



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

**“DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ECOLÓGICA DE QUIRÓPTEROS EN
UN ESCENARIO PRESENTE Y FUTURO DENTRO DE LA PARROQUIA
IMBAYA, PROVINCIA DE IMBABURA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERA
EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

ZILA ELIZABETH MUÑOZ SÁNCHEZ

DIRECTOR:

Ing. Gabriel Alexis Jácome Aguirre, MSc.

2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

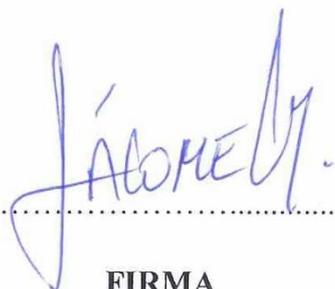
**“DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ECOLÓGICA DE QUIRÓPTEROS EN
UN ESCENARIO PRESENTE Y FUTURO DENTRO DE LA PARROQUIA
IMBAYA, PROVINCIA DE IMBABURA”**

Trabajo de titulación revisada por el Comité Asesor, previa a la obtención del
Título de:

INGENIERA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADO:

Ing. Gabriel Jácome, MSc

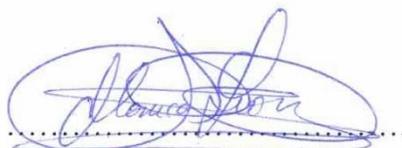


.....

DIRECTOR

FIRMA

Ing. Mónica León, MSc.



.....

ASESOR

FIRMA

Ing. Sania Ortega, MSc.



.....

ASESOR

FIRMA

IBARRA – ECUADOR

ABRIL, 2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD	0401911557	
APELLIDOS Y NOMBRES	Muñoz Sánchez Zila Elizabeth	
DIRECCIÓN:	Imbaya – Imbabura	
EMAIL:	zemunozs@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:	0985862439

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ECOLÓGICA DE QUIRÓPTEROS EN UN ESCENARIO PRESENTE Y FUTURO DENTRO DE LA PARROQUIA IMBAYA, PROVINCIA DE IMBABURA
AUTORA:	Muñoz Sánchez Zila Elizabeth
FECHA:	26 de abril 2023
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR:	Ing. Gabriel Alexis Jácome Aguirre, MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y son titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de ésta y saldré en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de abril de 2023

LA AUTORA:



.....
Zila Elizabeth Muñoz Sánchez

CI.: 040191155-7

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA – UTN

Fecha: 26 de abril del 2023

ZILA ELIZABETH MUÑOZ SÁNCHEZ

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ECOLÓGICA DE QUIRÓPTEROS EN UN ESCENARIO PRESENTE Y FUTURO DENTRO DE LA PARROQUIA IMBAYA, PROVINCIA DE IMBABURA

TRABAJO DE GRADO

Ingeniera en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Ibarra, 26 de abril de 2023.

DIRECTOR: MSc. Gabriel Alexis Jácome Aguirre, Ing.

El objetivo de la presente investigación evaluó la diversidad y distribución ecológica de quirópteros en el escenario presente y futuro para proponer estrategias de conservación. De acuerdo con lo mencionado este estudio determinó la diversidad del orden quiróptera en las zonas de vegetación arbustiva, cultivos y pastizales de la parroquia Imbaya, se analizó la distribución ecológica del orden quiróptera bajo un escenario presente y futuro (año 2050) y propuso estrategias de conservación de quirópteros dentro de la parroquia de Imbaya.

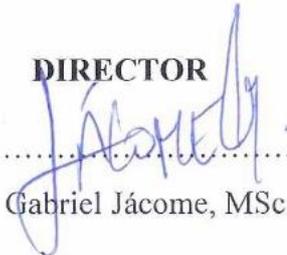
Ibarra, 26 de abril de 2023

AUTORA



.....
Zila Elizabeth Muñoz Sánchez

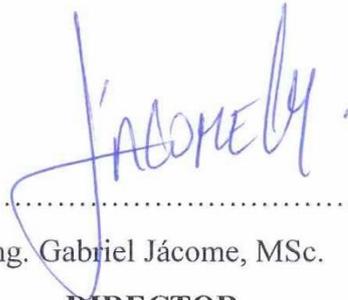
DIRECTOR



.....
Ing. Gabriel Jácome, MSc.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita ZILA ELIZABETH MUÑOZ SÁNCHEZ, con cédula de ciudadanía Nro. 040191155-7, bajo mi supervisión en calidad de director.



.....

Ing. Gabriel Jácome, MSc.

DIRECTOR

Ibarra, a los 26 días del mes de abril de 2023

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, porque bajo su guía y poder he podido perseverar no sólo en sus caminos sino en todo lo que me he propuesto. Gracias al Creador de todo, mi vida tiene sentido y a pesar de las dificultades ha sido muy misericordioso conmigo y me ha enseñado cómo funciona su fidelidad y su grande amor, permitiéndome restablecer mis fuerzas y mi ánimo para vencer cada obstáculo a su debido tiempo.

Agradezco a mi Pastor Luis Flores Suárez, por toda la ayuda que me ha brindado, considero que es más lo que he recibido que lo que he dado, por lo cual sigo motivada a ser mejor cada día y a seguir creciendo para poder ayudar a otros, pues ese mismo ha sido su buen ejemplo y si a él no puedo pagarle cuanto más a Dios por todo lo que me ha enseñado. Le doy gracias a mi familia en el Señor que ha estado presente no sólo con apoyo moral sino también económico, mismo que fue de gran ayuda en medio de la necesidad.

