está clasificado como especie de preocupación menor (IUCN, 2020).

En el caso de especies poco conocidas, la carencia de información también puede llevar a la indiferencia y al desconocimiento por parte de la sociedad local, reduciendo así la probabilidad de tomar medidas efectivas para proteger las especies (Cisneros-Heredia, 2010). Cuando no se comprende a fondo a una especie y su ecosistema, esta se

torna más vulnerable a eventos impredecibles como desastres naturales o cambio climático, que pueden tener un impacto devastador en su población y guiar a extinciones desapercibidas (Agencia CyTA, 2015). El desconocimiento y la falta de datos acerca de *H. quoyi* pone en riesgo su supervivencia al limitar nuestra capacidad para comprender y abordar eficazmente las amenazas que enfrenta.

En las últimas décadas se han registrado avistamientos ocasionales del tiburón gato (*H. quoyi*) en distintas zonas del archipiélago de Galápagos. Estos datos están disponibles en la plataforma Global Biodiversity Information Facility (GBIF), una red internacional de acceso abierto que recopila información sobre biodiversidad (Global Biodiversity Information Facility, s.f.). Estos registros provienen principalmente de investigaciones realizadas por la Fundación Charles Darwin y de observaciones reportadas a través de iNaturalist, una plataforma de ciencia ciudadana que permite a cualquier persona documentar avistamientos de especies. Estos registros respaldan la existencia de poblaciones de la especie, particularmente en las zonas sur y oeste de la región de Galápagos (Acuña Marrero, y otros, 2018).

Desde 2015, se ha desarrollado un proyecto para estudiar al tiburón gato de Galápagos (*H. quoyi*), junto con otras dos especies de elasmobranquios: *Raja velezi* y *Torpedo peruana*. El enfoque del proyecto incluye el análisis de distribución, demografía, tamaño y conectividad poblacional (Hirschfeld, 2018). Gracias al apoyo de la ciencia ciudadana mediante entrevistas no estructuradas a pescadores y guías naturalistas, y a las actividades realizadas en el marco del proyecto, se ha registrado la presencia de *H. quoyi* en bahías asociadas a afloramientos de aguas frías en el centro-sureste y oeste del archipiélago, muchas de las cuales funcionan como áreas de crianza (ISRA Important Shark and Ray Areas) (Hirschfeld, y otros, 2024). La información contenida en estos

repositorios y documentos combinada con nuevos esfuerzos de recopilación es altamente valiosa para estudiar aspectos sobre la distribución de *H. quoyi*.

Este proyecto busca demostrar cómo la ciencia ciudadana puede contribuir significativamente en entender la distribución geográfica de una especie que cuenta con pocos estudios y limitada información. En este caso, se pretende aportar al conocimiento sobre los sitios con presencia de *H. quoyi* en la Reserva Marina de Galápagos, proporcionando además un registro del número de avistamientos por temporada. Este enfoque permitirá comprender mejor los factores ambientales que influyen en su detección, como la estacionalidad en relación con la temperatura del mar.

IV.OBJETIVOS

Objetivo General:

Determinar la distribución geográfica del tiburón gato (*Heterodontus quoyi*) en las islas Galápagos a través de recopilación de información obtenida mediante ciencia ciudadana y bases de datos científicos de la última década.

Objetivos Específicos:

1. Recolectar información de avistamientos de investigaciones y fuentes científicos.
2. Recolección de avistamientos de *H. quoyi* a través de ciencia ciudadana
3. Realizar mapas geográficos actualizados de la distribución de *H. quoyi* unificando los registros científicos y de ciencia ciudadana.

V.METODOLOGIA

Recopilación de datos

La recolección de datos de investigaciones y fuentes científicas utilizadas en este estudio se divide en tres fuentes principales. La primera corresponde a bases de datos generadas en el proyecto “Distribución, demografía, tamaño poblacional y conectividad de dos especies de la familia Heterodontidae, *Heterodontus quoyi* y *Heterodontus mexicanus* en las islas Galápagos” liderado por el investigador Maximilian Hirshfeld (2016). La segunda fuente proviene de la plataforma internacional GBIF (Global Biodiversity Information Facility). La tercera se compone de encuestas cerradas realizadas entre 2023 y 2024, específicamente diseñadas para este proyecto.

Bases de datos de Hirshfeld (2015-2022)

El primer conjunto de datos utilizados provino de la investigación realizada por Hirschfeld en 2016, enfocada en el seguimiento de actividades y registros de *Heterodontus quoyi*, recopilados en dos bases de datos. El primer subconjunto de registros fue obtenida a través de entrevistas no estructuradas realizadas en 2015 hasta el 2022. El segundo subconjunto proviene del sitio web de ciencia ciudadana www.bullheads.org, plataforma diseñada para que ciudadanos reportaran observaciones de *H. quoyi*. Cada registro incluye el sitio de observación georreferenciado, la fecha del avistamiento y evidencia visual (fotografías o videos) que validan la observación. En esta base de datos también se incluyeron avistamientos ocasionales provenientes de otros proyectos científicos.

Global Biodiversity Information Facility

El segundo conjunto de datos provino de la plataforma GBIF, a través de la cual se logró recolectar información georreferenciada de avistamientos de *H. quoyi* en las islas Galápagos. Estos registros fueron sometidos a un proceso de revisión para determinar su inclusión en este proyecto. Los parámetros establecidos para considerar un registro como válido fueron: procedencia del avistamiento (fuente) y concordancia los datos geográficos. Se utilizaron dos de las 10 fuentes que presentaba GBIF. iNaturalist, es una plataforma de ciencia ciudadana que permite a cualquier persona registrar y reportar avistamientos de diversas especies (iNaturalist contributors, 2025). La segunda fuente de datos es de la Fundación Charles Darwin, que recopila un amplio número de registros realizados por científicos en el marco de diversas investigaciones en Galápagos (Keith, Tirado, Banks, Bensted-Smith, & Jitala, 2024). Se revisó que los registros tuvieran fecha de la observación, y correspondencia entre el sitio reportado y sus coordenadas geográficas. En caso de que alguno de estos elementos no estuviera presente o fuera inconsistente, el registro fue descartado.

Proyecto ciencia ciudadana 2023-2024

Realicé encuestas cerradas desde el primero de agosto del 2023 hasta quince de octubre del 2024 (14 meses) para la recolección de avistamientos a través de ciencia ciudadana, utilizando la plataforma Google Forms, un software de administración de encuestas accesible y fácil de usar. Al ser encuestas de opciones establecidas permitió diseñar y distribuir los formularios con facilidad, posteriormente fueron enviados a grupos de WhatsApp conformados por guías naturalistas, guías buzos y científicos, donde los participantes podían registrar información sobre avistamientos recientes de esta especie.

La encuesta incluía preguntas clave para la clasificación de los datos, tales como el nombre del observador, la profesión, isla y sitio de avistamiento, la actividad realizada (snorkel o buceo), la profundidad (opcional), la fecha exacta de la observación. Además, la encuesta incluía la posibilidad de adjuntar material visual (fotografías o videos) que debía enviarse posteriormente vía WhatsApp. Además, se solicitaba la latitud y longitud del avistamiento (anexo 2). En el caso que el registro no tuviera coordenadas, realicé la georeferenciación del avistamiento con ayuda de Google Earth del sitio mencionado.

Unificación de datos

Luego se procedió a compilar los datos en dos categorías principales: “Ciencia Ciudadana” conformada por los registros de iNaturalist (de GBIF), bullhead.org, (Hirshfeld), y bases de datos de ciencia ciudadana 2015–2022 (Hirshfeld) y 2023–2024 (este estudio); y “Proyectos Científicos” conformada solo por registros de la Fundación Charles Darwin (de GBIF) (anexo 3).

Diseño del mapa geográfico

Se elaboraron mapas actualizados con los registros unificados de observación de *Heterodontus quoyi*. Primeramente, obtuve una capa de las Islas Galápagos, proveniente del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (proporcionados por el Galápagos Science Center).

En vista de que muchos de los puntos geográficos reclasificados y cargados en la nueva base de datos de avistamientos de *H. quoyi* se encontraban en el formato de grados, minutos y segundos “GMS”, fue necesario convertir las coordenadas de “GMS” a grados decimales (GD), siguiendo la fórmula:

$$\mathcal{GD} = \mathcal{G} + \frac{\mathcal{M}}{60} + \frac{\mathcal{S}}{3600}$$

Donde:

$\mathcal{G}$ = Grados

$\mathcal{M}$ = Minutos

$\mathcal{S}$ = Segundos

$\mathcal{D}$ = Decimales

En el caso de coordenadas ubicadas en los hemisferios **oeste (W)** o **sur (S)**, los valores se registraron como negativos. Esto permitió una mejor integración y análisis de los registros dentro del sistema de información geográfica (SIG) utilizado en este estudio.

