

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

**Aplicación de la ciencia ciudadana para la conservación de dos aves
rapaces endémicas en el Parque Nacional Galápagos**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Biólogo

Presentado por:

Ana Sofía Kuonqui Fernández

Grace Xiomara León Tapia

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a la primera persona que me dio la fuerza y el apoyo de seguir la carrera que he querido estudiar desde los ocho años, mi madre. A los amigos que me dio la carrera y; a mis dos amigas de la escuela, que nos volvimos a reencontrar en la universidad, Melanie y Lucía, especialmente a esa futura geóloga que me ayudó con mis dudas sobre SIG. Y, a mi compañera de tesis, Grace, que juntas culminamos una etapa en nuestra formación como biólogas.

Ana Kuonqui Fernández

Este proyecto se lo dedico a Dios principalmente, por permitirme seguir y no rendirme. A mi familia, pero sobre todo a mi mamá y a mi hermana Jessenea por apoyarme en todo momento, a pesar de mis errores; ellas siempre estuvieron para mí. A mis amigos, especialmente a mis mejores amigos Fabiola, Mabe y Anthony porque ellos fueron una pieza importante en mi vida universitaria. Finalmente, a mi compañera de tesis Ana que; entre risas, bromas, estrés y demás pudimos culminar este proyecto que forma parte de una etapa de nuestras vidas.

Grace León Tapia

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecemos a nuestro tutor Paolo Piedrahita por su guía durante todo el proceso de elaboración de este proyecto. También a nuestro colaborador externo Andrés Velástegui, perteneciente al Laboratorio de Geoinformación y Teledetección. Finalmente, a nuestra familia y amigos cercanos que estuvieron presentes en nuestra etapa estudiantil hasta el final, brindándonos un constante apoyo y ánimos para ser las profesionales que soñamos ser.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Ana Sofía Kuonqui Fernández* y *Grace Xiomara León Tapia* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Ana Sofía Kuonqui
Fernández



Grace Xiomara León
Tapia

EVALUADORES

Diego Arturo Gallardo Polit

PROFESOR DE LA MATERIA

Paolo Michael Piedrahita Piedrahita

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El búho de oreja-corta (*Asio flammeus galapagoensis*) y la lechuza de campanario (*Tyto alba punctatissima*) son dos subespecies endémicas de las Islas Galápagos. El hábitat de estas aves ha sufrido perturbaciones debido al incremento poblacional que se ha presentado actualmente; además de la creencia popular que se tiene sobre ellas ha conllevado a la captura y a su muerte. Se conoce que no hay un registro exacto sobre el actual estado poblacional de estas aves rapaces endémicas, aun así, según la Lista Roja de Aves del Ecuador se encuentran catalogadas 'En Peligro'. Por lo cual, se dio la creación de una iniciativa llamada 'Proyecto Buh-Lech'. En la que se planteó recurrir a la ciencia ciudadana como medio de obtención de datos y por ende la conservación de estas subespecies. Esto se realizó mediante el uso de un formulario que emplea recursos de sistemas de información geográfica (SIG) en los registros de avistamientos. Además, se obtuvieron registros de dos plataformas para conseguir información sobre su distribución en la región insular. En base a esto, se determinó que el búho de oreja-corta presentó un mayor asentamiento en la isla Genovesa donde se obtuvieron 44 individuos registrados; en cuanto a la lechuza de campanario mostró un mayor establecimiento en la isla Santa cruz con un total de 29 individuos. Lo que nos da un claro indicio que la ciencia ciudadana como método de obtención de datos es viable. Asimismo, con una difusión exhaustiva de información se promoviera más la conservación de estas especies.

Palabras Clave: Ciencia Ciudadana, Islas Galápagos, Sistema de georreferenciación, Iniciativa de conservación, Aves rapaces

ABSTRACT

The short-eared owl (*Asio flammeus galapagoensis*) and the barn owl (*Tyto alba punctatissima*) are two endemic subspecies in the Galapagos Islands. The habitat of these birds has suffered disturbances due to the population increase that has currently occurred; In addition, the popular belief that is held about them has led to their capture and death. It is known that there is no exact record of the current population status of these two endemic birds of prey, even so, according to the Ecuadorian Red Bird List, they are classified as 'Endangered'. Therefore, an initiative called 'Buh-Lech Project' was created. In which it was proposed to employ citizen science as a method of obtaining data and therefore the conservation of these two subspecies. This was done using a form that uses geographic information system (GIS) resources in the sighting records. In addition, records of two platforms were acquired to find information on their distribution in the insular region. Based on this, it was determined that the short-eared owl had a greater settlement on Genovesa Island, where it registered 44 individuals. Regarding the barn owl, it showed a greater establishment on Santa Cruz Island with a total of 29 individuals. This gives us a clear indication that citizen science as a method of obtaining data is viable. Likewise, with an exhaustive dissemination of information, the conservation of these species will be further promoted.

Keywords: Citizen Science, Galapagos Islands, Georeferencing System, Conservation Initiative, Birds of Prey

ÍNDICE GENERAL

Contenido

EVALUADORES	V
RESUMEN	VI
<i>ABSTRACT</i>	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ABREVIATURAS	X
SIMBOLOGÍA.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE Apéndices	XIV
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Marco teórico	4
1.4.1 Islas Galápagos y su biodiversidad.....	4
1.4.2 Conservación.....	8
CAPÍTULO 2	11
2. Metodología	11
2.1 Área de estudio	11
2.2 Determinación de zonas de potencial observación del búho de oreja-corta y la lechuza de campanario.....	11

2.2.1	Base de datos eBird, búsqueda de presencia de la lechuza de campanario y búho de oreja-corta	12
2.2.2	Base de datos iNaturalist, búsqueda de presencia de la lechuza de campanario y búho de oreja-corta	12
2.3	Mapa de incidencia	13
2.4	Creación de la iniciativa de conservación	13
2.4.1	Blog del “Proyecto Buh-Lech”	13
2.5	Socialización de la plataforma	14
2.5.1	Cuenta oficial de Instagram	14
2.6	Análisis de datos.....	15
2.6	Divulgación de la información.....	15
CAPÍTULO 3.....		16
3.	Resultados Y ANÁLISIS.....	16
3.1	Área de estudio	16
3.2	Determinación de zonas de potencial observación del búho de oreja-corta y la lechuza de campanario.....	16
3.3	Mapa de incidencia	17
3.4	Divulgación.....	20
3.4.1	Blog de Proyecto Buh-Lech y formulario de registro	20
3.4.2	Cuenta de Instagram	22
CAPÍTULO 4.....		24
4.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	24
4.1	Conclusiones.....	24
4.2	Recomendaciones.....	25
BIBLIOGRAFÍA		26
APÉNDICES		32

ABREVIATURAS

PNG Parque Nacional Galápagos

UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

SIG Sistema de Información Geográfica

SIMBOLOGÍA

m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
Km ²	Kilómetro cuadrado
N	Número de individuos

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Avistamientos registrados de lechuza y búho en las Galápagos	17
Figura 2 Mapa de incidencia de avistamientos según datos de iNaturalist	19
Figura 3 Mapa de incidencia de avistamientos según datos de eBird.....	20
Figura 4 Número de visitas del blog	21
Figura 5 Códigos QR.....	21
Figura 6 Dashboard de los registros del formulario	22
Figura 7 Número de las vistas alcanzadas	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Presas de la lechuza de campanario (<i>Tyto a. punctatissima</i>) (de Groot, 1983) .5	
Tabla 2 Presas del búho de oreja-corta (<i>Asio f. galapagoensis</i>) (de Groot, 1983) 6	
Tabla 3 Población de Galápagos por islas (CGDREG, 2010)..... 16	

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice A Nombre de las especies que son presa de la lechuza campanaria (<i>Tyto a. punctatissima</i>) (de Groot, 1983)	32
Apéndice B Nombre de las especies que son presa del búho de oreja-corta (<i>Asio f. galapagoensis</i>) (de Groot, 1983)	33

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El archipiélago de las Galápagos es el conjunto de más de 233 islas, islotes y rocas, las cuales se componen por 7 islas mayores, 14 islas menores, 12 islas adicionales, 64 islotes y 136 rocas, siendo todas de origen volcánico. Este territorio le pertenece a la República del Ecuador y se encuentra ubicado en el Pacífico Occidental, 1000 km al oeste de la costa continental ecuatoriana (*PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, s. f.*).