Gracias a mis padres porque han puesto mucho esfuerzo en su trabajo con la finalidad de que un día nos convirtiéramos en profesionales y pudiéramos alcanzar muchos logros, siendo ese sacrificio su herencia para mi hermana y para mí. Gracias a mi hermana Nathaly por compartir conmigo las mejores decisiones y por los pequeños detalles que sin darse cuenta alegran mi corazón.

Le agradezco a mi amiga Gaby Padilla y a su familia quienes han estado prestos a ayudarme a cada momento sin importar qué, con tal de aligerar el peso de las obligaciones que me acompaña, para que pueda enfocarme en mis objetivos.

Gracias por su calidez al abrirme las puertas de su hogar y hacerme sentir importante, por el inigualable hecho de que abriguen un cariño especial hacia mí.

Un agradecimiento especial a mi director de tesis, Gabriel Jácome, quien ha sido muy paciente conmigo durante esta investigación; a mis profesores Óscar Rosales, Mónica León y Sania Ortega, los cuales me han motivado y ayudado con sus conocimientos para seguir avanzando en mi trabajo y finalmente a la Universidad que me abrió sus puertas a este mundo de aprendizaje y capacitación.

Zila Elizabeth Muñoz Sánchez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a la persona que llegó a vivir en carne propia el sacrificio que involucró este trabajo, pues será un gran recordatorio de que, aunque todo se ponga en tu contra, sí se puede. Con mucho orgullo me lo dedico a mí misma, pues dudo que alguien valore más este trabajo que quien invirtió su tiempo, fuerza y lágrimas para lograr culminar esta meta.

Quien sabe el costo de un objetivo valora con pasión el resultado.

Zila Elizabeth Muñoz Sánchez

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Páginas
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
1.1 Antecedentes	16
1.2 Problema de investigación y justificación.....	18
1.3 Objetivos	21
1.3.1 Objetivo general	21
1.3.2 Objetivos específicos	21
1.4 Preguntas directrices de la investigación	21
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	22
2.1 Marco teórico	22
2.1.1 <i>Diversidad de quirópteros</i>	22
2.1.2 <i>Distribución de quirópteros</i>	23
2.1.3 <i>Morfología de quirópteros</i>	25
2.1.4 <i>Causas de la pérdida de la diversidad de quirópteros</i>	28
2.1.5 <i>Técnicas de monitoreo</i>	29
2.1.6 <i>Índices de diversidad</i>	30
2.1.7 <i>Cambio climático y la diversidad de murciélagos</i>	33
2.1.8 <i>Modelos de distribución de especies</i>	35
2.1.9 <i>Estado de conservación de quirópteros</i>	40
2.2 Marco legal.....	42
2.2.1 <i>Constitución de la República del Ecuador</i>	42
2.2.2 <i>Tratados y Convenios Internacionales</i>	43
2.2.3 <i>Leyes Orgánicas</i>	44
2.2.4 <i>Plan Nacional de Desarrollo “Creación de oportunidades” (2021-2025)</i> ..	45
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	46
3.1 Descripción del área de estudio.....	46
3.2 Metodología	47
3.2.1 <i>Diversidad del orden quiróptera en la parroquia Imbaya</i>	48

3.3.2 <i>Análisis de la distribución potencial del orden quiróptera bajo un escenario presente y futuro (año 2050)</i>	54
3.3.3 <i>Propuesta de estrategias de conservación de quirópteros para la parroquia de Imbaya</i>	62
3.4 <i>Materiales y equipos</i>	64
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
4.1 <i>Identificación taxonómica de murciélagos</i>	65
4.1.1 <i>Myotis</i>	68
4.1.2 <i>Anoura</i>	68
4.1.3 <i>Desmodus</i>	68
4.1.4 <i>Phyllostomidae</i>	68
4.1.5 <i>Lionycteris</i>	69
4.1.6 <i>Tadarida</i>	69
4.2 <i>Índices de biodiversidad</i>	70
4.3 <i>Modelamiento de la distribución potencial del orden quiróptera</i>	73
4.3.1 <i>Modelo de la distribución actual</i>	73
4.3.2 <i>Modelo futuro (año 2050)</i>	81
4.4 <i>Propuesta de estrategias de conservación de quirópteros dentro de la parroquia de Imbaya</i>	85
4.4.1 <i>Resultados de las encuestas</i>	85
4.4.2 <i>Análisis FODA</i>	88
4.4.3 <i>Propuestas de conservación</i>	89
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
4.1 <i>Conclusiones</i>	96
4.2 <i>Recomendaciones</i>	97
REFERENCIAS	98
ANEXOS	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de las variables empleadas en modelos de distribución de murciélagos	39
Tabla 2. Variables bioclimáticas	58
Tabla 3. Rango de los valores de la curva <i>AUC</i>	60
Tabla 4. Categorización de la estadística Kappa.....	61
Tabla 5. Materiales y equipos usados en la investigación	64
Tabla 6. Especies de quirópteros registradas	69
Tabla 7. Resultados de los índices de biodiversidad.....	70
Tabla 8. Rangos de distribución potencial de quirópteros respecto a la región M	74
Tabla 9. Rangos de distribución potencial futura (año 2050) de quirópteros respecto a la región M	83
Tabla 10. Análisis FODA.....	88
Tabla 11. Matriz de estrategias FODA para el manejo de los quirópteros de Imbaya	89
Tabla 12. Educación ambiental y sensibilización sobre quirópteros en la parroquia Imbaya.....	91
Tabla 13. Creación de cercas vivas para la conservación de la biodiversidad.....	93
Tabla 14. Conservación de quirópteros y sus refugios prioritarios.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Forma del rostro de los quirópteros	26
Figura 2. Morfología de un murciélago	27
Figura 3. Ubicación de la parroquia de Imbaya	46
Figura 4. Ecosistemas de la parroquia Imbaya	47
Figura 5. Uso de Suelo y cobertura vegetal de la parroquia Imbaya	49
Figura 6. Toma de medidas morfométricas con calibre.....	50
Figura 7. Puntos de presencia de familias de quirópteros.....	54
Figura 8. Curva especie-área.....	55
Figura 9. Región M	57
Figura 10. Captura de filostómido (<i>Anoura peruana</i>) con redes de neblina.....	65
Figura 11. Murciélagos capturados en la parroquia de Imbaya	67
Figura 12. Dendrograma de similitud a partir del índice de Morisita–Horn.....	73
Figura 13. Modelos de distribución potencial de la familia a) Phyllostomidae y b) Vespertilionidae	76
Figura 14. Curva característica de funcionamiento del receptor (<i>ROC</i>) del modelo de distribución de la familia a) Phyllostomidae y b) Vespertilionidae.	77
Figura 15. Prueba de Jackknife de ganancia de entrenamiento regularizada para familia a) Phyllostomidae y b) Vespertilionidae.....	78
Figura 16. Curvas de respuesta de Bio13, “variable de precipitación del mes más húmedo” respecto a las familias de quirópteros: a) Phyllostomidae y b) Vespertilionidae.	80
Figura 17. Modelos de distribución futura de quirópteros de la familia a) Phyllostomidae y b) Vespertilionidae proyectados al año 2050	82
Figura 18. Encuestas a los pobladores de la parroquia Imbaya	85