Además, se analizó una capa con las coordenadas geográficas de todos los sitios de visita marinos registrados por el Parque Nacional Galápagos para ver su relación con los registros obtenidos. Estos datos son del INOCAR proporcionados por el GSC con el objetivo de analizar en qué sitios de visita se registra una mayor cantidad de avistamientos de *H. quoyi*. Toda la información georreferenciada fue cargada en la plataforma de Quantum GIS (QGIS) para la representación espacial de los datos obtenidos.

VI. RESULTADOS

Bases de datos de Hirshfeld (2015-2022)

De la base de datos del proyecto de investigación de *Heterodontus* desarrollada por Hirschfeld ($n = 77$), se obtuvo un total de $n = 61$ registros válidos provenientes de entrevistas no estructuradas, descartándose aquellos que no cumplían con todos los

parámetros establecidos. Adicionalmente, se incorporaron $n = 26$ registros provenientes del sitio web bullhead.org que contenía $n = 29$ registros en el cual se procedió a eliminar 1 registro debido a que correspondía a un avistamiento duplicado reportado previamente en la base de datos de la sección de entrevistas no estructuras del mismo proyecto, y 2 registros por estar en ubicaciones extrañas o imprecisas.

Global Biodiversity Information Facility

El número de registros de avistamientos recolectados a través de GBIF fue $n = 276$. Después de la revisión de calidad, se obtuvieron $n = 185$ registros dentro de esta base de datos ($n = 163$ registros provenientes de la FCD y $n = 22$ de iNaturalist). Los datos excluidos carecían de información confiable debido a la falta de georreferenciación y ubicaciones imprecisas.

Proyecto Ciencia ciudadana 2023-2024

Se logró recolectar un total de $n = 28$ registros. De estos, se utilizaron únicamente $n = 21$ que cumplieron con los criterios establecidos. La mayor parte de los registros válidos provino de guías naturalistas ($n = 12$), seguidos por instructores de buceo ($n = 5$) y guías buzos ($n = 4$). También podemos observar que existe un mayor número de avistamientos provenientes de la isla San Cristóbal ($n = 9$) e Isabela ($n = 6$) (Tabla 1).

Tabla 1: Registros de *Heterodontus quoyi* provenientes de encuestas cerradas de ciencia ciudadana (2023–2024), mostrando la distribución de registros por profesión del informante e isla de procedencia.

Profesión	Fernandina	Floreana	Isabela	San Cristóbal
GUIA BUZO	1			3
GUIA NATURALISTA	2	3	6	1
INSTRUCTOR DE BUCEO				5
Total	3	3	6	9

Uso de hábitat

De los comentarios recopilados de las $n = 21$ encuestas de ciencia ciudadana (2023–2024), y de los reportes con fotografías o video de *H. quoyi* en general, los individuos han sido observados principalmente en hábitats de fondo rocoso, como paredes o parches de roca, especialmente en las islas Isabela, Fernandina y San Cristóbal (Fig.1).

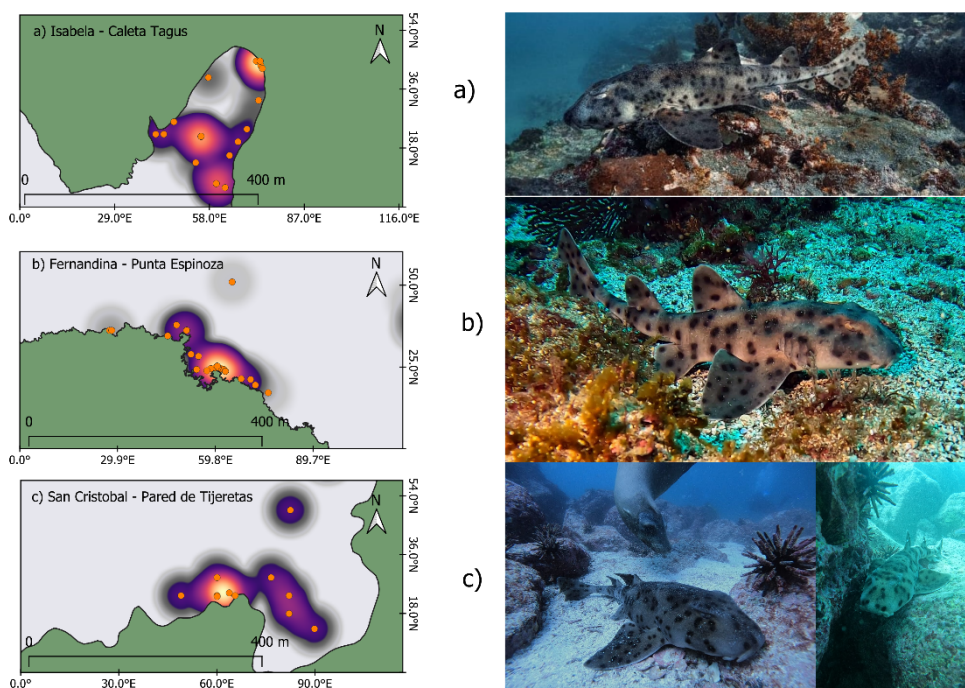


Figura 1: Preferencia de hábitat de *Heterodontus quoyi* obtenidos de observaciones en sitios de Isabela (a), Fernandina (b) y San Cristóbal (c), la concentración de avistamientos en cada sitio representada en un heatmap.

Datos Unificados

Después de la unificación de datos como Ciencia Ciudadana y Proyectos Científicos (anexo 3), se obtuvo un total de $n = 297$ registros considerados confiables. Como resultado, se identificó que la actividad con mayor número de avistamientos fue el buceo, con un total de $n = 216$ registros, seguida por la actividad de snorkel, con $n = 44$ registros (Tabla 2).

Tabla 2: El número de avistamientos de *H. quoyi* detallados por actividad acuática y por fuente datos en este estudio.

Actividad	# Avistamientos
BUCEO	216
BASE DE DATOS 15/22	34
Bullhead.org	11
CIENCIA CIUDADANA 23/24	8
GBIF	163
FISHING	1
BASE DE DATOS 15/22	1
SIN REGISTRO	36
BASE DE DATOS 15/22	12
Bullhead.org	2
GBIF	22
SNORKEL	44
BASE DE DATOS 15/22	18
Bullhead.org	13
CIENCIA CIUDADANA 23/24	13
Total general	297

Distribución en la Reserva Marina de Galápagos

La distribución total actualizada de *Heterodontus quoyi* en la Reserva Marina de Galápagos se muestra en la Figura 2a, donde los puntos de color rojo representan los sitios de avistamientos y su tamaño representa el número de registros en escala de decenas. Se observó un mayor número de registros en las islas Isabela, Fernandina, Floreana y San Cristóbal. En contraste, se observa una menor cantidad y ningún registro de *H. quoyi* en las islas del centro y norte. En la Figura 2b se puede observar los sitios de visita (snorkel y/o buceo) representados en color verde y su relación con el número de avistamientos. En la Figura 2c se puede observar que existe una concentración de avistamientos en las islas ubicadas en la biorregión marina del oeste de la Reserva Marina de Galápagos.