Factores como el aislamiento provocado por la distancia y la convergencia de cinco grandes corrientes marinas que provienen de diferentes direcciones permitió que durante millones de años los suelos y ecosistemas evolucionaran (Wardle et al., 2004), teniendo hoy en día ecosistemas prístinos capaces de proveer nuevas funciones y servicios ecosistémicos y, albergar una gran biodiversidad y endemismo en estas islas. Por ello, su flora y fauna han alcanzado el interés de la comunidad científica desde las investigaciones biológicas más importantes realizadas por Charles Darwin al llegar a las Islas Galápagos en 1835 (Sevilla Perez, 2018).

En conmemoración del primer centenario del libro “El Origen de las Especies”, se creó bajo el decreto ejecutivo N° 17 el Parque Nacional Galápagos (PNG) en 1959. El PNG comprende el 97% de la superficie terrestre del archipiélago al ser considerado de alto valor ecológico (Parque Nacional Galápagos, s. f.). Además, se convirtió en la primera Área Protegida (AP) del país, la cual se estipuló que los parques nacionales son de dominio del Estado con el fin de preservar su fauna y flora únicas en el mundo (*Sistema Nacional de Áreas Protegidas – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, s. f.*).

No obstante, las poblaciones humanas impactan al medio ambiente en dos posibles maneras; directamente a través de la explotación de especies como actividades de caza y pesca; e indirectamente por la transformación de un hábitat, que se da por medio de deforestación, agricultura, e introducción de especies invasoras (de Nascimento et al., 2020). En consecuencia a este aumento de actividades antropogénicas, ha ocasionado el rápido desgaste de suelos, destrucción de ecosistemas naturales, desplazamiento de la fauna nativa, introducción de patógenos peligrosos para la biota nativa de las islas (Snell et al., 2002).

Por otro lado, aún es posible la conservación de las especies con la intervención de nuevas estrategias, como un sistema de georreferenciación para el registro de avistamientos de especies nativas y endémicas, a través de la ciencia ciudadana, la cual involucra la participación de la comunidad galapagueña y turistas. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas tecnológicas innovadoras que facilitan la gestión de territorios y el medio ambiente mediante la georreferenciación (Ulpo et al., 2020). La georreferenciación utiliza coordenadas de un mapa para la asignación de una ubicación espacial a entidades cartográficas. Actualmente, esta útil herramienta es empleada como un método de monitoreo de animales, ya sea en su estado silvestre o como domésticos (Gorandi, 2016).

El monitoreo de aves en áreas urbanas a través de ciencia ciudadana no es nada nuevo. En Chile aplicaron esta estrategia con el fin de conocer el impacto ecológico de la modificación del hábitat de las aves, a una mayor escala dentro de una ciudad (Tejeda & Medrano, 2018). De esta manera, la ciencia ciudadana sirve como modelo para el establecimiento de una línea base de distribución para el monitoreo de especies con un bajo costo de inversión (Squires et al., 2021).

Por ende, el objetivo del presente estudio es el diseño de una plataforma con un sistema de georreferenciación para el registro de *Asio flammeus galapagoensis* y *Tyto alba punctatissima*.

1.1 Descripción del problema

Dentro de la avifauna presente que comprende 58 especies residentes, entre ellas 22 endémicas y 36 nativas (Gottdenker et al., 2005); se encuentran dos especies de aves rapaces nocturnas, la lechuza de campanario (*Tyto alba punctatissima*) y el búho de oreja-corta (*Asio flammeus galapagoensis*). Ambas especies se encuentran en la categoría “En Peligro” según la UICN. Sus amenazas van desde la destrucción del hábitat, transformación de paisaje, el uso de plaguicidas y, las actitudes y percepciones hacia estas aves (Cardona & Enríquez, 2014).

Países de Centroamérica, Sudamérica y África tropical consideran a los búhos y lechuzas como una amenaza para el hogar. La falta de información que se tiene sobre ellos ha provocado que sean sacrificados en varias ocasiones, desconociendo la importancia del papel ecológico de estas especies (Enríquez & Rangel, 2004). Además, a la falta de investigación sobre el estado actual de las poblaciones de lechuza de

campanario y el búho de oreja-corta con respecto a sus amenazas, se desconoce si están aumentando o disminuyendo sus poblaciones en las islas.

Por lo cual, en colaboración con las personas a través de la ciencia ciudadana se pretende informar acerca de las características generales de estas aves e implementar un sistema de registro por medio de fotos y ubicación georreferenciada de avistamientos que podrán compilarse en una plataforma de fácil acceso. Esto contribuirá al Parque Nacional Galápagos en su gestión de conservación de estas especies de aves endémicas.

1.2 Justificación del problema

Las especies del orden Strigiformes en Ecuador son considerablemente alta aun teniendo un territorio no tan extenso. En cuanto a las Galápagos solo hay únicamente dos especies conocidas como búho de oreja-corta y la lechuza de campanario conocidas científicamente como *Asio flammeus galapagoensis* y *Tyto alba punctatissima* respectivamente. Por otra parte, se conoce que no hay información suficiente sobre estas especies dificultando la obtención de datos certeros de las mismas (Enríquez, 2015).

Se conoce que algunas poblaciones de aves están padeciendo un decrecimiento poblacional, peculiarmente en las islas que se encuentran habitadas. Existen diversas razones por las cuales se genera un descenso en su población como, por ejemplo; enfermedades, agricultura, entre otras (Cooke et al., 2019). En el caso del búho de oreja-corta y la lechuza de campanario se han visto afectadas es mayormente por los humanos. En los centros médicos estas vienen con fracturas en sus alas, con huellas de disparos en sus cuerpos y también con golpes en la cabeza. Todo esto se debe a la expansión de las zonas urbanas y agrícolas; la cual hace que cada vez más personas entren en contacto con estas aves lo que puede llevar a mayores ataques hacia estas (Sandoval, 2019).

Por lo cual, se requiere emplear métodos que puedan ser útiles para conservar a estas especies de aves que se encuentran 'En Peligro' según la UICN. Como herramienta se utilizará un sistema de georreferenciación, el cual permite revisar, mostrar y difundir de manera accesible a la ciudadanía (Cascón-Katchadourian et al., 2018). Esta se implementará con ayuda de la ciencia ciudadana la cual busca involucrar a la ciudadanía en general como miembros vitales para el desarrollo de la investigación científica, que a su vez generaría datos que avisarían a los conservacionistas sobre alguna toma de decisión que se debe hacer en algún aspecto (Tapia et al., 2011).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una plataforma de georreferenciación de avistamientos de *Asio flammeus galapagoensis* y *Tyto alba punctatissima* a través de ciencia ciudadana para la conservación de ambas especies.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer estrategias de compilación de avistamientos de especies en las Galápagos para el análisis del uso de hábitats y estado de conservación.
- Analizar la biología y distribución de ambas especies para el empoderamiento de la ciudadanía en la conservación general.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Islas Galápagos y su biodiversidad

La comunidad internacional científica reconoce al archipiélago de las Galápagos por presentar formaciones naturales exclusivas en el mundo y también para la historia de las ciencias biológicas por estar asociada a un hito crucial como lo es la teoría de la evolución que fue formulada por Charles Darwin (Oswaldo, 2009). Estas islas han obtenido el honor de ser uno de los paraísos naturales vírgenes de la Tierra y son conocidas en el mundo principalmente por su abundante biodiversidad desde que la UNESCO lo declaró Patrimonio Natural de la Humanidad (Jordá-Bordehore et al., 2016).

La influencia que tuvieron los sistemas de corrientes superficiales y submarinas, fueron fundamentales para la diversidad de fauna y flora que tiene este archipiélago con respecto a otros, además éste presenta un fuerte porcentaje de especies endémicas como macroalgas, aves marinas y peces (Danulat & Graham J, 2002). Como resultado de investigaciones se tiene que las islas albergan aproximadamente 329 especies nativas de vertebrados (incluyendo anfibios, aves, mamíferos y reptiles), 1900 especies de invertebrados y 560 especies de plantas; de estas se conoce que un 59%, 47% y un 32% son endémicas, respectivamente (Dueñas et al., 2021).

1.4.1.1 Avifauna de las islas

Hasta el momento en las Galápagos se han catalogado 164 especies de aves, pero no se han contado las aves domésticas. En total, 90 especies son residentes o migrantes regulares y 74 visitan a las islas de forma irregular. Más detalladamente 29 especies son

aves pequeñas terrestres (cuculiformes, paloma, passeriformes), 3 especies de gruiformes, 1 gavilán y 2 strigiformes (Kleindorfer et al., 2019).