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ECOLÓGICA DE QUIRÓPTEROS EN
UN ESCENARIO PRESENTE Y FUTURO DENTRO DE LA PARROQUIA
IMBAYA, PROVINCIA DE IMBABURA**

Zila Elizabeth Muñoz Sánchez

RESUMEN

Las modificaciones ecosistémicas, que son producto de las actividades humanas, y las variaciones ambientales que producen patrones de distribución discontinuos, constituyen algunas de las amenazas más grandes que enfrentan los quirópteros. Además, múltiples creencias populares estigmatizan a estos mamíferos voladores y generan conflictos con el humano, atentando contra la vida de los murciélagos. Con el fin de aportar a la solución de este problema, se desarrolló la presente investigación en la parroquia Imbaya, provincia de Imbabura. El objetivo fue evaluar la diversidad y distribución ecológica de quirópteros bajo un escenario actual y futuro para proponer estrategias de conservación. Mediante acciones de muestreo y captura se identificaron siete especies de quirópteros correspondientes a tres familias, en las zonas de vegetación arbustiva, cultivos y pastizales. Posteriormente se elaboraron modelos de estimación de su nicho ecológico en tiempo presente y tiempo futuro, utilizando el algoritmo de máxima entropía (MaxEnt) a partir de variables bioclimáticas y puntos de presencia. Como resultado, se obtuvo una alta idoneidad para los sectores de la Graciela y Santiago de Monjas, cuyas áreas representaron el 30% de la zona estudiada. Por otra parte, las proyecciones futuras (año 2050) estiman una reducción en la población de la familia Phyllostomidae, y un incremento para la familia Vespertilionidae. Finalmente, en favor de la conservación y protección de los murciélagos, se establecieron estrategias de educación ambiental, plantación de cercas vivas y conservación de refugios prioritarios.

Palabras clave: Nicho ecológico, MaxEnt, murciélagos, distribución, región M

ABSTRACT

Ecosystem modifications, resulting from human activities, and environmental variations that produce discontinuous distribution patterns, constitute some of the biggest threats bats face. Besides, many popular beliefs stigmatize these flying mammals and generate conflicts with humans, threatening the life of bats. Aiming to contribute to the solution of this problem, this investigation was carried out in Imbaya parish, Imbabura province. The objective was to assess the diversity and ecological distribution of bats in current and future scenarios, to propose conservation strategies. Through sampling and animal collection, seven bat species were identified, accounting for 3 families, in the shrubbery vegetation, farming and grasslands zones. Subsequently, estimation models of the ecological niche for present and future times were carried out, using the maximum entropy algorithm (MaxEnt) from bioclimatic variables and collection points. As a result, high suitability was determined for "La Graciela" and "Santiago de Monjas" towns, whose areas accounted for 30% of the investigated zone. On the other hand, future forecasts (2050) estimate a population reduction for the Phyllostomidae family and an increase for the Vespertilionidae family. Finally, to favor bats conservation and protection, 3 strategies were established: environmental education, live fences planting and conservation of priority refuges.

Keywords: Ecological niche, MaxEnt, bats, distribution, M region.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Ecuador es un país favorecido en el planeta debido a su abundante diversidad biológica, la cual está estrechamente relacionada con: su establecimiento geográfico en la zona ecuatorial, la existencia de la cordillera de los Andes que alberga a 84 volcanes (Jácome et al. 2020), el aspecto influyente de las corrientes en las costas ecuatorianas y el Archipiélago de las islas Galápagos (Tirira, 2011), incluyendo las 200 millas de la plataforma continental que el Ecuador mantiene de acuerdo con la Declaración de Santiago en 1952 (Pazmiño y Santana, 2005).

Gracias a cada factor mencionado se ha facilitado la expansión de zonas de vida y regiones climáticas para el desenvolvimiento de la fauna, proporcionándole un elevado número de especies, entre las cuáles se destaca la clase Mammalia correspondiente a los mamíferos (Tirira, 2017).