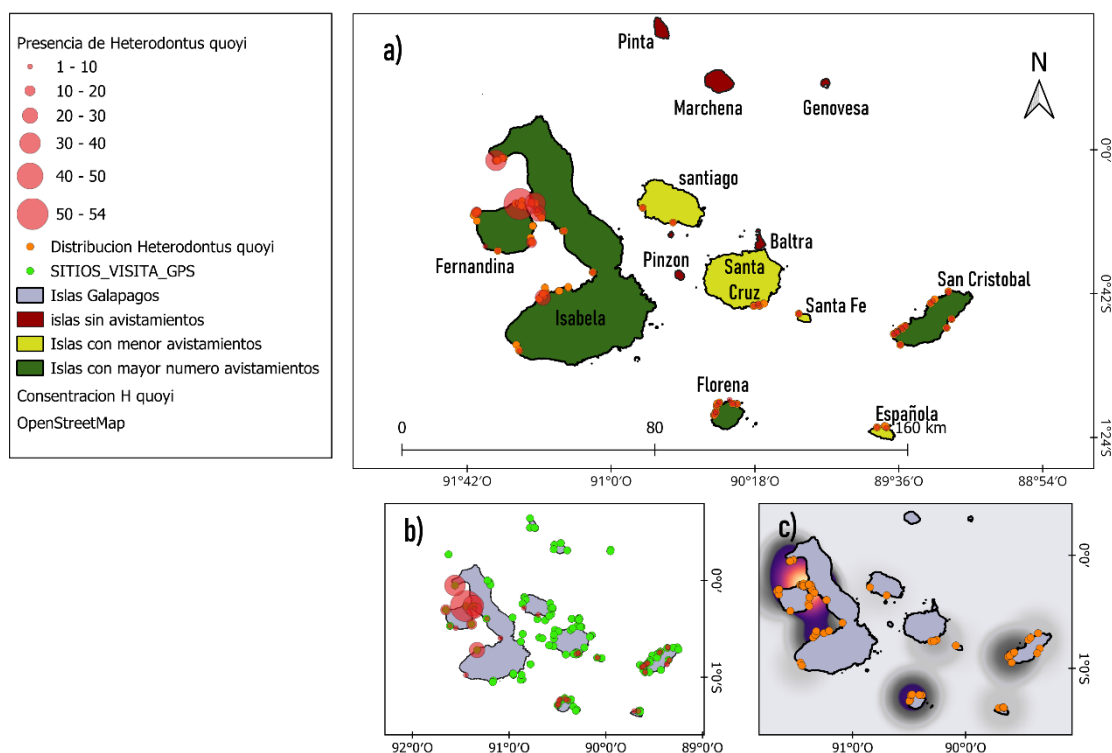


Figura 2: Mapa con la distribución actualizada de *H. quoyi*. (a) Categorización de islas por número de observaciones. (b) Correlación de sitios de visita con avistamientos. (c) Mapa de calor del número de registros de *Heterodontus quoyi* en la Reserva Marina de Galápagos.

Temporalidad de avistamientos

Se logró identificar que los meses con mayor número de avistamientos de *Heterodontus quoyi* son los meses de Agosto, Octubre y Noviembre aunque con una cantidad menor de avistamientos los meses de Junio, Julio, Septiembre y Diciembre. Este periodo en general coincide con la temporada de mayor influencia de las corrientes frías de Humboldt y Cromwell. En contraste, se registró una menor cantidad de avistamientos durante la temporada influenciada por aguas cálidas que mantiene un promedio aproximado de $n = 98$ avistamientos por mes en los meses de Enero a Mayo (5 meses), influenciada por la corriente de Panamá (Fig. 3).

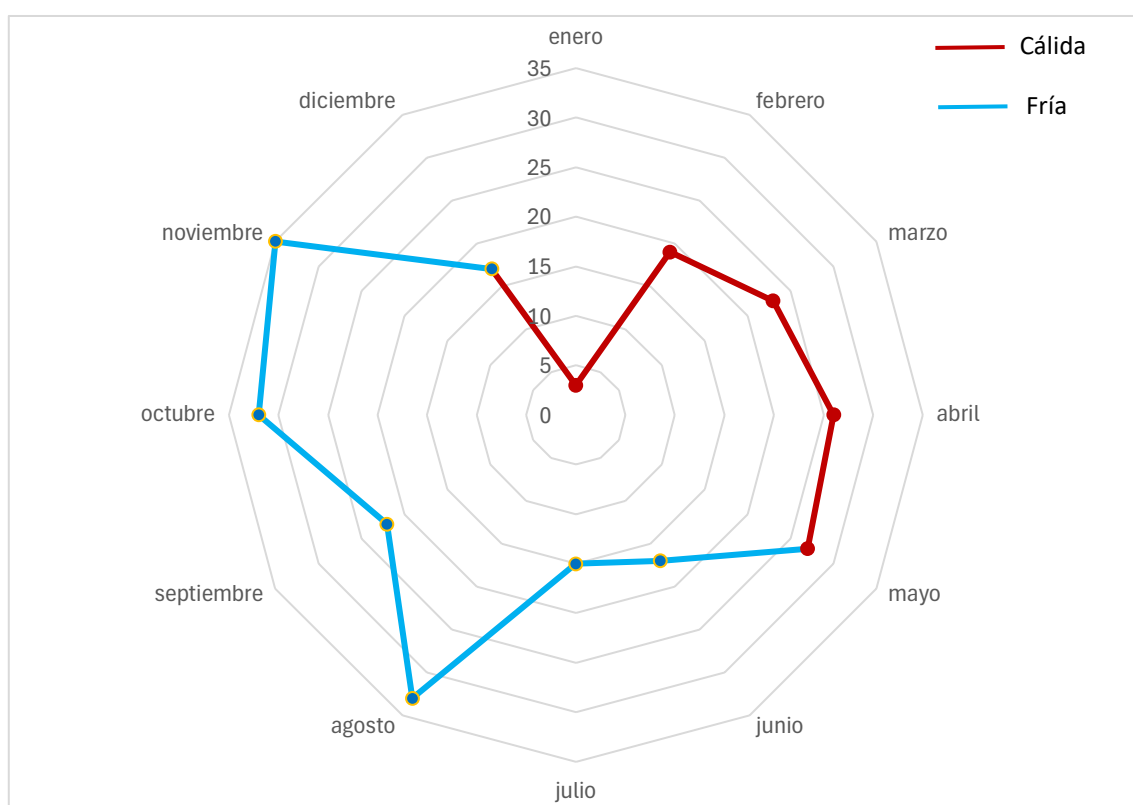


Figura 3: Representación del número de avistamientos por temporadas, corrientes cálidas (rojo) y corrientes frías (celeste).

Islas con mayor número de avistamientos

El análisis muestra que la isla con mayor cantidad de avistamientos es Isabela ($n = 137$).

Entre los sitios con mayor número de avistamiento fueron Caleta Tagus ($n = 38$), los Cañones ($n = 26$), Punta Moreno ($n = 28$) y Punta Vicente Roca ($n = 33$) (Fig. 4).

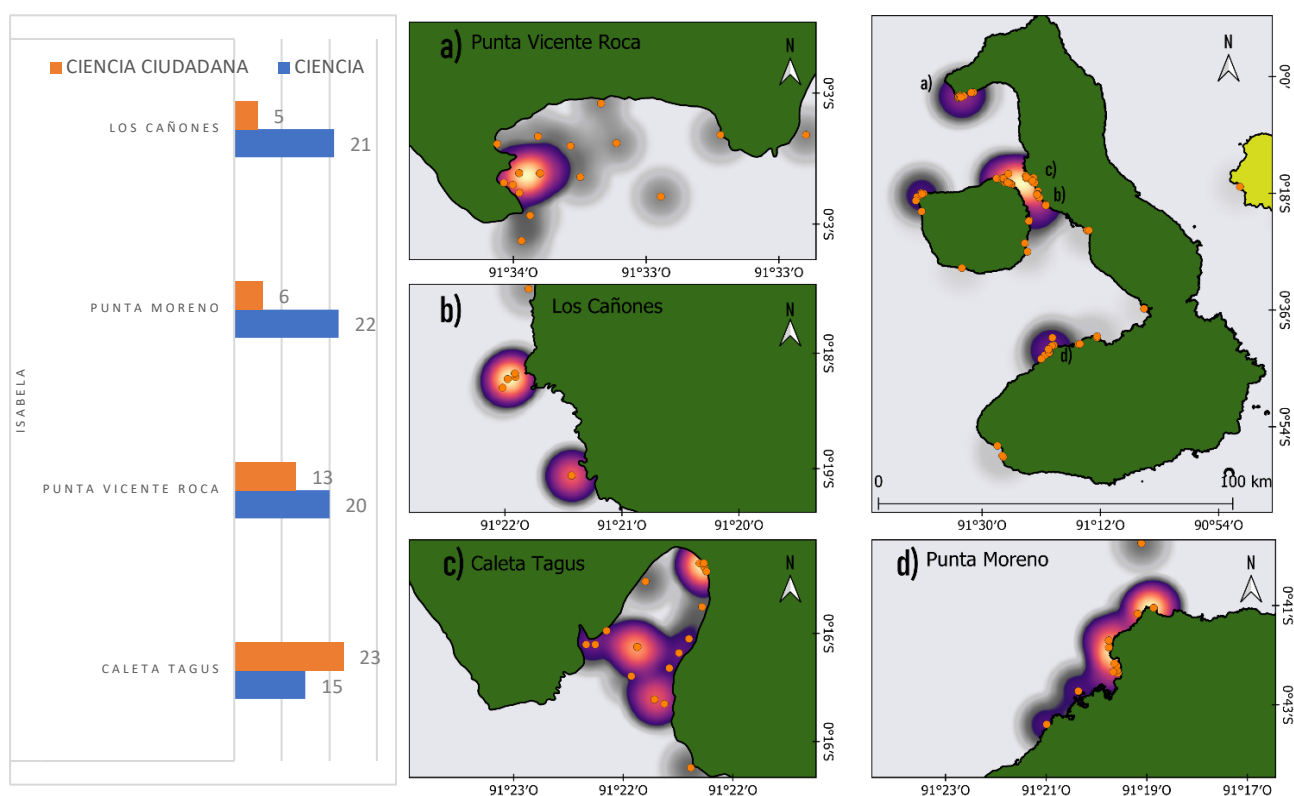


Figura 4: Isla Isabela mostrando la distribución de *Heterodontus quoyi* a través de la visualización de localidades (puntos naranjas) y mapas de calor (colores cálidos describen una mayor abundancia de registros). Se muestran en detalle los sitios con mayor número de observaciones junto con la fuente de reporte Ciencia y Ciencia Ciudadana.