Dentro de estas especies destacan los pinzones, los cuales para Darwin fueron unos ejemplares que presentaron la evolución. Al inicio Darwin identificó de manera errónea a ciertos pinzones que coleccionó, pero al final éste pudo reconocer su importancia potencial para el estudio de la evolución (Davis, 2016).

En cuanto al orden de Strigiformes que habitan en las Galápagos solo hay 2 subespecies las cuales son la lechuza de campanario y el búho oreja-corta. Estas tienen un notable endemismo y ambas razas son propias de las islas (Bacallado et al., 2005).

1.4.1.2 Lechuza de campanario (*Tyto alba punctatissima*)

Una de las dos únicas especies del orden Striginiformes que habita las islas es la lechuza de campanario conocida científicamente como *Tyto alba punctatissima* (Cadena & Brito M., 2018). Esta es una subespecie endémica, de un pequeño tamaño y la más oscura de las especies continentales. Se encuentra activa únicamente en la noche. Habita en zonas habitadas exactamente en graneros. Su anidación se da en cavidades. Se conoce que en la isla Santa Cruz presenta una alta mortalidad en carreteras (Kleindorfer et al., 2019).

Se encuentra principalmente en las áreas costeras, las cuales se encuentran ciertamente secas, con poca vegetación y en las áreas agrícolas. Su método de caza se basa sobre todo desde una percha el 72% de su tiempo o estando en vuelo por un 28% de su tiempo. Su alimentación consta fundamentalmente de mamíferos e insectos. Donde un promedio sugiere que la dieta de la lechuza se basa más en la ingesta de ratones en las épocas de junio y septiembre; en cuanto a las temporadas de lluvias su dieta se basa más en insectos (de Groot, 1983). En la Tabla 1 se muestra cuáles son las especies consumidas por esta ave según estudios anteriores.

Tabla 1 Presas de la lechuza de campanario (*Tyto a. punctatissima*) (de Groot, 1983)

Especies	Porcentaje hallado en las muestras de gránulos recolectaos (peso)
<u>Insectos</u>	12.03
<u>Aves</u>	0.01
<u>Pájaros</u>	3.42
<u>Mamíferos</u>	84.54

Se puede observar que esta ave rapaz se alimenta mayormente de roedores y en ciertas ocasiones recurre a la ingesta de aves; y esto puede ser por una diferencia en su período de actividad y el tamaño. Como información adicional se puede mencionar que la dieta de la lechuza varía tanto en las tierras bajas (Sierra Negra) como en las tierras altas húmedas (Volcán Alcedo) (de Groot, 1983). Actualmente su estado según la UICN es 'En Peligro'.

1.4.1.3 Búho de oreja-corta (*Asio flammeus galapagoensis*)

El búho de oreja-corta es una especie de ave rapaz nocturna que habita en las Islas Galápagos con otra especie la cual es la lechuza de campanario. Esta especie ha sido poco estudiada por lo cual se desconoce su estado poblacional actual. Sin embargo, se encuentra categorizada en estado de peligro (Araujo et al., 2018). Es una subespecie endémica que puede volar entre las islas. Esta ave puede ser avistada de día a pesar de tener hábitos nocturnos (Kleindorfer et al., 2019).

Esta especie se encuentra en la mayoría de las islas del archipiélago. Esto puede ser debido a su capacidad para alimentarse de una amplia gama de aves marinas. Además, esta ave está más dispuesta a cruzar las aguas abiertas, según las evidencias encontradas de intercambio entre islas de estos búhos. El búho de oreja-corta tiene preferencia a condiciones relativamente húmedas en las pampas en altitudes de hasta 1600 m.s.n.m. En ciertas ocasiones se encuentran en las islas cerca de las colonias de aves marinas. Otra característica de estas aves es que son muy territoriales, y esto se pudo dar a la abundancia de alimentos en su área. La caza de este búho se da con mayor frecuencia desde una percha. Aunque también se lo veía cazando sobre sus alas, y en ciertos momentos estas acechaban a sus presas caminando por el suelo. Su principal alimento se basa en aves y mamíferos, por lo que en la tabla 2 se muestran las especies que sirven de alimento para este búho según el estudio realizado por (de Groot, 1983):

Tabla 2 Presas del búho de oreja-corta (*Asio f. galapagoensis*) (de Groot, 1983)

Especies	Porcentaje hallado en las muestras de gránulos recolectaos (peso)
<u>Insectos</u>	2.1
<u>Aves</u>	50.8
<u>Mamíferos</u>	47.1

Lo que se puede observar es que su dieta está basada en la ingesta mayormente de aves y luego de roedores. En las Islas Galápagos los búhos están continuamente

expuestos a diversas condiciones ambientales. Una diferencia considerable que explican estas variaciones son el tipo de islas y la elevación. por lo cual, la dieta de búho es diferente a la de la lechuza de campanario (de Groot, 1983).

1.4.1.4 Aspectos evolutivos

En un estudio realizado por Groot, R. (1983) menciona los aspectos evolutivos de del búho de oreja-corta y la lechuza de campanario; las cuales fueron relacionadas con 6 subespecies continentales de América del Norte y del Sur. Donde las características evolutivas están determinadas generalmente de su genética. Las cuales incluyen características morfológicas, dimorfismo sexual, desarrollo de las crías y la ecología de la alimentación.

En cuanto a las características morfológicas se tiene que la lechuza de campanario y el búho de oreja-corta son mucho más pequeños que las especies continentales. Posiblemente estas diferencias se pueden deber a las adaptaciones que les provocó las Islas Galápagos al proporcionarles presas más pequeñas.

El dimorfismo sexual en la lechuza de las Galápagos es menor con respecto a las lechuzas continentales, por otro lado, los datos del búho fueron menos concluyentes, pero aun así se sugiere que esta especie es más dismórfica que sus parientes del continente. Esto se pudo haber dado por la dieta, ya que este presentó una diversidad diferente de presas con respecto a las otras subespecies; en cambio, las lechuzas de campanario se mantuvieron igual o pudo haber disminuido.

Ambas aves rapaces de estas islas muestran diferencias en su comportamiento reproductivo, es decir, el tamaño de la nidada y el número de crías es menor, además que, el desarrollo de los polluelos es mucho más lento. Puede darse estas diferencias debido a que no cuentan con fuertes depredadores.

1.4.1.5 Mortalidad

Las poblaciones de aves rapaces nocturnas en zonas tropicales se enfrentan a amenazas relacionadas con el uso desmedido de plaguicidas, destrucción del hábitat, transformación del paisaje, caza y tráfico ilegal (König et al., 2009). Por otro lado, existe otra amenaza que se basa en el conocimiento y creencia popular sobre supersticiones que tienen varios países de América Latina.

1.4.1.5.1 Aumento del urbanismo en las Islas Galápagos

Antes de la llegada del hombre a las Galápagos, los principales factores de mortalidad de las especies de *Tyto a. punctatissima* y *Asio f. galapagoensis* eran

totalmente naturales, ya sea por vejez, enfermedad o depredación por el gavilán de Galápagos (*Buteo galapagoensis*). Sin embargo, los factores de mortalidad para estas aves aumentan proporcionalmente al crecimiento urbano.

Durante el trabajo de campo desde 1979 a 1980 de una investigación de Rudolf de Groot, se evidenciaron los siguientes casos de factores de mortalidad relacionados a los humanos: accidentes de atropello de cuatro lechuzas de campanario en tres días registrado en 1979 en las carreteras de la isla de Santa Cruz; uso excesivo de veneno para ratas en varias áreas de Galápagos; perturbaciones provocadas por el ganado y animales domésticos, ocasionando molestias para las aves que anidan, pisoteo de sus nidos e incluso se alimentan de los huevos o de las crías (de Groot, 1983).

1.4.1.5.2 Conocimiento popular sobre búhos y lechuzas

Estas aves rapaces están categorizadas como un grupo clave en los ecosistemas, dado que cumplen un importante papel ecológico al ser controladores biológicos (Bechard & Márquez-Reyes, 2003). Sin embargo, muchas comunidades humanas no conocen sobre la función de los búhos y las lechuzas en los ecosistemas. En cambio, son relacionadas con supersticiones, creencias, mitos y leyendas. En diferentes culturas son símbolos de medicina, sabiduría e incluso, de brujería, siendo llamadas como “aves de mal agüero” en varios países de África tropical, Centro y Suramérica (Hernández et al., 2017).