La fauna de mamíferos tiene un constante crecimiento (Tirira, 2017), según la última publicación de la lista de mamíferos de Tirira et al. (2022), en el Ecuador existe un total de 466 especies dentro de la clase Mammalia, cuyo orden más sobresaliente es el orden Chiroptera con 179 especies, correspondiente al 38.41% del total de mamíferos. A pesar de que este orden posee una mayor diversidad en especies, no siempre fue el centro de atención sino hasta 1982 con el investigador ecuatoriano Luis Albuja que brindó un importante aporte con su libro Murciélagos del Ecuador (Burneo y Tirira, 2012).

Según Burneo et al. (2015), la expansión del conocimiento de los murciélagos en el país se ha apoyado en el intercambio de información con diversas instituciones internacionales, tales como: museos y universidades de Norteamérica, Europa y Latinoamérica, sin embargo, todavía queda trabajo para llegar a conocer la cifra real de la diversidad de quirópteros en el Ecuador. Oportunamente, con el pasar del tiempo se han destacado varios biólogos ecuatorianos de campo quienes han unido esfuerzos y contribuido al estudio de mamíferos en el país (Tirira, 2017).

Asimismo, gracias al tiempo dedicado para abastecer las colecciones de murciélagos se ha logrado no solo ampliar la lista de especies, sino que también se han conseguido establecer sitios de distribución potencial, así como patrones de riqueza y diversidad en base al modelamiento predictivo de nicho de cada especie (Burneo y Tirira, 2014).

En el campo ecológico, los murciélagos han tomado protagonismo al ser reconocidos como importantes proveedores de servicios ambientales (Díaz et al., 2013; Burneo et al., 2015) y bioindicadores de perturbación ambiental tal y como se detalla en el estudio de Medellín y Víquez (2014). Al ser catalogados como indicadores del ambiente se alude a su sensibilidad en la alteración de su entorno, lo cual permite una visión óptima del estado de conservación del ecosistema (Díaz et al., 2013).

Varios estudios han señalado que existe una implacable declinación en las poblaciones de murciélagos, principalmente por la alteración de sus hábitats (Wickramasinghe et al., 2003; Burneo y Tirira, 2012; Díaz et al., 2013; Burneo y Tirira, 2014; Burneo et al., 2015; Rodríguez-Herrera et al., 2015), seguido de la destrucción de sus refugios, por motivo de que estos seres forman parte del sin fin de mitos injustificados, como: ser portadores de enfermedades y anunciadores de malos augurios (Segura y Navarro, 2010; Burneo y Tirira, 2012; Rodríguez-Herrera et al., 2015; Cannon, 2017).

En vista de esta problemática, se han ido incrementando los esfuerzos para la generación de conocimientos y protección de los murciélagos mediante los Programas para la Conservación de los Murciélagos (PCM), los cuales forman parte de la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos instaurada desde el año 2007, en países como: Argentina, Aruba, Belice, Bolivia, Brasil, Chile Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela (Rodríguez-Herrera et al., 2015; Red Latinoamericana y del Caribe para la conservación de los Murciélagos [RELCOM], 2023).

1.2 Problema de investigación y justificación

La influencia de la actividad antropogénica a través del tiempo se ha convertido en el factor más inquietante debido a sus impactos en: la modificación de ecosistemas, la destrucción y fragmentación de hábitats, el cambio de uso de suelo, la alteración de los ciclos biogeoquímicos, la incorporación de especies exóticas y la variación de las condiciones climáticas (Martín-López et al., 2007; Miceli-Méndez y Reyes-Escutia, 2014).

A causa de estas presiones a la mayoría de las especies les ha costado acoplarse a su nuevo entorno y tan solo unas pocas han logrado adaptarse, en vista de que tienen muy poca tolerancia a estos cambios súbitos y repentinos (Miceli-Méndez y Reyes-Escutia, 2014).

Las especies acostumbran a manifestar patrones de distribución intermitentes como resultado de la variación espacial respecto a las condiciones ambientales, no obstante, la acción humana impulsa a que las especies enfrenten una creciente atomización de riqueza y abundancia al ver mermar su territorio (Santos y Tellería, 2006; Arévalo-Morocho et al., 2023). De manera que, al disminuir los hábitats disponibles se ven afectadas todas las especies, por lo cual, crece la probabilidad de extinción al minorar sus tamaños poblacionales (Tirira, 2011).

Mena (2010) señala que las principales causas que atentan contra la vida de los murciélagos son: la deforestación y la fragmentación de su hábitat, pues sus comunidades se manifiestan ante los cambios que presenta su entorno (Vargas-Espinoza et al., 2008). En el caso de deforestación, por ejemplo, las comunidades de murciélagos son menos diversas y dominadas por pocas especies, en vista de que este peligroso factor acarrea al deterioro de la biodiversidad, impidiendo la provisión de alimentos a sus pobladores y la dotación de refugios, que por ende les permitían tener una interacción favorable en sus funciones ecológicas (García-Marín, 2016).

De igual manera, la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de Murciélagos añade otras causas por las cuales los quirópteros se han visto sumamente perjudicados, como: la destrucción y perturbación de sus refugios, conflictos humano-murciélagos, enfermedades emergentes, uso indiscriminado de sustancias tóxicas, entre otros riesgos que han incrementado en los últimos 10 años a las especies de mamíferos amenazadas en un 36% (Burneo et al., 2015; Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2022).