Fernandina presentó un total de $n = 86$ avistamientos registrados, de los cuales los sitios con mayor número de avistamientos son Cabo Douglas ($n = 19$), Punta Espinoza ($n = 54$), y Punta Mangle con ($n = 12$) (Fig. 5).

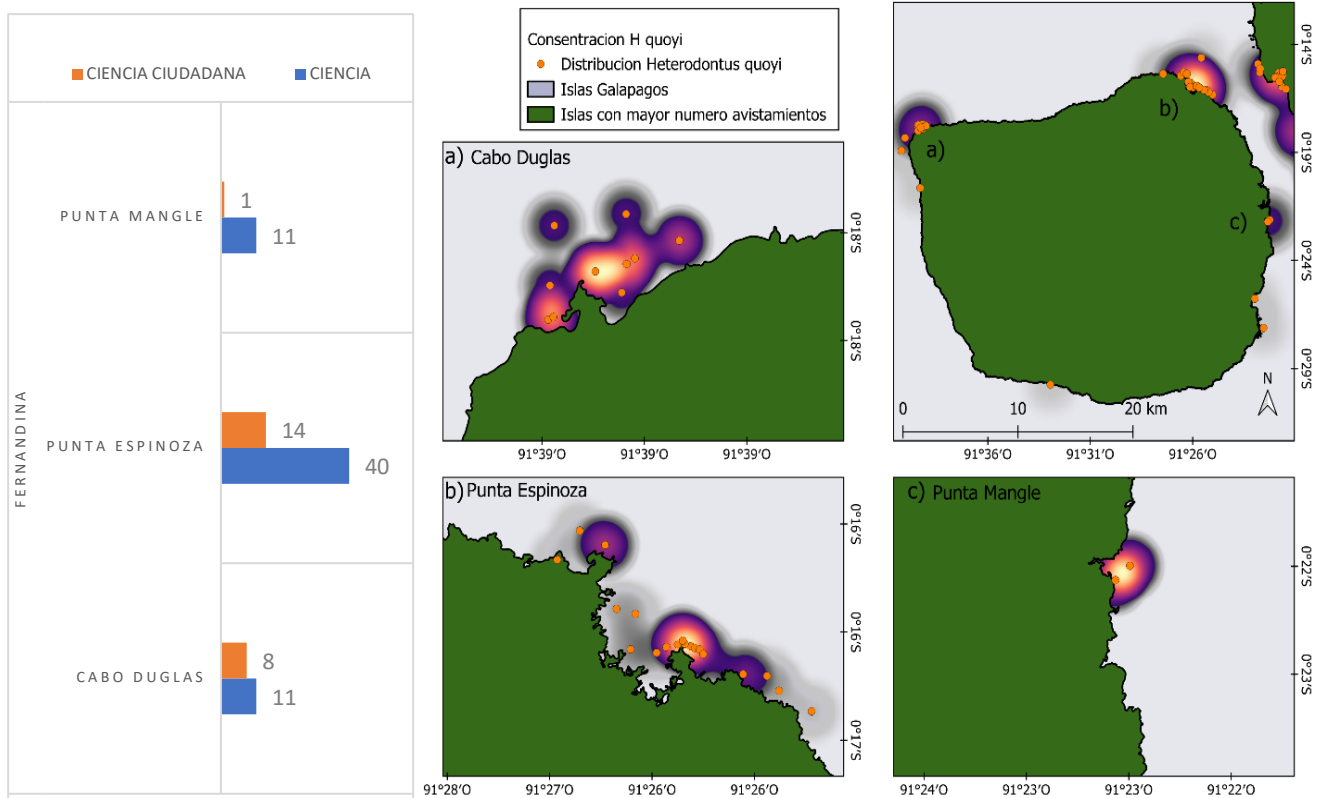


Figura 5: Isla Fernandina mostrando la distribución de *Heterodontus quoyi* a través de la visualización de localidades (puntos naranjas) y mapas de calor (colores cálidos describen una mayor abundancia de registros). Se muestran en detalle los sitios con mayor número de observaciones junto con la fuente de reporte Ciencia y Ciencia Ciudadana.

Floreana obtuvo un total de $n = 31$ avistamientos de los cuales Bahía del Correo y Corona del Diablo tienen $n = 6$ avistamientos cada uno, seguidos por Playa negra ($n = 5$), y la Lobería ($n = 4$) (Fig. 6).

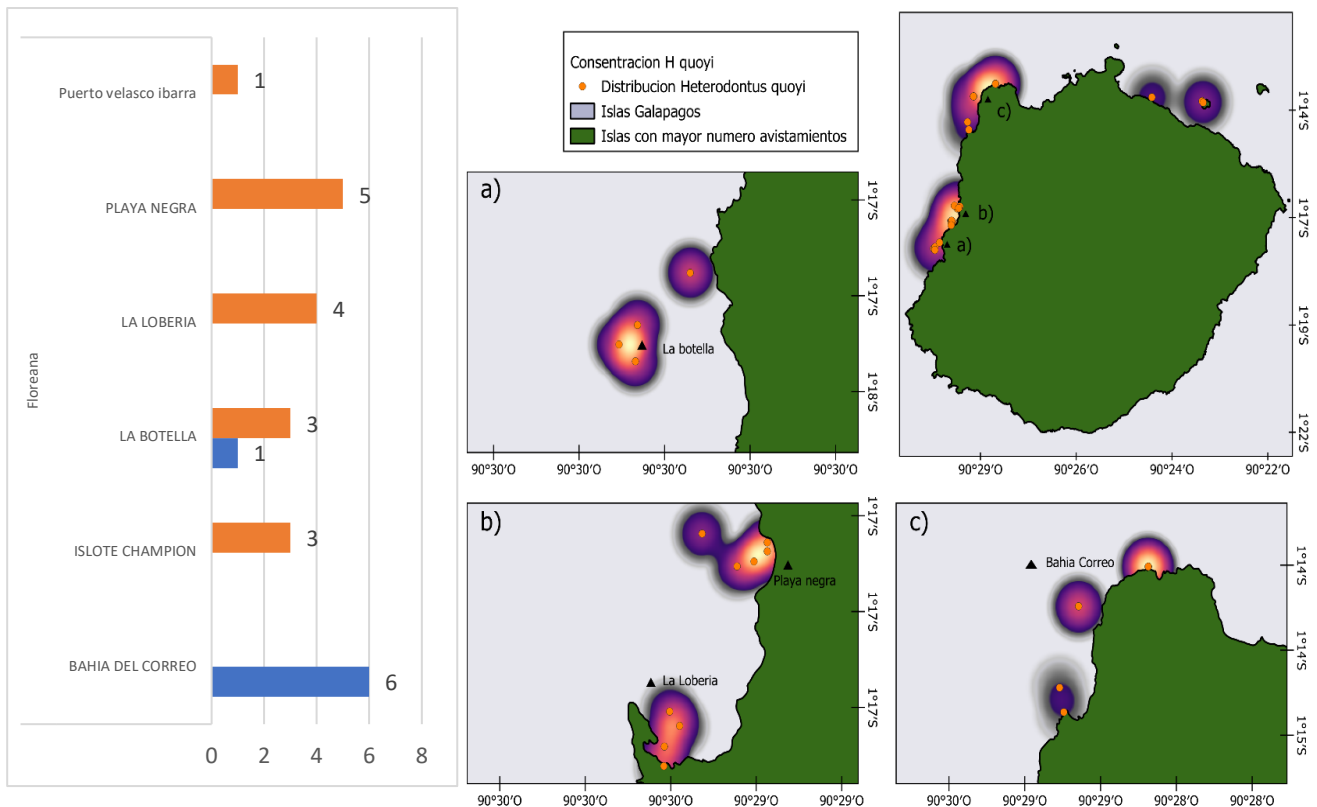


Figura 6: Isla Floreana mostrando la distribución de *Heterodontus quoyi* a través de la visualización de localidades (puntos naranjas) y mapas de calor (colores cálidos describen una mayor abundancia de registros).