La percepción negativa a estas aves puede deberse a ciertos factores; tales como, sus hábitos nocturnos, su apariencia y las vocalizaciones que producen, impulsando así la creación de eventos fantasiosos y sobrenaturales con estas aves (Mikkola, 2000) . La falta de conocimiento que se tiene hacia ellos ocasiona que sean sacrificados al pensar que son amenazas para sus hogares o cultivos (Cardona & Enríquez, 2014).

Además, con el incremento de colonización de las islas, se ha registrado que la caza de búhos y lechuzas es una práctica común entre los isleños. Las razones que daban los habitantes variaban; unos justificaban que mataban al búho de oreja-corta (*Asio f. galapagoensis*) para prevenir que se coman a sus gallinas; otros, mataban a la lechuza de campanario (*Tyto a. punctatissima*) por razones supersticiosas (de Groot, 1983).

1.4.2 Conservación

El rumbo que están tomando las actividades antropogénicas, es a una inevitable crisis mundial de biodiversidad (Díaz et al., 2019), especialmente para las islas. A pesar

de que las islas solo representan el 6,7% de la superficie terrestre, son considerados como hotspots de biodiversidad por albergar aproximadamente el 20% de la biodiversidad del planeta. Lastimosamente, la biodiversidad en islas también representan el 50% de especies amenazadas y el 75% de especies extintas conocidas desde la expansión de Europa en todo el mundo (Fernández-Palacios et al., 2021).

Las islas se caracterizan por su tendencia a tener menor riqueza de especies, mayor endemismo de especies e índices de extinción más pronunciados que los ecosistemas continentales (Heinen et al., 2018). Esta peculiaridad se debe a la insolación y al reducido territorio, limitando el número de especies y facilitando los procesos de evolución (McKinney, 1997). Y las Islas Galápagos no son una excepción a este estado de vulnerabilidad que presentan todas las islas, lo que conlleva que requieran una atención especial para la conservación de su biodiversidad mediante diferentes e innovadoras estrategias que el gobierno ecuatoriano deba tomar.

1.4.2.1 Sistema de Información Geográfica

Existen diversos métodos de conservación cuya aplicación dependerá del estado actual del área deseada a proteger y qué es lo que se pretende conservar. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas tecnológicas e innovadoras que desempeñan diferentes funcionalidades que facilitan la localización con mayor precisión y el análisis de información geográfica de relevancia para la toma de decisiones (Ulpo et al., 2020).

Entre los procesos que realiza SIG está la georreferenciación, cuya función es el empleo de un sistema de coordenadas en un mapa para la asignación de una ubicación espacial a entidades cartográficas como es el caso de SIG (Yao, 2020). La utilización de SIG y la georreferenciación a través de un enfoque de conservación permite el monitoreo de la biodiversidad con el fin de mostrar la distribución espacial de las especies de interés de estudio. La importancia de conocer sobre su distribución sirve para concluir el estado de conservación de la especie y si es necesario; tomar medidas de precaución que se deban cumplir para la conservación de dicha especie.

1.4.2.2 Ciencia Ciudadana

El monitoreo de la biodiversidad tanto en zonas urbanas como rurales se han vuelto cada vez más frecuentes debido al aumento de presiones antropogénicas sobre la biodiversidad a nivel mundial (Ceballos & Ehrlich, 2002). Si bien los monitoreos a gran

escala por parte de profesionales resultan costosos, la ciencia ciudadana puede tomar un papel fundamental en la comprensión de las respuestas de la biodiversidad a la acción antropogénica a futuro (Callaghan et al., 2020).

La ciencia ciudadana es un nuevo enfoque científico participativo donde el ciudadano puede participar en el proceso de investigación científica, con la aportación de datos experimentales, el planteamiento de nuevas ideas o preguntas y creando, en conjunto con otros científicos, una nueva cultura científica (Universidad Autónoma de Chile, 2017). Este nuevo enfoque ha tenido una buena acogida en el ámbito científico por la buena eficiencia en la recopilación y análisis de datos, la democratización de la generación de conocimientos y permite que la ciencia responda mejor a las necesidades de la comunidad (Christine & Thinyane, 2021).

De esta manera, las Islas Galápagos al ser un centro mundial de investigación, ofrece una gran oportunidad para desarrollar ciencia ciudadana en diferentes proyectos científicos, entre ellos, el monitoreo de la biodiversidad de las islas con la participación de los ciudadanos galapaguenses (aproximadamente 25 000 habitantes permanentes) y turistas que visitan al archipiélago (actualmente 185 000 por año) (Tapia et al., 2011).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

El presente estudio consideró limitar los registros de avistamientos de las lechuzas y búhos en las cuatro islas habitadas del archipiélago: Isabela, Floreana, Santa Cruz y San Cristóbal. Por dos motivos establecidos: el primer motivo destaca la intervención humana en estas islas, el cual tendría un efecto directo de las poblaciones de estas aves; segundo, fue con el propósito de tener una mayor participación ciudadana por parte de los galapaguenses y los turistas que llegan a estas islas. Además, se ha reportado que el búho de oreja-corta y la lechuza de campanario frecuentan estas islas, a excepción de la isla Floreana que según un autor (Harris, 1973), la lechuza de campanario se ha extinguido.

A pesar de que las demás islas no se encuentren habitadas o las visitas de humanos son escasas, los avistamientos registrados sí serán considerados como datos adicionales para el análisis de distribución de estas aves.

2.2 Determinación de zonas de potencial observación del búho de oreja-corta y la lechuza de campanario

Para la determinación de zonas como potenciales puntos de observación se necesitó la base de datos de las plataformas de ciencia ciudadana eBird e iNaturalist. De esta manera, se tiene un filtro de las localizaciones más frecuentes de estas especies para considerarlos como puntos principales del estudio. Estas plataformas permiten el libre acceso de los registros de avistamientos de cualquier especie desde cualquier región del mundo por diferentes usuarios. Para la búsqueda de las especies de interés, se estableció los siguientes criterios: Archipiélago de las Galápagos, Ecuador y los nombres científicos respectivos de las especies, "*Tyto alba punctatissima*" y "*Asio flammeus galapagoensis*". Después de la búsqueda se genera una base de datos de los avistamientos de cada especie en un archivo en Excel donde hay información de la especie avistada, las coordenadas del avistamiento, incluso de quienes realizaron los registros.

2.2.1 Base de datos eBird, búsqueda de presencia de la lechuza de campanario y búho de oreja-corta

Se procedió a descargar la base de datos de los avistamientos de ambas especies. En la página de eBird se muestra un menú de opciones donde se eligió la sección de ayuda de la página, dentro de esta opción habrá varias categorías, se seleccionó “Ciencia y conservación” y, se descargó los datos de eBird. Esto direccionó a otra ventana donde al hacer clic en la sección de “Conjunto de datos de observación de eBird (EOD)”, de esta manera se ingresó a la página de GBIF (Global Diversity Information Facility). Se hizo una búsqueda avanzada de *Tyto alba punctatissima* y *Asio flammeus galapagoensis* respectivamente. El primer resultado que arrojó la página fueron el número de registros, se hizo clic en esa opción para poder descargar la base de datos de la opción que decía “Darwin Core Archive” de ambas especies con sus respectivas coordenadas. Para *Tyto a. punctatissima* se reportaron 70 avistamientos, siendo el último registrado en el mes de agosto del 2021. En cambio, *Asio f. galapagoensis* tenía un registro de 150 avistamientos, y su último registro fue en mayo del 2021 (Auer et al., 2021).

2.2.2 Base de datos iNaturalist, búsqueda de presencia de la lechuza de campanario y búho de oreja-corta

En la plataforma de iNaturalist se dio el mismo procedimiento de búsqueda para cada especie, y en la opción de filtro se seleccionó “Grado de investigación”. Esto dio como resultado 39 avistamientos de *Tyto a. punctatissima* y, 100 avistamientos de *Asio f. galapagoensis*. Estos registros fueron tomados hasta la fecha de sus últimas observaciones respectivamente, para *Tyto a. punctatissima* fue el 18 de agosto del 2021 y, *Asio f. galapagoensis* fue el 8 de noviembre del 2021.

Posteriormente se descargó los registros desde la opción de filtro donde está la opción de descarga, luego saldrán varios criterios a escoger para exportar la base de datos deseada, se escogió solo el ID de la especie y las coordenadas (latitud y longitud). En conjunto con la base de datos de eBird, se complementan los registros tomados por los ciudadanos, turistas e investigadores de las Islas Galápagos hasta esta fecha, 18 de noviembre del 2021.