En una visión general dirigida hacia los murciélagos se ha evidenciado que, debido a su aspecto, sus hábitos peculiares e inclusive por los lugares que eligen como sus refugios son víctimas de una percepción negativa por parte del ser humano, lo cual ha generado conflictos humano-murciélagos, por los que se han ejecutado acciones letales, de expropiación de sus refugios y atentados en los mismos (Rodríguez Herrera, et al., 2015; Téllez-Hernández et al., 2021), sin necesidad de mencionar las injustas creencias, mitos y supersticiones que giran en torno a su contextualización (Castilla y Viñas, 2012; Martín-Reyes, 2019).

En los últimos cien años no se habían revelado evidencias de que la gente haya elevado sus esfuerzos para eliminar a estas especies (Cannon, 2017), empero, tras la propagación del SARS-CoV-2, se determinó una probabilidad de que los murciélagos pueden ser los reservorios naturales del virus (Sélem-Salas, 2020). Por lo tanto, la población de Culden en Perú intentó quemar con antorchas a una colonia de murciélagos del género *Myotis*, tras pensar que ellos transmitían esta enfermedad (Agencia AFP, 2020). La comunidad científica ha señalado que los murciélagos no son los culpables, pero sí lo es: el tráfico de la vida silvestre y la degradación de su hábitat, contribuyen al incremento del contacto entre humanos y los virus presentes en algunas especies de animales (Gómez, 2020).

Según el biólogo Paul Cyran, especialista en murciélagos del Servicio Geológico de Estados Unidos, si se estableciera una perspectiva positiva con respecto a todos los servicios que brindan estas especies entonces habría la posibilidad de verificar su utilidad. Un reporte del Servicio Forestal de los Estados Unidos dio a conocer que 300 especies de árboles frutales requieren de la polinización de los murciélagos y una investigación realizada en Indonesia

determinó que los murciélagos y las aves estimulaban la producción de cacao en un 31% (Cannon, 2017).

El trabajo de campo se realizó en la parroquia de Imbaya, donde la extensión de la frontera agrícola ha sido considerada como uno de sus principales problemas, por causa de que su labor económica que se basa en la producción de cultivos de ciclo corto (GAD Provincial de Imbabura, 2019). Adicionalmente, está presente la contaminación provocada por parte de la población que expelen residuos en las quebradas de la zona, por el espacio destinado para parques industriales y por la falta de control y estudios.

Por tanto, el presente estudio pretende contribuir con información específica sobre la distribución ecológica de quirópteros en la parroquia de Imbaya. Con el modelamiento de hábitat idóneo conocer la distribución actual y futura de estas especies para sugerir estrategias de conservación que permitan disminuir su pérdida o amenazas. Con ello favorecer a que la parroquia pueda gozar de los servicios ecológicos proporcionados por el orden Chiroptera, por medio de la educación ambiental y la concientización.

Esta investigación está vinculada con el segundo objetivo del “Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025”, que se encuentra en el “Eje Transición Ecológica”, ya que primeramente reconoce las causas de afectación a la naturaleza y seguidamente propone soluciones viables como respuesta a las problemáticas ambientales; por ende, se puede considerar a este proyecto como un conector entre la existencia de quirópteros con su conservación, para establecer acciones que permitan reconocer sus múltiples beneficios ecológicos y lograr un desarrollo sostenible a nivel colectivo (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la diversidad y distribución ecológica de quirópteros bajo un escenario actual y futuro para proponer estrategias de conservación dentro de la parroquia de Imbaya, provincia de Imbabura.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la diversidad del orden quiróptera en las zonas de vegetación arbustiva, cultivos y pastizales de la parroquia Imbaya.
- Analizar la distribución ecológica del orden quiróptera bajo un escenario presente y futuro (año 2050).
- Proponer estrategias de conservación de quirópteros dentro de la parroquia de Imbaya.

1.4 Preguntas directrices de la investigación

- ¿Cuál es la diversidad de quirópteros en Imbaya?
- ¿Cuáles son las variables ambientales más importantes que determinan la distribución de los quirópteros en el área de estudio?

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Marco teórico

2.1.1 Diversidad de quirópteros

El Centro de Monitoreo de la Conservación Ambiental, un organismo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha catalogado a nivel mundial a 17 naciones con mayor diversidad de flora y fauna (Bravo, 2014). A estos lugares se los conoce como países megadiversos que ocupan menos del 10% de la superficie total terrestre, teniendo características idóneas que permiten albergar el 70% de la riqueza biológica del planeta (Burneo, 2009; Bravo, 2013).

Gran parte de los países megadiversos se encuentran en América latina y el Caribe, uno de ellos es Ecuador (Cepal, 2020). La Red Latinoamericana Para la Conservación de los Murciélagos [RELCOM] (2010), menciona que la quiropterofauna en América latina y el Caribe es la más diversa en el mundo (Pozo-Rivera et al., 2015), encontrando alrededor de 300 especies; de las cuales 58 de estas se encuentran catalogados en peligro de extinción según la UICN (Hutson y Mickleburgh, 2001).

La diversidad del Orden Chiroptera en Ecuador está conformado por 179 especies, distribuidas en ocho familias y 66 géneros. Entre las familias se encuentran: Emballonuridae, Mormoopidae, Noctilionidae, Furipteridae, Thyropteridae, Molossidae, Vespertilionidae y Phyllostomidae; siendo esta última la más diversa con 38 géneros (Tirira et al., 2022).

Por motivo de la alta diversidad y los servicios ecosistémicos que estos brindan como: la polinización, dispersión de semillas, control de plagas, entre otros, que benefician directa e indirectamente al ser humano, es necesario el desarrollo de planes estratégicos que permitan la conservación de los ecosistemas en donde habita el orden quiróptera y otras especies (Burneo et al., 2015).