Finalmente, la isla San Cristóbal presentó un total de $n = 28$ avistamientos. Los avistamientos se distribuyen en diez sitios específicos, siendo Bahía de Darwin y la Pared de Tijeretas los lugares con mayor cantidad de registros ($n = 6$) cada uno (Fig. 7).

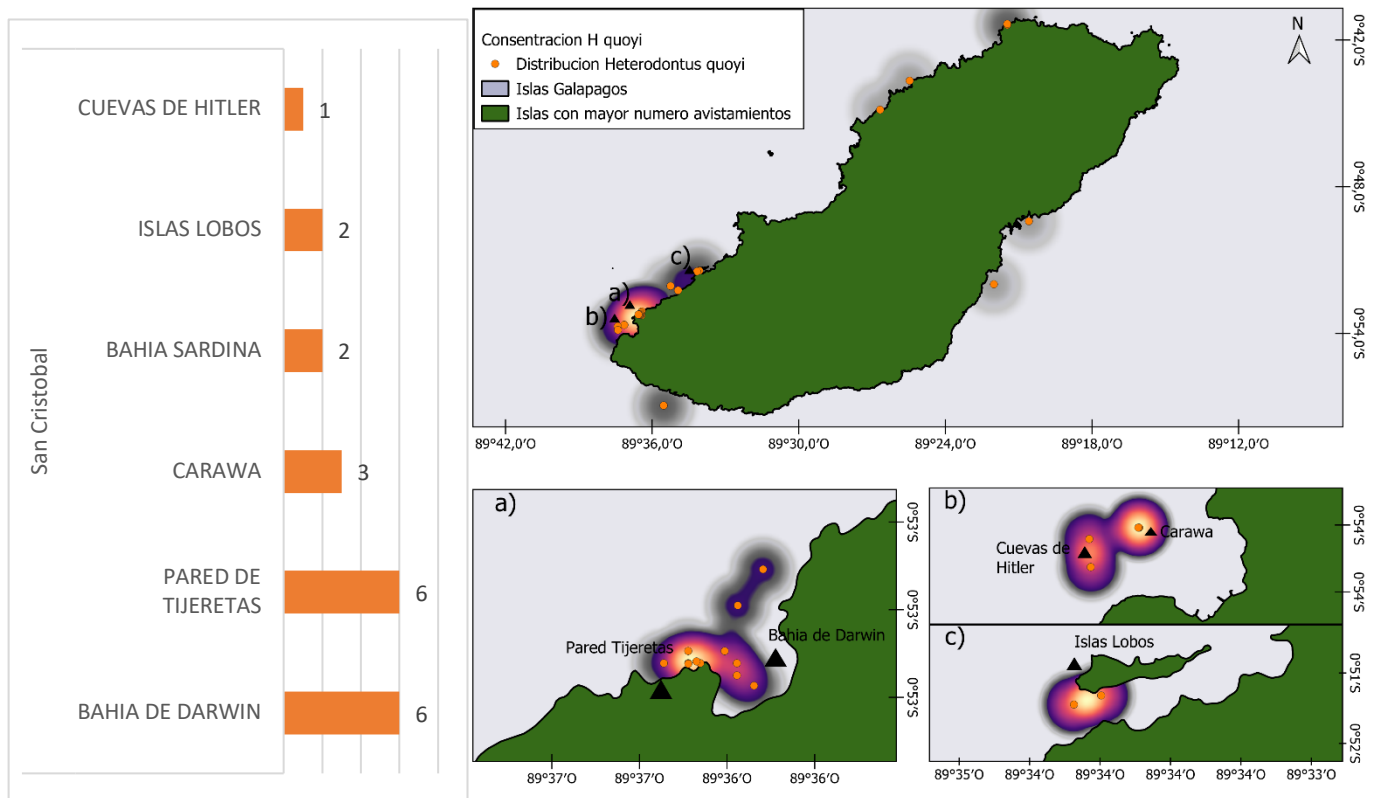


Figura 7: Isla San Cristóbal mostrando la distribución de *Heterodontus quoyi* a través de la visualización de localidades (puntos naranjas) y mapas de calor (colores cálidos describen una mayor abundancia de registros). Se muestran en detalle los sitios con mayor número de observaciones junto con la fuente de reporte Ciencia y Ciencia Ciudadana.

Islas con menor número de avistamiento

Entre las islas con menor número de avistamientos (Fig. 8) están la isla Santa Fe que registró $n = 2$ avistamientos, ambos obtenidos a través de ciencia ciudadana. Estos avistamientos fueron reportados durante actividades de buceo en dos sitios: Punta de Miedo y Santa Fe. En la isla Santa Cruz se registró un total de $n = 8$ avistamientos distribuidos en cinco sitios: El Barranco presentó $n = 2$ avistamientos durante una actividad de buceo, mientras que en islote Camaño se lograron obtener $n = 3$ avistamientos, y Punta Estrada presentó $n = 3$ (Fig. 8). Finalmente, en la isla Española se registró un total de $n = 4$ avistamientos. De estos, tres se localizaron en Bahía Gardner,

donde $n = 2$ fueron realizados durante actividades de buceo, y $n = 1$ durante una actividad de snorkel. El último avistamiento fue en el sitio Manzanillo, sin registro de actividad (Fig. 8).

En general, no se registraron observaciones de *Heterodontus quoyi* en las islas Pinzón, Baltra, Genovesa, Marchena y Pinta, las cuales se encuentran ubicadas en la región central y norte del archipiélago de Galápagos (Fig. 8).

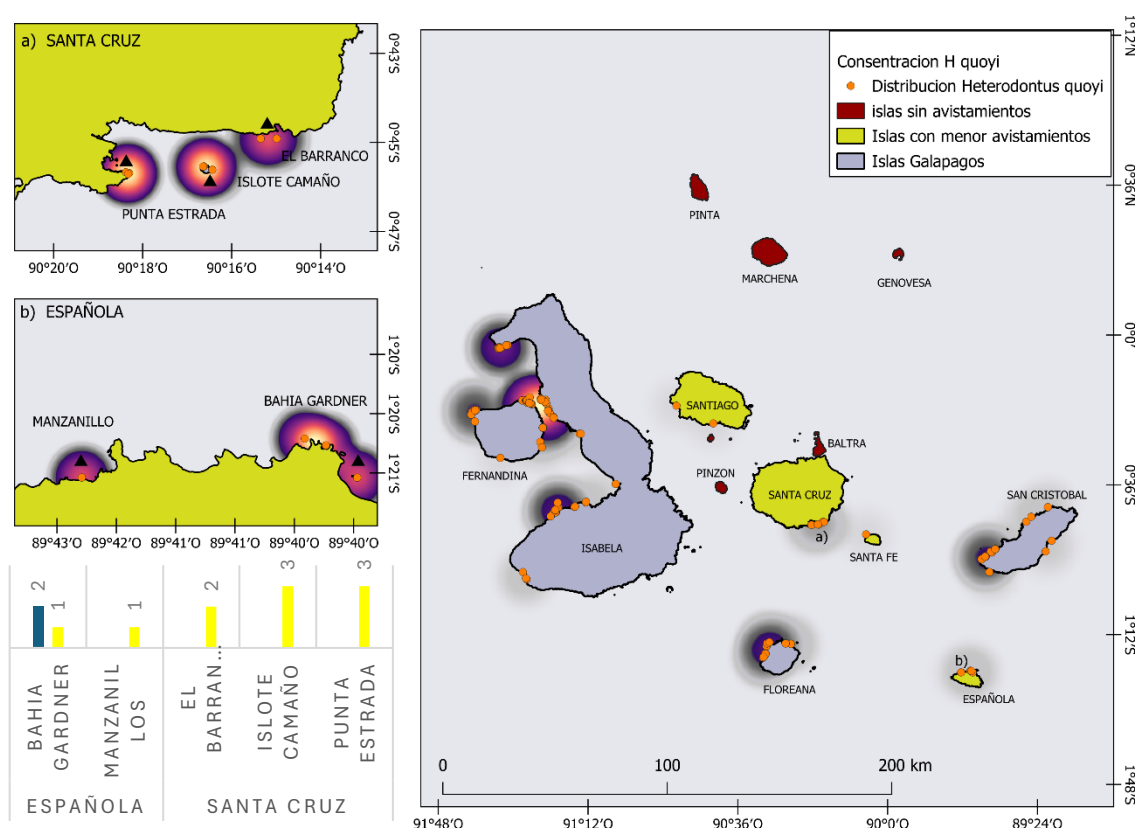


Figura 8: Representación de sitios con menor número de avistamientos de *Heterodontus quoyi* en las islas Galápagos. a) Detalle de sitios en Santa Cruz. b) Detalle de sitios en Española.