2.3 Mapa de incidencia

En la elaboración de un mapa de incidencia se empleó las bases de datos recolectadas de las plataformas de iNaturalist y eBird. Las bases de datos fueron editadas para que tenga solo la “GBF ID” y, las coordenadas en latitud y longitud en un solo archivo de Excel que permita ser importado al software de ArcMap 10.5 con el sistema de coordinación WGS1984 y la proyección UTM zona 15S para la presentación de datos (*PLAN DE MANEJO DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS DE GALÁPAGOS PARA EL BUEN VIVIR by WWF Ecuador - Issuu, 2014*). Con los registros importados correctamente se continuó con el diseño de un mapa de puntos calientes. Se agregó un mapa base de Google en nuestra área de estudio y se añadieron los puntos de avistamientos ingresados anteriormente en el archivo de Excel. Después de tener los puntos en el mapa, se buscó la opción de “Heatmap” que está en la sección de simbología de las propiedades del archivo de los puntos de avistamientos. La opción de mapa de calor facilita identificar la distribución de especies que tienden a migrar de islas a islas (LACES & Toledo Ramirez, 2019).

2.4 Creación de la iniciativa de conservación

Para la aplicación de ciencia ciudadana, se creó una página web llamada “Proyecto Buh-Lech”, la cual tiene como propósito informar a la comunidad sobre la iniciativa de conservación del búho y la lechuza de las islas Galápagos con el fin de que se unan más personas a esta iniciativa. Adicionalmente, estará disponible información como: la identificación de las dos especies, características generales, las principales amenazas que se enfrentan en las islas y un formulario donde el ciudadano podrá acceder para realizar su registro de avistamiento.

Se creó un formulario que fue y será esencial para la recolección de datos. Dentro del formulario se realizó una serie de preguntas que van desde información básica pero primordial, como la identificación y ubicación de la especie, hasta preguntas de interés biológico sobre el estado, actividad y sitios de anidación que serán información adicional en el análisis de la distribución y comportamiento de las especies de estudio.

2.4.1 Blog del “Proyecto Buh-Lech”

Cada día se busca la forma de atraer a personas a que conozcan, aporten información o ayuden de alguna manera a proyectos de investigación, ciencias; entre

otros. Por lo cual hoy en día un modo es el uso de blogs. Estos nos permiten generar conocimientos, proveer información y otra característica es la capacidad de llamar su atención para que se involucren en algún estudio focalizado en un tema en concreto. Un estudio realizado por investigadores brasileños mostro aspectos positivos sobre este recurso y estos fueron: mejorar la capacidad de captación y el impacto que tienen los investigadores ante el público, tener la fuerza de atraer a jóvenes estudiantes como colaboradores (Nassi-Calò, 2018).

El blog generado en este proyecto y nombrado como “Proyecto Buh-Lech” tiene el propósito de informar a la ciudadanía sobre dos subespecies endémicas del orden Strigiformes que habitan las Galápagos dado que mucha gente desconoce que significan estas aves para las islas. En la página de inicio se encontrará información sobre el proyecto y quienes lo conforman, generalidades del búho de oreja-corta y la lechuza de campanario; y como se puede aportar al estudio de estas dos aves rapaces. Dentro de cada sección se encontrarán cuadros de diálogo; como por ejemplo el de “Conocer más” que se encuentra en la parte donde están las características de las aves y al hacer clic a estos les llevara una página con información relevante de estas especies. Por otro lado, también podrán acceder a los datos que se generaron en el formulario de registro para así conocer un poco más de su distribución.

2.5 Socialización de la plataforma

La socialización del proyecto se realizó mediante el uso de una red social conocida como Instagram y un blog, los cuales concentran información sobre las especies objetivo del estudio. Estos medios fueron primordiales debido a que fueron clave para llamar la atención de los ciudadanos que deseen conocer más al respecto y quieran participar en la iniciativa de conservación de estas dos de tres aves rapaces que habitan estas islas.

Por medio de esto se pretende obtener información más actual sobre el estado y distribución de estas especies para así conocer de una fuente cercana la realidad de estas.

2.5.1 Cuenta oficial de Instagram

Esta cuenta se creó como medio principal para dar a conocer la iniciativa del proyecto por medio de publicaciones constantes y así también a la vez promover la concientización de estos animales. Con esto se quiere llegar al público joven que cada vez se suman a este tipo de redes con el fin de entretenimiento, pero a su vez estos

podrían interesarse en causas nobles como lo es la conservación de especies y por otro lado conocer más sobre las especies que no han sido últimamente estudiadas.

2.6 Análisis de datos

Con los datos recopilados se realizó un mapa de calor, esto permite conocer sobre cuáles son los puntos en los que dichas especies se focalizan más. Además de ordenar la información recopilada que permitirá tener una base de datos de los registros y que aportaran de ser necesario al estudio de estas especies.

2.6 Divulgación de la información

Con la información obtenida, se procedió a una organización de esta para presentar actualizaciones constantes sobre los datos que hayan sido ingresados en el formulario de registro. Esto permitirá conocer los datos aportados periódicamente a la ciudadanía que aporte con información en el registro. Los datos serán publicados en la cuenta oficial de Instagram y también en el blog. Además, es importante dar a conocer regularmente los datos de estas aves rapaces nocturnas para así cada vez más ir demostrando que con la ayuda de la ciencia ciudadana se puede aportar con la obtención de datos que permiten conocer información específica.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Área de estudio

La selección de las islas para la participación en la iniciativa de conservación "Proyecto Buh-Lech" fue la óptima al ser islas mayormente grandes y habitadas. En la Tabla 3 se muestran los datos de población y área de superficie de acuerdo con el censo INEC 2010.

Tabla 3 Población de las Galápagos por islas (CGDREG, 2010)

Poblados	Superficie (Km ²)	Habitantes	% Isla
Isla Isabela	4588	2,256	8,98 %
Isla Santa Cruz (incluye Baltra)	1,794	15,393	61,27%
Isla San Cristóbal	558	7,330	29,75%
Isla Floreana	173	145	
Total Población		25,124	100%

3.2 Determinación de zonas de potencial observación del búho de oreja-corta y la lechuza de campanario

Se obtuvieron un total de 301 registros de avistamientos del búho de oreja-corta y lechuza de campanario en dos plataformas de ciencia ciudadana que tienen libre acceso y son ampliamente utilizadas en el país (139 en iNaturalist, eBird 162). Dentro de los 139 registros en la plataforma de iNaturalist: 100 fueron del búho oreja-corta y 39, de la lechuza de campanario. Así mismo, en los registros en eBird: 92 fueron de búho de oreja corta y 70 de la lechuza de campanario. Sin embargo, en este último registro hubo varios avistamientos sin sus coordenadas geográficas, teniendo como final solo 39 registros con georreferenciación.

Se obtuvieron registros desde 1897 hasta el año 2021 de ambas plataformas de ciencia ciudadana. En total se recolectó 301 registros de los cuales 19 avistamientos no se guardaron con fecha de registro. Para los registros restantes, se evidenció que el año 2019 obtuvo el mayor número de avistamiento, 50 avistamientos en total, que representa

el 17.73%. Y el segundo mayor registro fue en el 2018 con 30 registros (10.63%). Ver Figura 1.



Figura 1 Avistamientos registrados de lechuza y búho en las Galápagos

3.3 Mapa de incidencia

En base a los anteriores registros de avistamientos proporcionados por las plataformas anteriormente mencionadas, se realizó un mapa de incidencia de las dos aves rapaces según la plataforma donde se accedieron dichos registros.

En la Figura 2 se visualizó que la lechuza de campanario (*Tyto alba punctatissima*) fue registrada en tres islas: en Isabela (n=2); Santa Cruz (n=29); y San Cristóbal (n=1). Se identificó una destacable abundancia esta especie en la isla Santa Cruz, específicamente en las zonas de altas elevaciones como “Los Gemelos”, Cerro Crocker, “Media Luna”, en la Reserva Ecológica Cerro Mesa y también, en zonas urbanas como el Puerto Ayora.

Entre las zonas con mayor avistamiento de la lechuza fueron en Los Gemelos, Cerro Crocker y Media Luna. El primero se caracteriza por ser un hundimiento de cráteres que fueron formados por numerosas erupciones volcánicas. Además, se encuentra el único bosque de *Scalesia* en toda la isla de Santa Cruz, este ecosistema es conformado por arbustos y árboles endémicos del género *Scalesia* de las islas Galápagos, proporcionando un hábitat para diferentes especies de las islas, en especial a las aves (Rivera & Svenson, 2020). Igualmente se evidenció la preferencia a zonas

altas al tener también numerosos avistamientos en las elevaciones más altas de las islas, como son el Cerro Crocker y Media Luna.