2.1.2 Distribución de quirópteros

Según Mickleburgh et al. (2002, como se citó en Bejarano-Bonilla et al., 2007) los quirópteros se distribuyen por todo el mundo, con excepción de las regiones del Ártico y la Antártica, localizándose principalmente en el neotrópico y evidenciando una mayor diversidad y abundancia en zonas de menor altitud, influenciadas por la temperatura y la disponibilidad de recursos.

2.1.2.1 Distribución de quirópteros en América

Hayes et al. (2015) determinaron la presencia de murciélagos en América del Norte, con una mayor abundancia y diversidad hacia la parte sur de la región estudiada. La distribución varía en función de las estaciones: en verano se registró la presencia de murciélagos a mayores latitudes; en otoño la distribución es general en toda la sección del continente, en primavera se los encuentra en la zona media baja del área de estudio y en invierno, se localizan en los extremos de las costas este y oeste del continente así como también en la zona sur.

Noguera-Urbano y Escalante (2014) en la investigación realizada en 21 países de Norte, centro y sur América se registraron 313 especies de quirópteros. Por otra parte, Lee et al. (2012) determinaron que la distribución de murciélagos vampiros en el continente americano van desde México hasta la parte centro de Chile y norte de Argentina.

2.1.2.1 Distribución de quirópteros en el Ecuador

Las múltiples adaptaciones ecológicas de los quirópteros han permitido que sean capaces de conquistar una vasta cantidad de hábitats que van desde los manglares y desiertos hasta los bosques tropicales, montanos y templados (Medellín y Viquez, 2014).

En base a lo mencionado se ha determinado que los quirópteros han alcanzado su mayor riqueza en el Bosque Húmedo Tropical Amazónico ya que es uno de los ecosistemas más ricos en el Ecuador (Brito et al., 2018), pero lamentablemente resulta ser uno de los más amenazados a través del tiempo; tanto

por tala indiscriminada, como por la introducción de especies exóticas (Burneo, 2009).

Pozo-Rivera et al. (2015) menciona que varias de las especies de mastofauna se pueden encontrar en las fincas ganaderas y agrícolas, así como también en las cercas vivas, los árboles dispersos en pastizales y los remanentes de bosque natural. No obstante, los estudios de quirópteros tradicionalmente se han limitado a áreas protegidas y aun así se evidencia un 5,6% del espacio con mayor riqueza de murciélagos se encuentra protegido, descuidando las áreas de refugio potenciales como: cultivos, cercas, remanentes boscosos y otras áreas presentes en agrosistemas (Burneo y Tirira, 2014).

En el estudio de Burneo y Tirira (2014) sobre la riqueza y distribución de murciélagos, menciona que los lugares con alta diversidad de quirópteros son pequeñas superficies de las áreas protegidas del país tales como: Parque Nacional Yasuní y la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno que se encuentran en la planicie amazónica, mientras que en las estribaciones orientales de los Andes encontramos a los Parques Nacionales Sumaco - Napo Galeras y Sangay.

El área de distribución de una especie es la porción de espacio geográfico en donde una determinada especie está presente e interactúa de manera no efímera con el ecosistema (Maciel-Mata et al., 2015).

Los trabajos que se usan para definir un área de distribución potencial y patrones de riqueza y diversidad de especies se basan en una modelación predictiva del nicho, mediante la elaboración de mapas de presencia potencial sustentados en el concepto de nicho fundamental (Huera-Ipial y López-Gómez, 2022). De manera que: se permite predecir la distribución de especies en sitios donde no se han logrado hacer colectas y se pueden establecer prioridades de conservación para cada especie (Albarrán, 2010; Burneo y Tirira, 2014).

2.1.3 Morfología de quirópteros

El orden Chiroptera se distribuye en todo el mundo (a excepción del círculo ártico y las islas oceánicas), debido a las capacidades únicas que este tiene entre los mamíferos tales como: el vuelo y su sistema de ecolocalización (Rodríguez-San Pedro et al., 2014).

Acerca de su origen hay múltiples contradicciones referentes a su historia evolutiva, inclusive hay poca evidencia fósil debido a su pequeño tamaño y la fragilidad de su sistema óseo, no obstante, se conocen antiguos fósiles de 55 millones de años los mismos que en su morfología son muy parecidos a los de la actualidad (Padilla y Cuesta, 2003; Rodríguez-San Pedro et al., 2014).

Los quirópteros son los únicos mamíferos voladores, su nombre proviene del griego *kheirós*, mano; y *ptéron*, ala; que se traduce como, “mamíferos con manos aladas”, lo que es posible gracias a las diversas transformaciones y modificaciones que experimentan sus cuerpos para tener una mejor adaptación a los diferentes medios de vida (Aguilar-Setién y Aréchiga-Ceballos, 2011).

Rodríguez-San Pedro et al. (2014) mencionan que el orden Chiroptera está dividido en dos subórdenes: Microchiroptera y Megachiroptera. El primero está conformado por murciélagos insectívoros, pequeños, que tienen un sistema de ecolocalización (serie de pulsos de alta frecuencia entre 20 y 120 kHz, emitidos a través de la laringe), esto les permiten identificar y capturar a sus presas en medio de la oscuridad (Aguilar-Setién y Aréchiga-Ceballos, 2011; Rodríguez-San Pedro et al., 2014; Tirira, 2017).

El segundo es constituido por murciélagos frugívoros y nectarívoros de mayor tamaño, carentes del sistema de ecolocalización exceptuando al murciélago egipcio de la fruta *Rousettus aegyptiacus* cuya técnica se apoya en efectuar sonidos con su lengua (Rodríguez-San Pedro et al., 2014).