VII.DISCUSIÓN

La ciencia ciudadana representó un eje fundamental para la recolección de datos en este estudio, permitiendo identificar la presencia y distribución de *Heterodontus quoyi* en la Reserva Marina de Galápagos. Este enfoque demostró ser una herramienta valiosa para generar información sobre especies poco estudiadas o de aparición estacional. Uno de los desafíos al recolectar datos mediante ciencia ciudadana es la posibilidad de obtener registros erróneos o duplicados en reportes, lo que puede afectar la calidad y fiabilidad de los resultados. Por ejemplo, el encuestado podría reportar la misma observación de una especie, en dos bases de datos distintas. Este tipo de errores resalta la importancia de aplicar una metodología rigurosa y un proceso de validación cuidadoso, con el fin de minimizar inexactitudes y garantizar la integridad de la información recopilada.

Distribución en la Reserva Marina de Galápagos

Los datos recolectados permitieron identificar las islas con mayores observaciones y sin ninguna observación (Fig. 2a). Obteniendo que esta especie presenta un rango de distribución en las biorregiones marinas del oeste conformado por las islas Fernandina e Isabela y del lado sureste conformado por las islas Floreana, Española y San Cristóbal. (Acuña Marrero, y otros, 2018) (anexo 4). Existen dos potenciales explicaciones para su ausencia en el norte y extremo norte del archipiélago de Galápagos. La primera explicación es biológica. Estas regiones son caracterizadas por aguas más cálidas influenciadas por la corriente de Panamá, y límites de tolerancia térmica para *H. quoyi* y sus presas podrían verse reflejados en hábitats no idóneos en el norte (Banks, G. J., Fariña, Calvopiña, & Martines, 2004).

La segunda potencial explicación es menor intensidad de muestreo. La distribución desigual de los registros también podría estar influenciada por el nivel de actividad turística y de buceo en cada isla. Sitios con alta afluencia de turistas y operadoras de buceo tienden a presentar un mayor número de observaciones, mientras que en áreas menos frecuentadas, la falta de registros podría no reflejar una verdadera ausencia de la especie, sino una menor intensidad de muestreo. La inexistencia de registros en las islas del norte como Pinta, Marchena y Genovesa podría deberse a la baja actividad turística en estos sitios enfocados en actividades de snorkel y buceo. En el caso de las islas del extremo norte (Darwin y Wolf) la intensa actividad turística de buceo basada en observaciones de especies magnas como es el caso del tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) y en el caso del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) podría ser la causa de opacar la observación de esta especie. Por otro lado, en islas centrales como Santa Cruz, los registros provienen de sitios específicos como sitios frecuentados por actividades de buceo y esnórquel (Fig. 8a).

Temporalidad de avistamientos

Los hallazgos de este estudio indican una mayor frecuencia de avistamientos de *H. quoyi* entre los meses de julio y diciembre, coincidiendo con la presencia de aguas frías asociadas a la influencia de la corriente de Humboldt y a la subcorriente ecuatorial de Cromwell. Estas corrientes influyen principalmente en las biorregiones del oeste (Isabela y Fernandina) y sureste (Floreana, Española y San Cristóbal) del archipiélago, lo que podría explicar la mayor concentración de registros en estas zonas (Fig. 2b) (Lucero & Mindiola, 2007).

En el caso particular de San Cristóbal, los avistamientos disminuyen durante la temporada de aguas cálidas (temperaturas entre 20° C y 25 °C), mientras que aumentan notablemente en la temporada de corrientes frías, cuando las temperaturas oscilan entre 16 y 19 °C. Esto sugiere que la distribución de la especie podría estar estrechamente relacionada con el flujo estacional de estas corrientes y el afloramiento de nutrientes que generan posiblemente la presencia de alimento. Asimismo, algunos registros indican que la presencia y posible actividad reproductiva de esta especie ocurre con mayor frecuencia en rangos de temperatura entre 16 °C y 24 °C (Huber, Eason, Hueter, & Motta, 2005; Ebert, 2003). Estos hallazgos abren nuevas oportunidades de investigación con enfoque en el movimiento estacional de los tiburones gato entre estaciones.

Uso de hábitat

Los resultados obtenidos a partir de la recolección de información mediante ciencia ciudadana durante el período 2023–2024 permitieron identificar patrones en el uso de hábitat de *Heterodontus quoyi*, basados en los comentarios proporcionados por los participantes y la similitud de hábitats entre los sitios de observación (Fig. 1). Estos patrones incluyeron fondo rocoso, como paredes o parches de roca, reforzando lo descrito en literatura sobre su afinidad por hábitats específicos (R. Nelson & H. Johnson, 1970).

Según los registros y observaciones recopiladas, *H. quoyi* ha sido avistado principalmente en fondos rocosos, como paredes o parches de roca, particularmente en las islas Isabela, Floreana, Fernandina y San Cristóbal. Esta preferencia por hábitats complejamente estructurados podría deberse a la necesidad de protección de predadores, ya que la especie suele refugiarse y descansar en cuevas o grietas durante el día,

conociendo que esta especie tiene una mayor actividad nocturna (Galván, Leonardo, Hoyos, & Ketchum, 2019).

En conclusión, este estudio proporciona información valiosa sobre la distribución de *H. quoyi* en Galápagos y destaca la importancia de la ciencia ciudadana como una herramienta complementaria para la investigación y conservación de especies marinas. La información obtenida podría ser utilizada para diseñar estrategias de manejo y conservación más efectivas o como líneas base para futuros proyectos, asegurando la protección de esta especie en su hábitat natural.

VIII. CONSERVACIÓN Y GESTIÓN

La identificación de los sitios con mayor número de avistamientos de *Heterodontus quoyi* en las islas Galápagos puede contribuir significativamente a optimizar los esfuerzos de búsqueda de esta especie, permitiendo el desarrollo de planes de monitoreo más eficientes y focalizados. Además, al tratarse de una especie carismática y poco común, su presencia en ciertas zonas podría potenciarse como un valor agregado para el ecoturismo responsable en el archipiélago.

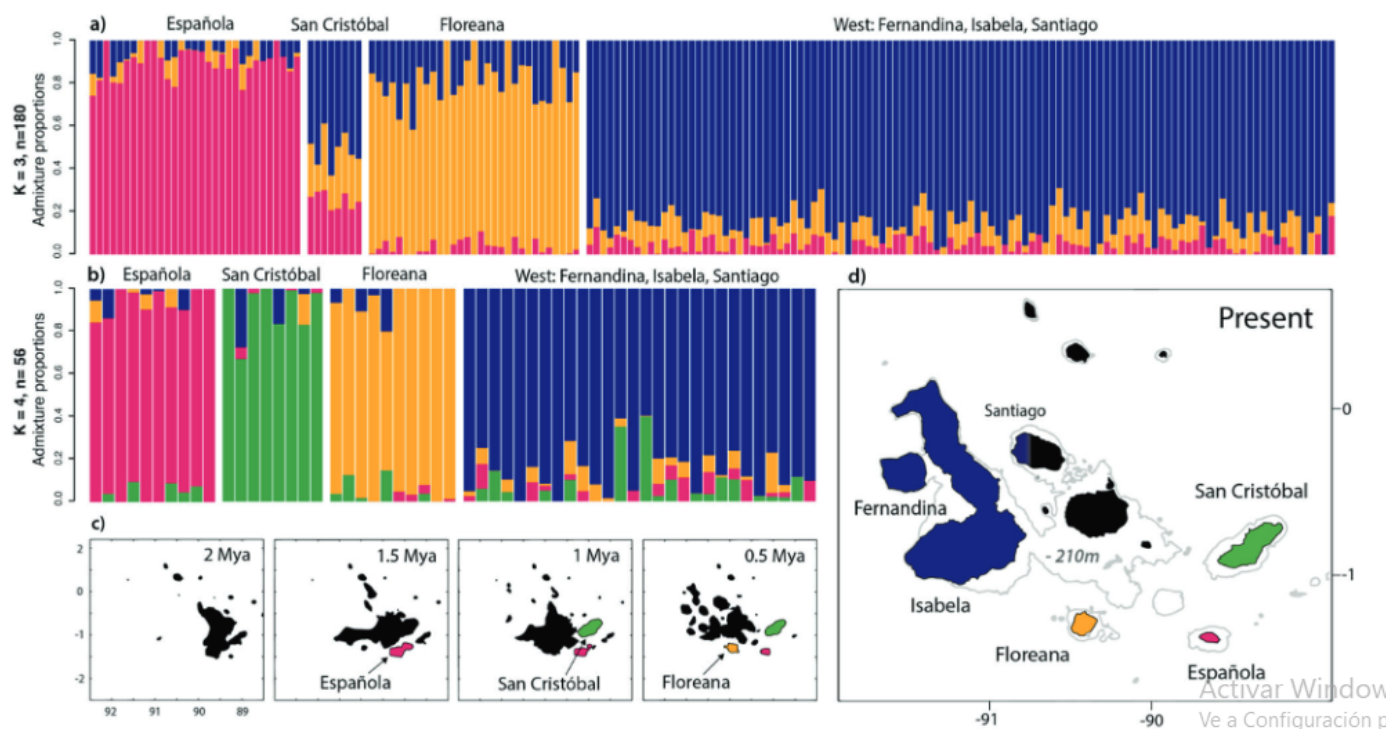
La escasez de conocimiento sobre esta especie limita nuestra capacidad para identificar los factores de amenaza a los que podría estar expuesta, lo que podría colocarla en una situación de vulnerabilidad. Por ello, comprender su distribución espacial resulta fundamental para plantear proyectos en áreas con mayor concentración. Aunque, continúa siendo del interés científico muestrear nuevas localidades con metodologías enfocadas en la especie.