Por otro lado, los avistamientos del búho de oreja-corta (*Asio flammeus galapagoensis*) fueron más heterogéneos que la lechuza de campanario. Se encontró en varias islas del archipiélago, tales como: Isabela (n=6); Santiago (n=1); Floreana (n=1); Española (n=1); San Cristóbal (n=3); Santa Cruz (n=16); y Genovesa (n=44).

Asimismo, se observó que hubo una mayor concentración de poblaciones de búho en la isla Genovesa, también llamada isla Tower, al sur de la Bahía Darwin donde se encuentra un lugar llamado El Barranco. En ese lugar se encuentran dos especies conocidas como golondrinas de mar que se han adaptado a los acantilados formados por lava, donde pueden hacer nidos en sus cavidades (Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2016). Una de estas especies es el petrel de las Galápagos (*Pterodroma phaeopygia*), especie endémica que se encuentra en Peligro Crítico y es una de las principales presas del búho de oreja-corta (BirdLife International, 2021). Esto podría explicar la abundancia del búho en esta isla dado que tienen preferencias a hábitats cerca de las cosas o zonas altas por la disposición de alimento (de Groot, 1983).

Por otro lado, se puede mencionar que hubo varios registros en el sur de la isla Isabel, donde se encuentra los volcanes de Sierra Negra, Azufre, Chico y también en playas como Punta Cristóbal y Caleta Iguana. Otra isla para destacar es la isla San Cristóbal, donde sus avistamientos de búhos y lechuzas se concentraron en el cerro San Joaquín.

Avistamientos del búho y la lechuza de Galápagos según datos iNaturalist

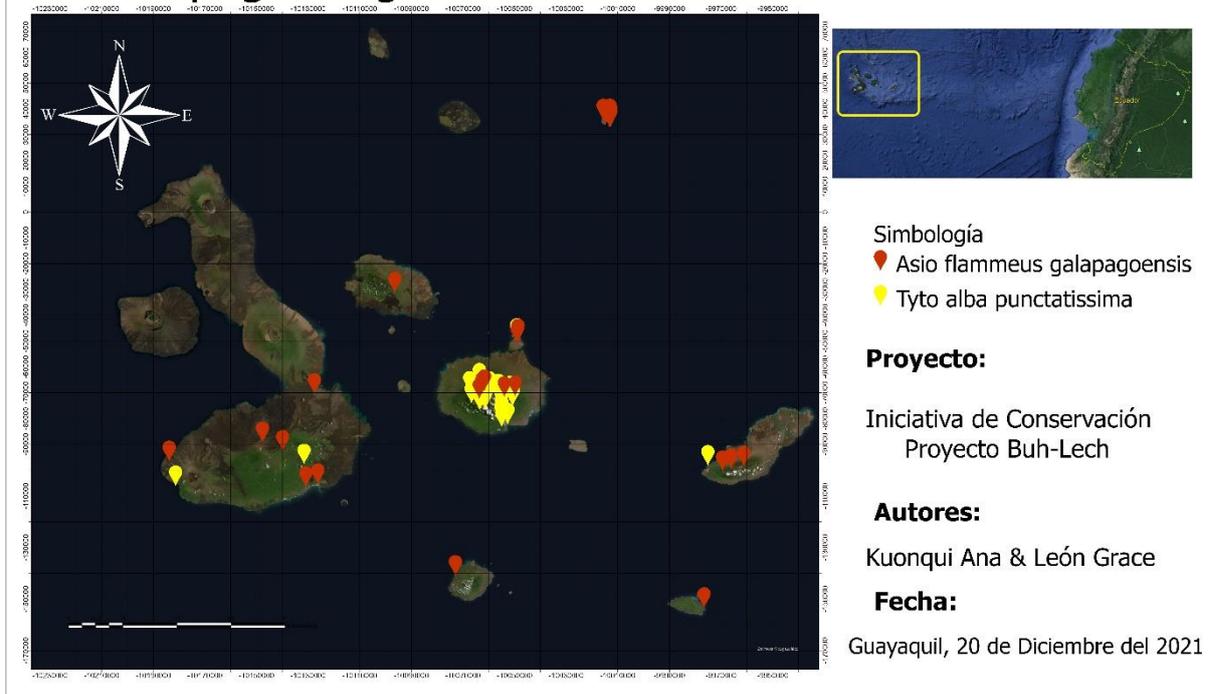


Figura 2 Mapa de incidencia de avistamientos según datos de iNaturalist

Con respecto a los registros de avistamientos de la plataforma eBird (Figura 3), tienen cierto patrón de similitud con los registros de iNaturalist (Figura 2). Hubo mayor registro de la lechuza de campanario (*T. a. punctatissima*) en Los Gemelos, Cerro Crocker y Media Luna en la isla de Santa Cruz ($n=37$). Adicionalmente, se mostró ciertos avistamientos en otras islas como Isabela ($n=1$) y Santiago ($n=1$).

Por otra parte, el búho de oreja-corta (*A. f. galapagoensis*) obtuvo más registros en distintas islas como: Pintón ($n=1$), Rabida ($n=1$), Santa Fe ($n=1$), Floreana ($n=1$); Isabela ($n=6$); Santa Cruz ($n=17$) y, nuevamente con una gran abundancia en la isla Genovesa ($n=65$).



Figura 3 Mapa de incidencia de avistamientos según datos de eBird

En ambos mapas de incidencia se logró identificar las zonas de potencial observación de estas aves. Existe mayor facilidad de observar al búho de oreja en diferentes islas del archipiélago, pero se puede destacar una mayor población de esta especie en “El Barranco” ubicado en la isla Genovesa. Además, hay otras zonas donde ambas especies coinciden con numerosos avistamientos, en Los Gemelos, Cerro Crocker y Media Luna en la isla Santa Cruz. Son zonas altas de las islas que están caracterizadas por su bosque de *Scalesia* y de albergar una gran variedad de avifauna.

3.4 Divulgación

3.4.1 Blog de Proyecto Buh-Lech y formulario de registro

Tomando en cuenta desde el 15/11/2021, fecha respectiva de la publicación del blog; se ha registrado un total de 30 visitas de acuerdo con la Figura 4. Donde 11 se han realizado por medio de computadoras de escritorio y los 19 restantes han ingresado por



Figura 4 Número de visitas del blog

vía móvil. El bajo número de visitas se debe a que las conversaciones con el PNG aún están pendientes para poder colaborar con una difusión más eficiente del blog.

Además, el blog presenta la dirección del formulario que fue creado con ayuda del Laboratorio de Geoinformación y Teledetección que está localizado en las instalaciones de la ESPOL. Este formulario fue realizado con la ayuda del laboratorio con el cual se dio obtención de datos sobre la distribución de las dos aves rapaces de interés. Las plataformas del blog y del formulario se encuentran disponibles a través de los códigos QR respectivamente (Ver Figura 5 a-b).



Figura 5 Códigos QR

Hasta el momento 12 de noviembre del 2022 se cuenta con un total de 21 registros, lo cuales recopilan el avistamiento de un total de 29 aves de estudio. De esta cantidad 15 registros pertenecían al búho de oreja-corta y los otros 14 de la lechuza de campanario; donde estas fueron observadas por contacto visual de acuerdo con la información proporcionada en el formulario. Con el mapa de calor obtenido mostrado en la Figura 7, se puede observar una mayor concentración de estas dos subespecies en la Isla Santa Cruz. Esta plataforma es capaz de mostrar todos los avistamientos registrados

en tiempo real junto a la información que se tiene por cada registro en la columna a la izquierda, al hacer zoom en cada punto se puede visualizar de qué especie se trata, cuántos individuos fueron avistados, el estado que se encontró la(s) especie(s), en qué zona se encontraba y cómo fueron visualizadas en ese momento.



Figura 6 Dashboard de los registros del formulario

3.4.2 Cuenta de Instagram

La creación de la cuenta oficial del proyecto de Instagram fue el 15 de noviembre del año 2021. Por ahora cuenta con un total de 64 seguidores. En la Figura 6 se puede observar el número de interacciones que ha tenido la cuenta; donde estas han sido de 204 en total siendo 54 realizadas por seguidores y 150 por personas que no siguen a la cuenta. Estas interacciones se deben a los hashtags que se usan; los cuales promueven un buen esparcimiento de la información que se comparte. Estos tienen el fin de captar la atención de más personas.