Las principales diferencias entre las especies del orden quiroptera se encuentran en su tamaño, la coloración, forma de las orejas, forma de la nariz (Figura 1) y su tipo de alimentación, inclusive se puede notar en su liviano cuerpo

que es diseñado para volar, hasta por su cuello corto y su pecho desarrollado donde se encuentran los diferentes músculos que mueven sus alas (Zuñiga-Vega, 2009).

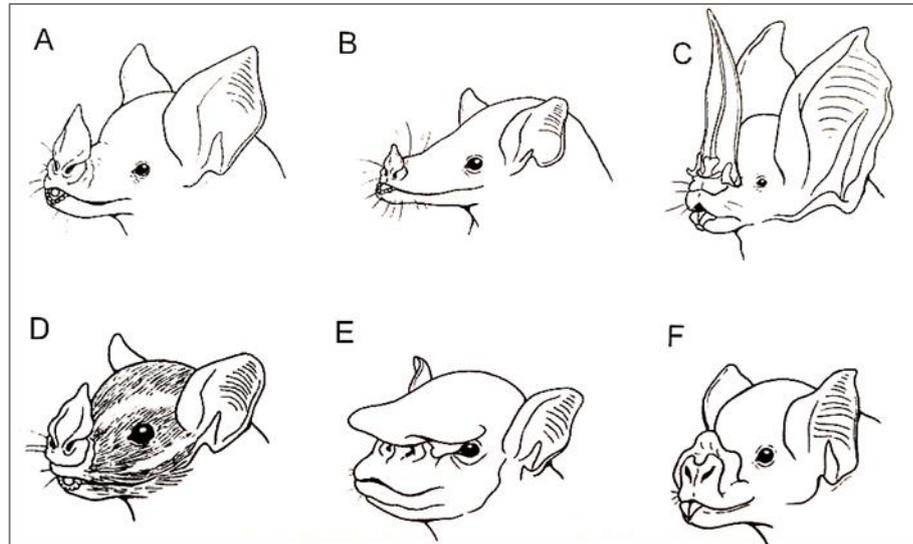


Figura 1. Forma del rostro de los quirópteros

Fuente: Tirira (2017)

Nota: A-D. Hoja nasal desarrollada (A. *Carollia*, B. *Anoura*, C. *Lonchorhina*, D. *Chiroderma*). E. Hoja nasal modificada (*Sphaeronycteris*). F. Hoja nasal rudimentaria (*Desmodus*). Adaptado de *Murciélagos del Ecuador*, Murciélago Blanco.

La morfología de sus alas tiene dos revestimientos de epidermis nombradas como patagios, que están desnudos en la mayoría de los quirópteros, pero cubiertos por abundante pelaje de mismo color del cuerpo en la cara dorsal del uropatagio como en el caso del género *Lasiurus* de la familia *Vespertilionidae* (Tirira, 1998).

Las patas de los quirópteros han evolucionado para que estas les permitan colgar cabeza abajo, con el mínimo esfuerzo físico y un mínimo consumo de energía además los dedos del ala sin contar con el pulgar, y el antebrazo se expanden para sostener el patagio que forma la superficie del ala (Padilla y Cuesta, 2003; Zuñiga-Vega, 2009).

La forma de las alas depende de las condiciones y hábitos de vida de cada una de las especies, por ejemplo: los individuos que permanecen en vuelo constante presentan unas alas estrechas y largas; y las especies habituadas a vivir y urdir entre la vegetación poseen alas anchas y cortas, incluso la mayoría presenta pies

pequeños (Padilla y Cuesta, 2003). En referencia a las orejas de los quirópteros, estas presentan diferencias notorias tanto en tamaño como en forma. En la parte interior de la caracola de la oreja varias especies presentan una elevación conocida como trago (Figura 2).

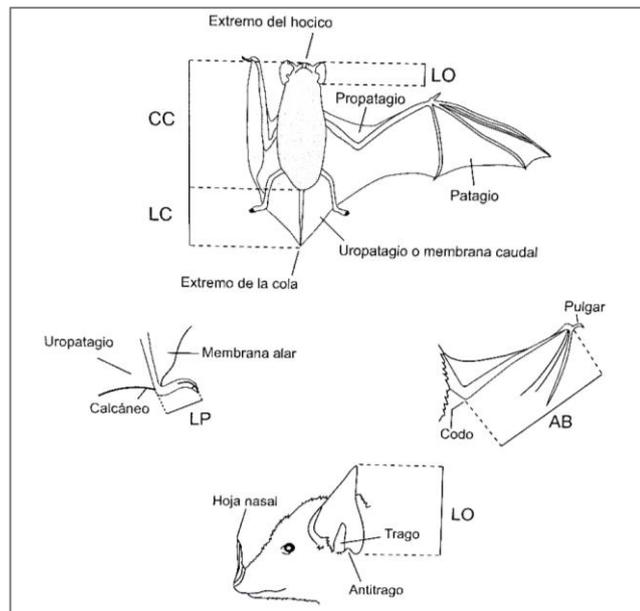


Figura 2. Morfología de un murciélago

Fuente: Tirira (2017)

Nota: CC. Largo de la cabeza y el cuerpo juntos. LC. Largo de la cola. LP. Largo de la pata posterior. LO. Largo de la oreja. AB. Largo del antebrazo. Adaptado de *Mamíferos del Ecuador* por Tirira, 2017, Murciélago Blanco.