Asimismo, es imprescindible fomentar prácticas sostenibles tanto en el turismo como en la pesca para garantizar la protección de *H. quoyi*. Como parte de las estrategias de manejo, se recomienda establecer medidas específicas en las zonas con alta presencia de esta especie, ya que actividades turísticas mal reguladas podrían representar una amenaza directa para su conservación. Un ejemplo de ello se observa en Laguna Ojo de Liebre, Baja California, México, donde la pesca artesanal ha llevado a la comercialización de esta especie (*Heterodontus Francisci*) con fines alimenticios, representando hasta el 32 % de las capturas totales en esa zona (Domínguez Reza , 2017).

Cabe destacar un caso registrado por el Parque Nacional Galápagos, en el que se capturó ejemplares de tiburón gato durante un experimento con trampas de langosta Espinoza. Este tipo de arte de pesca representa un riesgo para la especie, por lo que su uso debería estar restringido o prohibido si se busca su protección efectiva (WWF, 2012).

IX. ANEXOS

Anexo 1: Genética de poblaciones de tiburones gato (*Heterodontus quoyi*) muestreados en las islas Española, San Cristóbal, Floreana, y el archipiélago occidental incluyendo parte Santiago (tomado de Hirschfeld et al. 2023). La mejor partición (b) reveló cuatro poblaciones ancestrales distintas, con su correspondiente distribución geográfica (d), y un escenario hipotético de divergencia de las poblaciones de acuerdo a la historia geológica del archipiélago (e).

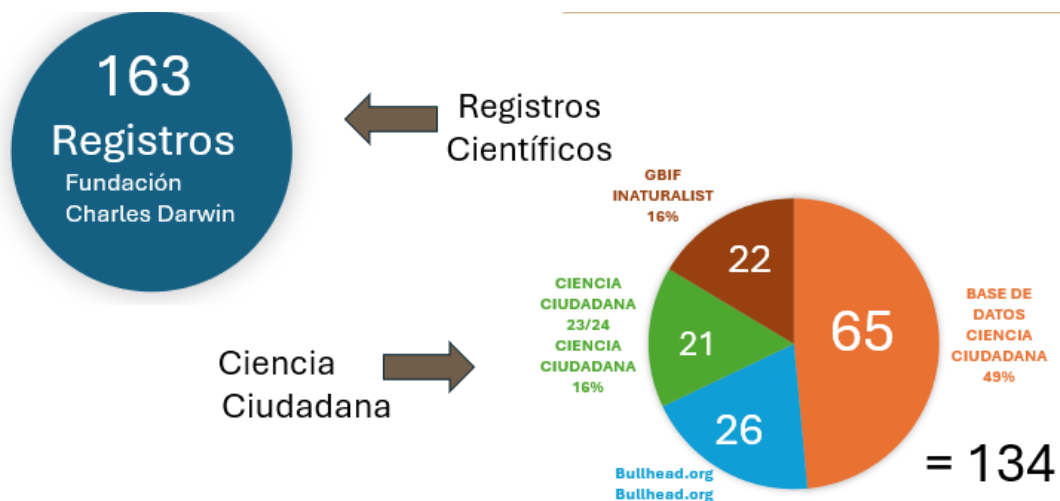


Anexo 2: Encuesta distribuida a grupos de WhatsApp durante el año 2023 al 2024 para recolectar información de observaciones de *Heterodontus quoyi* mediante ciencia ciudadana.

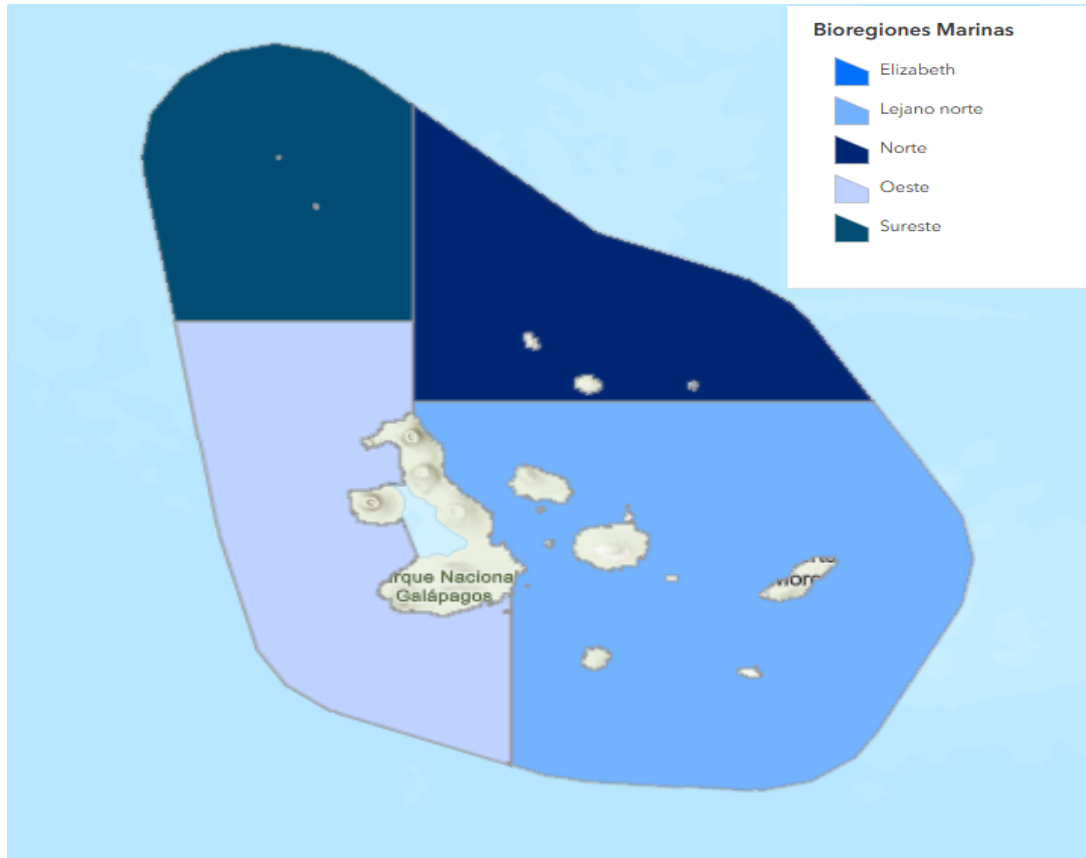
* Obligatoria 1. Donde a observado al Tiburón Gato? *	6. ¿En caso de ser snorkel , a que profundidad lo observó?
2. Zona o sitio de observación *	7. Fecha de cuando lo observó
3. ¿Que temperatura se encontraba el agua donde lo observó?	Este contenido no está creado ni respaldado por Microsoft. Los datos que envíe se enviarán al propietario del formulario. Microsoft Forms
4. ¿Que actividad estaba realizando, cuando observó al tiburón Gato? * ☐ Buceo ☐ Snorkel	
5. ¿En caso de ser buceo, a que profundidad lo observó?	

Anexo 3: Representación del número de registros validados de *Heterodontus quoyi*.

Las fuentes de datos se encuentran clasificadas en Registros Científicos y Ciencia Ciudadana.



Anexo 4: Biorregiones marinas de las islas Galápagos. Tomado de ArcGIS Galápagos.