Por el momento esta es la vía más interactiva, y esto se debe a que al publicar información variada muchas personas pueden descubrir o saber más a fondo de la iniciativa del proyecto y así poder alcanzar a más personas que se interesen sobre este tipo de temas.

Las publicaciones realizadas hasta la fecha contienen una variedad de información sobre estas dos subespecies endémicas de las Galápagos, las cuales tienen el propósito

de dar a conocer características de estas aves de una forma fácil y comprensible para el internauta.



Figura 7 Número de las vistas alcanzadas

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aplicación de la ciencia ciudadana como método de conservación de dos especies rapaces endémicas de las Galápagos garantiza un mayor número de ciudadanos interesados en iniciativas de conservación; los cuales facilitan la recolección de datos sobre avistamientos del búho de oreja-corta y lechuza de campanario (especies objetivos del estudio).

El uso de una red social como uno de los medios de socialización es esencial para este tipo de proyectos. Esto se debe a que promover la iniciativa conocida como “Proyecto Buh-Lech” por vías conocidas como lo es la plataforma de Instagram, puede llamar la atención de personas interesadas en involucrarse a temas ecológicos. Además, de la creación de un blog oficial; el cual permite conocer más a fondo sobre la propuesta que se ha planteado.

4.1 Conclusiones

- Según los registros de avistamientos de las plataformas de ciencia ciudadana se logró identificar dos islas de potencial observación en las Galápagos. En la isla Santa Cruz donde se encuentran sitios de altas elevaciones como “Los Gemelos”, Cerro Crocker, Media Luna y, poseen un bosque de Scalesia, que es hábitat de búhos y lechuzas. Asimismo, se identificó la zona de “El Barranco” en la isla Genovesa como hotspot para el búho de oreja-corta.
- La aplicación de la ciencia ciudadana demostró ser un método eficaz para la obtención de datos sobre la distribución espacial de las poblaciones de ambas aves de estudio. Por consiguiente, es una excelente alternativa como método de conservación.
- El mapa de calor que muestra la distribución de estas aves permite una mejor comprensión sobre la preferencia de hábitats en la región insular. Además, estos datos pueden servir de referencia para futuros estudios, investigaciones o proyectos que involucren a estas dos subespecies endémicas.
- La iniciativa de conservación posibilitó la creación de un vínculo entre los ciudadanos y las especies de objetivo, debido a que esta iniciativa cuenta con

un sistema de registro de avistamientos y divulgación de información. Todo esto con el fin de impartir conocimientos e información a las personas sobre su rol en la conservación de una o varias especies.

4.2 Recomendaciones

- Mejorar las estrategias de comunicación durante la fase de socialización para vez con el registro de avistamiento; por parte de los ciudadanos y turistas. Por ejemplo, que se organicen capacitaciones presenciales o virtuales sobre la importancia ecológica de estas dos aves rapaces endémicas a las comunidades junto al personal del PNG.
- Establecer más conexiones con entidades gubernamentales y/o privadas que se preocupen por temas de conservación; para que así haya un mejor manejo en la forma de promocionar la iniciativa.
- Promover iniciativas de conservación con el mismo enfoque de la ciencia ciudadana a diferentes especies que estén catalogadas como amenazadas o en peligro.

BIBLIOGRAFÍA

- Araujo, P., Arnal, H., Delgado, B., Díaz, P., Izurieta, A., Jiménez-Uzcátegui, G., Marín, J., Moity, N., Ramírez, J., & Schuiteman, M. (2018). *Atlas de Galápagos*.
- Auer, T., Barker, S., Borgmann, K., Charnoky, M., Childs, D., Curtis, J., Davies, I., Downie, I., Fink, D., Fredericks, T., Ganger, J., Gerbracht, J., Hanks, C., Hochachka, W., Iliff, M., Imani, J., Johnston, A., Lenz, T., Levatich, T., ... Wood, C. (2021). *EOD – eBird Observation Dataset*. <https://doi.org/10.15468/aomfnb>
- Bacallado, J. J., Pérez, Á., & Sánchez-Pinto, L. (2005). *Sobre Galápagos y su avifauna*.
- Bechard, M. J., & Márquez-Reyes, C. (2003). Mortality of wintering Ospreys and other birds at aquaculture facilities in Colombia. *Journal of Raptor Research*, 37, 292-298.
- BirdLife International. (2021). *Galapagos Petrel (Pterodroma phaeopygia)—BirdLife species factsheet*. <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/22698020>
- Cadena, H., & Brito M., J. (2018, febrero 8). *EGAGROPILAS DE BÚHOS, RAUDAL DE INFORMACIÓN*.
- Callaghan, C. T., Ozeroff, I., Hitchcock, C., & Chandler, M. (2020). Capitalizing on opportunistic citizen science data to monitor urban biodiversity: A multi-taxa framework. *Biological Conservation*, 251, 108753. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108753>
- Cardona, J. S. R., & Enríquez, P. L. (2014). Conocimiento Popular Sobre Los Búhos en Poblaciones Rurales del Suroccidente de Manizales, Caldas, Colombia. *Etnobiología*, 12(3), 41-48.
- Cascón-Katchadourian, J., Ruiz-Rodríguez, A.-Á., & Alberich-Pascual, J. (2018). Uses and applications of georeferencing and geolocation in old cartographic and

- photographic document management. *El Profesional de la Información*, 27(1), 202. <https://doi.org/10.3145/epi.2018.ene.19>
- Ceballos, G., & Ehrlich, P. R. (2002). Mammal Population Losses and the Extinction Crisis. *Science*, 296(5569), 904-907. <https://doi.org/10.1126/science.1069349>
- Christine, D. I., & Thinyane, M. (2021). Citizen science as a data-based practice: A consideration of data justice. *Patterns*, 2(4), 100224. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2021.100224>
- Cooke, S. C., Haskell, L. E., van Rees, C. B., & Fessl, B. (2019). A review of the introduced smooth-billed ani *Crotophaga ani* in Galápagos. *Biological Conservation*, 229, 38-49. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.11.005>
- Danulat, E., & Graham J, E. (2002). *Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad*. 484.
- Davis, F. R. (2016). Darwin's Finches, the Galapagos, and Natural Laboratories of Evolution. En R. M. Kliman (Ed.), *Encyclopedia of Evolutionary Biology* (pp. 387-393). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800049-6.00010-X>
- de Groot, R. (1983). Origin, status and ecology of the owls in Galapagos. *Ardea*, 71.
- de Nascimento, L., Nogué, S., Naranjo-Cigala, A., Criado, C., McGlone, M., Fernández-Palacios, E., & Fernández-Palacios, J. M. (2020). Human impact and ecological changes during prehistoric settlement on the Canary Islands. *Quaternary Science Reviews*, 239, 106332. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106332>
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., ... Zayas, C. N. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points

to the need for transformative change. *Science*, 366(6471), eaax3100.
<https://doi.org/10.1126/science.aax3100>

Dirección del Parque Nacional Galápagos. (2016). *El Barranco*. Parque Nacional Galápagos Ecuador.
http://www.carlospi.com/galapagospark/sitiosdevisita/el_barranco.html

Dueñas, A., Jiménez-Uzcátegui, G., & Bosker, T. (2021). The effects of climate change on wildlife biodiversity of the galapagos islands. *Climate Change Ecology*, 2, 100026. <https://doi.org/10.1016/j.ecochg.2021.100026>

Enríquez, P. L. (2015). *LOS BÚHOS NEOTROPICALES*. 634.

Enríquez, P. L., & Rangel, L. (2004). Conocimiento Popular sobre los Búhos en los Alrededores de un Bosque Húmedo Tropical Protegido en Costa Rica. *Etnobiología*, 4(1), 41-53.

Fernández-Palacios, J. M., Kreft, H., Irl, S. D. H., Norder, S., Ah-Peng, C., Borges, P. A. V., Burns, K. C., de Nascimento, L., Meyer, J.-Y., Montes, E., & Drake, D. R. (2021). Scientists' warning – The outstanding biodiversity of islands is in peril. *Global Ecology and Conservation*, 31, e01847.
<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01847>

Gorandi, E. (2016). Desarrollo y evaluación de un sistema de monitoreo animal georreferenciado para ganadería de precisión. *III Congreso Argentino de Ingeniería*.