X.BIBLIOGRAFÍA

- Acuña Marrero, D., N. H. Smith, A., Salinas-de-León, P., S. Harvey, E., D. M. Pawley, M., & J. Anderson, M. (2018). Spatial patterns of distribution and relative abundance of coastal shark species in the Galapagos Marine Reserve. *Marine Ecology Progress, 23*.
- Acuña Morrero, D., & smith, A. (12 de abril de 2018). *Patrones espaciales de distribucion y abundancia relativa de especies de tiburones costeros en la Reseva Marina de Galpagos*.
- Agencia CyTA. (10 de febrero de 2015). *Falta conciencia pública sobre las consecuencias de la pérdida de la biodiversidad*. Obtenido de Agencia CyTA: <https://www.agenciacyta.org.ar/2010/02/falta-conciencia-publica-sobre-las-consecuencias-de-la-perdida-de-la-biodiversidad/>
- Banks, S., G. J., E., Fariña, J., Calvopiña, M., & Martines, C. (2004). Regional biogeography of shallow reef fish and macro-invertebrate communities in the Galapagos archipelago. *researchgate*.
- Charles Darwin Foundation. (1964). *about us*. Obtenido de Charles darwin foundation: <https://www.darwinfoundation.org/es/conocenos/>
- Cisneros-Heredia, D. (11 de noviembre de 2010). *Entre los medios de comunicación y laobjetividad científica:untortuosocaminoparalaconservacióndelabiodiversidad*. Obtenido de Polemika: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/polemika/article/view/368>
- Duncan. (2015). *Invertir en Ciencia Ciudadana Puede mejorar la gestion de los recursos Naturales y la proteccion ambiental*.

- Domínguez Reza , R. (2017). Edad y crecimiento del tiburón perro (*Heterodontus francisci*) en la laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, México. *CICESE*.
- Ebert, D. (2003). Sharks, Rays, Chimaeras of California. *researchgate*.
- Edgar, Banks, Fariña, Calvopiña, & Martinez. (2004). Regional biogeography of shallow reef fish and macro-invertebrate communities in the Galapagos archipelago. *Biogeography*.
- Espinoza, M., Munroe, S., Clarke, T., Fisk, A., & Wehrtmann, I. (2015). Feeding ecology of common demersal elasmobranch species in the Pacific coast of Costa Rica inferred from stable isotope and stomach content analyses. *Elsevier*.
- Galván Magaña , F., Castillo Geniz, J., Hoyos-Padilla, M., Ketchum, J., Klimley, P., Ramírez Amaro, S., & Torres-Rojas , Y. (2019). Chapter Three - Shark ecology, the role of the apex predator and current conservation status. *ScienceDirect*.
- Galván, F., Leonardo, J., Hoyos, M., & Ketchum, J. (2019). Chapter Three - Shark ecology, the role of the apex predator and current conservation status. *ScienceDirect*.
- Global Biodiversity Information Facility. (s.f.). *Heterodontus quoyi* (Fréminville, 1840).
Obtenido de GBIF dataset:
https://www.gbif.org/occurrence/search?taxon_key=5215662
- Hirschfeld, M. (2016). Distribución, demografía, tamaño poblacional y conectividad poblacional de dos especies de la familia *Heterodontidae*, *Heterodontus quoyi* y *Heterodontus mexicanus* en las Islas Galápagos. Obtenido de DPNG informes de

proyecto PC-74-16: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.galapagos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Permisos_de_Investigacion_2016.pdf

Hearn, A., & Peñaherrera, C. (2014). Elasmobranchs of the Galapagos Marine Reserve. *researchgate*, 28-29.

Hirschfeld, M. (18 de diciembre de 2018). Population Connectivity of Galapagos Bullhead Sharks and the Identification of Key Habitats for Conservation in the Galapagos Archipelago. *The Ruffort Foundation*. Obtenido de The Ruffort Foundation: <https://www.rufford.org/projects/maximilian-hirschfeld/population-connectivity-of-galapagos-bullhead-sharks-and-the-identification-of-key-habitats-for-conservation-in-the-gal%C3%A1pagos-archipelago/>

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. *The genetics society*.

Hirschfeld, M., Garcia, J., Yopez, M., Dudgeon, C., Barnett, A., & Sheaves, M. (2024). Volcanes, tiburones y conservación/ Volcanoes, sharks and conservation. *VSimposio de Investigación y Conservación en Galápagos*, (pág. 28).

Huber, D., Eason, T., Hueter, R., & Motta, P. (2005). Analysis of the bite force and mechanical design of the durophagous horn shark *Heterodontus francisci*. *researchgate*.

iNaturalist . (2008). *about us*. Obtenido de <https://www.inaturalist.org/pages/about>

iNaturalist. (09 de Julio de 2024). *Research-grade Observations*. Obtenido de iNaturalist.org: <https://doi.org/10.15468/>

iNaturalist contributors. (2025). *iNaturalist Research-grade Observations*. Obtenido de iNaturalist Occurrence dataset: <https://doi.org/10.15468/ab3s5x> accessed via GBIF.org on 2025-05-16

ISRA Important Shark and Ray Areas. (s.f.). Galápagos Nursery Complex. 8.

IUCN. (2020). *Galápagos Bullhead Shark*. Obtenido de The IUCN Red List of Threatened Species: <https://www.iucnredlist.org/es/species/44579/124433617>

Kanagusuku, K. (2022). Morfología de los denticulos dérmicos del Tiburón dormilón de Galápagos *Heterodontus quoyi* (Elasmobranchii: *Heterodontidae*), una especie del Pacífico sudoriental. *Biología Marina y Oceanografía*.

Karp, M., Craig, K., Crear, D., Hazen, E., Cimino, M., & Haak, C. (2025). Applications of species distribution modeling and future needs to support marine resource management. *ICES Journal of Marine Science*, 82.

Keith, I., Tirado, N., Banks, S., Bensted-Smith, W., & Jitala, C. (2024). *Galapagos Subtidal Biodiversity*. Obtenido de Caribbean OBIS Node. Occurrence dataset: <https://doi.org/10.15468/gsa458> accessed via GBIF.org on 2025-05-16

Kyne, P. C.-F.-S.-Z. (24 de January de 2020). *Galápagos Bullhead Shark*. Obtenido de <https://www.iucnredlist.org/es/species/44579/124433617>

Lucero, M., & Mindiola, M. (2007). *Distribucion de las corrientes superficiales y subsuperficiales en la caleta AEOLIAN- isla Baltra*. Obtenido de departamento Oceanografico: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.inocar.mil.ec/web/p_hocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta14/OCE1401_3.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.inocar.mil.ec/web/p_hocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta14/OCE1401_3.pdf)

- M. Kuhn, A., & Santos, J. (2010). Incidencia de la temperatura del mar en las comunidades rocosas submáreales de la reserva marina de Galápagos. *Espol*.
- Reef Resilience Network. (2020). Obtenido de Amenazas de pesca excesiva y destructiva: <https://reefresilience.org/es/stressors/local-stressors/overfishing-and-destructive-fishing-threats/>
- R. Nelson, D., & H. Johnson, R. (1970). Diel Activity Rhythms in the Nocturnal, Bottom-Dwelling Sharks, *Heterodontus francisci* and *Cephaloscyllium ventriosum*. *JSTOR*.
- Susana, F., & Fischnaller, C. (27 de septiembre de 2014). *Ciencia ciudadana en la Sociedad de la Información: nuevas tendencias a nivel mundial* . Obtenido de Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/924/92431880001.pdf>
- Tavares Viscaya, R. (junio de 2018). *Distribución, área de cría y variables demográficas y espaciales del tiburón limón, Negaprion brevirostris (Poey, 1868), en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques*. Obtenido de INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS : chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Tavares/publication/325746223_Distribucion_area_de_cria_y_variables_demograficas_y_espaciales_del_tiburon_limon_Negaprion_brevirostris_Poey_1868_en_el_Parque_N
- Tello, J. (25 de septiembre de 2018). *ciencia ciudadana para la conservacion de la biodiversidad en America Latina*. Obtenido de NATGEO.

WWF. (2012). *Trampas de Langosta Probadas en la RMG*. WWF boletín .

Zarate, P. (enero de 2002). Tiburones: Reserva Marina de Galapagos. Linea base de la biodiversidad. *Researchgate*. Obtenido de reserchgate: https://www.researchgate.net/profile/Patricia-Zarate-2/publication/263045055_Tiburones/links/0c9605399ef7dd2f9d000000/Tiburon-es.pdf

Zimmerhackel, J., Schuhbauer, A., Usseglio, P., Heel, L., & Salinas-de-Leon, P. (2015). Catch, bycatch and discards of the Galapagos Marine Reserve small-scale handline fishery. *PeerJ*.

Zurell, D., König, C., Malchow, A.-K., & Kapitza, S. (2022). Spatially explicit models for decision-making in animal conservation and restoration. *space and time in ecology*.