Gottdenker, N. L., Walsh, T., Vargas, H., Merkel, J., Jiménez, G. U., Miller, R. E., Dailey, M., & Parker, P. G. (2005). Assessing the risks of introduced chickens and their pathogens to native birds in the Galápagos Archipelago. *Biological Conservation*, 126(3), 429-439. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.06.025>

- Harris, M. P. (1973). The Galápagos Avifauna. *The Condor*, 75(3), 265-278.
<https://doi.org/10.2307/1366166>
- Heinen, J. H., van Loon, E. E., Hansen, D. M., & Kissling, W. D. (2018). Extinction-driven changes in frugivore communities on oceanic islands. *Ecography*, 41(8), 1245-1255. <https://doi.org/10.1111/ecog.03462>
- Hernández, M., Vargas, M., Torres, N., & Pachón-Barbosa, N. (2017). LAS AVES RAPACES NOCTURNAS (BÚHOS Y LECHUZAS): APORTES AL ESTUDIO DE SU POPULARIDAD. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 9, 43. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.9num.17bio-grafia43.53>
- Jordá-Bordehore, L., Toulkeridis, T., Romero-Crespo, P. L., Jordá-Bordehore, R., & García-Garizabal, I. (2016). Stability assessment of volcanic lava tubes in the Galápagos using engineering rock mass classifications and an empirical approach. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 89, 55-67. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2016.08.005>
- Kleindorfer, S., Fessler, B., Peters, K., & Anchundia, D. (2019). *Guía de Campo: Aves Terrestres Residentes de Galápagos*. <https://www.darwinfoundation.org/es/publicaciones/guias-de-identificacion/guia-de-campo-aves-terrestres-residentes-de-galapagos>
- König, C., Weick, F., & Becking, J.-H. (2009). *Owls of the World*. A&C Black.
- LACES, Y., & Toledo Ramirez, R. (2019). *GENERACIÓN DE MAPAS DE CALOR PARA SISTEMA DE INFORMACIÓN MARÍTIMA*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30264.80643>
- McKinney, M. L. (1997). Extinction Vulnerability and Selectivity: Combining Ecological and Paleontological Views. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28(1), 495-516. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.28.1.495>

- Mikkola, H. (2000). General public knowledge of owls in Finland. *Buteo* 11. 5-18. *Buteo*, 11, 5-18.
- Nassi-Calò, L. (2018, marzo 7). *Blogs como forma de comunicación científica en la era de las redes sociales*. <https://blog.scielo.org/es/2018/03/07/blogs-como-forma-de-comunicacion-cientifica-en-la-era-de-las-redes-sociales/>
- Oswaldo, B. T. (2009). Las islas Galápagos: Tesoro natural. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas: REMCB*, 30(1-2), 125-126.
- Parque Nacional Galápagos. (s. f.). *Parque Nacional – Dirección del Parque Nacional Galápagos*. Recuperado 2 de noviembre de 2021, de <https://www.galapagos.gob.ec/el-parque/>
- PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (s. f.). Recuperado 1 de noviembre de 2021, de <https://www.ambiente.gob.ec/parque-nacional-galapagos/>
- PLAN DE MANEJO DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS DE GALÁPAGOS PARA EL BUEN VIVIR by WWF Ecuador—Issuu, (2014). https://issuu.com/wwfgalapagos/docs/_1_plan_de_manejo_del_png_2014__fin
- Rivera, J., & Svenson, G. J. (2020). *The Neotropical Polymorphic Earless Praying Mantises: A taxonomic review of the genera and checklist of species*. Entomological Society of America.
- Sandoval, C. (2019, septiembre 28). *Humanos amenazan a búhos y lechuzas*. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/tendencias/planeta-humanos-amenazan-buhos-lechuzas.html>
- Sevilla Perez, A. (2018). El misterio de los misterios. Las islas Galápagos en Ecuador y la obra “El Origen de las Especies”. *HiSTOReLo. Revista de Historia Regional y Local*, 10(19), 121-156. <https://doi.org/10.15446/historelo.v10n19.61461>

Sistema Nacional de Áreas Protegidas – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (s. f.). Recuperado 2 de noviembre de 2021, de <https://www.ambiente.gob.ec/sistema-nacional-de-areas-protegidas/>

Snell, H., Tye, A., Causton, C., & Bensted-Smith, R. (2002). *CURRENT STATUS OF AND THREATS TO THE TERRESTRIAL BIODIVERSITY OF GALAPAGOS* (pp. 30-47, 136).

Squires, T. M., Yuda, P., Akbar, P. G., Collar, N. J., Devenish, C., Taufiqurrahman, I., Wibowo, W. K., Winarni, N. L., Yanuar, A., & Marsden, S. J. (2021). Citizen science rapidly delivers extensive distribution data for birds in a key tropical biodiversity area. *Global Ecology and Conservation*, 28, e01680. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01680>

Tapia, W., Crall, A., Cayot, L. J., Sterling, E., & Gibbs, J. P. (2011). *Ciencia ciudadana: Una nueva herramienta de conservación para Galápagos*. 6.

Tejeda, I., & Medrano, F. (2018). El potencial de la ciencia ciudadana para el estudio de las aves urbanas en Chile. *DU & P: revista de diseño urbano y paisaje*, 33, 59-66.

Ulpo, O., Quijije, A., Correa, B., & Mosquera, B. (2020). *Análisis de los sistemas de georreferenciación para los emprendimientos*.

Universidad Autónoma de Chile. (2017). *Guía para conocer la ciencia ciudadana*. Universidad Autónoma de Chile. <https://repositorio.uautonoma.cl>

Wardle, D. A., Walker, L. R., & Bardgett, R. D. (2004). Ecosystem Properties and Forest Decline in Contrasting Long-Term Chronosequences. *Science*, 305(5683), 509-513. <https://doi.org/10.1126/science.1098778>

Yao, X. A. (2020). Georeferencing and Geocoding. En *International Encyclopedia of Human Geography* (pp. 111-117). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10548-7>

APÉNDICES

Apéndice A Nombre de las especies que son presa de la lechuza campanaria (*Tyto a. punctatissima*) (de Groot, 1983)

Especies	Porcentaje hallado en las muestras de gránulos recolectaos (peso)
<u>Insectos</u>	12.03
Blattidae (cucarachas)	0.6
Coleoptera (escarabajos)	0.02
Carabidae	0.01
Carabidae, <i>Calosoma</i>	0.01
Cerambycidae, <i>Eburia</i>	<0.01
Cerambycidae, <i>Stenodontes</i> (escarabajo cuervo)	2.35
Tenebrionidae	0.01
Tettigoniidae (grillos)	9.02
Acrididae, <i>Schistocerca</i> (saltamontes)	0.01
<u>Arañas</u>	0.01
Arachnida	0.01
<u>Pájaros</u>	3.42
<i>Pterodroma phaeopygia</i>	1.37
<i>Laterallus spilonotus</i>	0.01
<i>Neocrex erytrops</i>	0.63
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	0.76
<i>Dendroica petechia</i>	0.01
Geospizinae	0.37
<i>Geospiza fuliginosa</i>	0.03
<i>Geospiza foris</i>	0.01
<i>Camarhynchus parvulus</i>	0.01
<i>Certidae olivácea</i>	0.22
<u>Mamíferos</u>	84.54
<u><i>Rattus rattus</i></u>	34.40
<i>Mus musculus</i>	47.60
<i>Cavia aparea</i>	2.53
<i>Lasiurus cinereus</i>	0.01

Apéndice B Nombre de las especies que son presa del búho de oreja-corta (*Asio f. galapagoensis*) (de Groot, 1983)

Especies	Porcentaje hallado en las muestras de gránulos recolectaos (peso)
<u>Insectos</u>	2.1
Blattidae (cucarachas)	0.1
Cerambycidae, Stenodontes (escarabajo cuervo)	0.5
Tettigoniidae (grillos)	0.5
Acrididae, <i>Schistocerca</i> (saltamontes)	1.0
<u>Pájaros</u>	50.8
<i>Pterodroma phaeopygia</i>	10.9
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	9.9
<i>Myiarchus magnirostris</i>	0.6
Geospizinae	0.4
<i>Geospiza fuliginosa</i>	3.3
<i>Geospiza fortis</i>	7.4
<i>Geospiza foris</i>	6.3
<i>Camarhynchus parvulus</i>	8.7
<i>Certidae olivácea</i>	3.3
<u>Mamíferos</u>	47.1
<u><i>Rattus rattus</i></u>	20.4
<i>Mus musculus</i>	26.7