Las especies en el neotrópico son por lo general pequeñas, cuyo peso varía entre los 5 y 50 gramos, no obstante, existen escasos ejemplares de mayor peso y tamaño como es el caso del falso vampiro (*Vampyrum spectrum*) cuya envergadura llega a ser mayor a 80 centímetros (Tirira, 1998).

Poseen un sistema propio de navegación o percepción llamado ecolocación, el mismo que permite el vuelo con exactitud empleando sonidos de alta frecuencia entre 20 y 120 kHz, imperceptibles por ser demasiado agudos para el ser humano cuyo rango auditivo es de menos de 16 kHz; este sistema juntamente con la visión desarrollada les permite desplazarse incluso con escasa luz o durante la noche para cazar su alimento, siendo también útil para evitar obstáculos (Rodríguez-Herrera et

al., 2015; Buchanan, 2017; Tirira, 2017). Tienen sus guaridas en sitios fríos y con escasa luz, de preferencia cuevas, techos de casas y árboles huecos (Zuñiga-Vega, 2009).

2.1.4 Causas de la pérdida de la diversidad de quirópteros

Las razones principales por las que la diversidad de quirópteros en el Ecuador se ha visto afectada es debido a la pérdida y fragmentación de su entorno, la inducción de especies exóticas que repercuten en la fauna original con efectos perjudiciales, inclusive la cacería y el cambio climático que modifica la distribución de especies migratorias; vienen a ser las raíces que conduce a la disminución de poblaciones de estos y otros mamíferos silvestres (Tirira, 2011; Brito et al., 2018; Liang et al., 2020).

Para que cada especie logre satisfacer sus necesidades se requiere de una superficie mínima, en el que pueda saciar sus requerimientos ecológicos y pueda mantener su población factible; caso contrario, con la disminución del espacio que ocupa cada especie, particularmente del área boscosa donde hay mayor presencia de mastofauna, se genera una reducción de los recursos afectando el tamaño de las poblaciones (Tirira, 1998).

En el estudio de Liang et al. (2020) sobre el impacto del cambio climático en la distribución de aves migratorias en China, menciona que las variaciones en el clima dañan las condiciones ambientales adecuadas de una región donde habitan ciertas especies y genera cambios en su distribución geográfica debido a la inestabilidad del alimento, haciendo que las especies empleen más tiempo y energía en migrar, lo que aumenta el riesgo de muerte, dificultando la supervivencia.

En el caso de los quirópteros, de igual manera existen diversas razones han causado declinación en sus poblaciones, de acuerdo con la Red Latinoamericana para la Conservación de Murciélagos (RELCOM, 2023); las causas más comunes que se atribuyen a este hecho son: la pérdida de ecosistemas donde estas especies se desarrollan, conflicto humano-murciélago, la destrucción y/o alteración de sus refugios, las enfermedades que algunas especies transmiten, el intenso empleo de

pesticidas y finalmente las creencias mal infundadas que rodean a los murciélagos incitando a exterminarlos (Burneo et al., 2015; Valdivieso-Bermeo, 2018).

En vista de las amenazas hacia los quirópteros en Latinoamérica la RELCOM (2023) ha formulado estrategias para la conservación de los murciélagos que se describen a continuación:

- *Pérdida y fragmentación del hábitat*: Según Tirira (2007), es considerada como “la mayor amenaza para la conservación de la biodiversidad y la principal causa para la extinción de las especies silvestres.” Unas cuantas soluciones que se pueden dar en contra de esta amenaza son: lograr determinar el estado de las poblaciones de murciélagos que viven en los lugares con frecuente amenaza de deforestación, conocer su distribución y la respuesta de los quirópteros a los cambios ambientales.
- *Destrucción de refugios*: Para frenar de algún modo la disminución de las poblaciones de quirópteros es necesario identificar los refugios clave de las especies amenazadas, verificar su susceptibilidad para poder proponer un diseño de refugios artificiales.
- *Conflicto humano – quirópteros*: Se propone el diseño, monitoreo y la evaluación en las poblaciones de murciélagos, además de desarrollar un plan de educación ambiental que permita dar a conocer la importancia de los servicios ambientales que otorgan estos mamíferos voladores.
- *Sustancias tóxicas o pesticidas*: Ya que el uso de estos compuestos químicos induce a la muerte de los murciélagos, se debe evaluar la salud de estos individuos según el impacto que provoque la sustancia para tomar medidas de prohibición o una limitación contra ella.
- *Otras amenazas*: Se genera por la presencia de especies exóticas que ocasionan un cambio en la población original de quirópteros.

2.1.5 Técnicas de monitoreo

Los murciélagos tienen una gran capacidad adaptativa lo que les permite hacer uso de diferentes tipos de refugios tanto naturales (grietas, cuevas, troncos

huecos, follaje), como también refugios artificiales (construcciones humanas, lugares abandonados, entre otros) (Medellín y Viquez, 2014).

Por lo tanto, para determinar la presencia de quirópteros en diferentes ecosistemas se debe considerar inicialmente sus refugios ya que son fuentes importantes de datos; éstos se muestrean mediante caminatas diurnas y nocturnas dentro del área de estudio y en lo posterior se hace una exploración constante y organizada para encontrar los refugios de murciélagos en la vegetación o en lugares abandonados, muchas veces esto se logra con la información que proporcionan los pobladores (Díaz y Linares-García, 2012).

En el caso de la fauna silvestre los métodos más comunes de muestreo son los de captura que están conformados por una serie de técnicas de trampas y redes (Tessaro y González, 2011). En el caso de los quirópteros para su captura directa, se hace uso de redes de nylon o de neblina elaboradas con una malla de nylon sostenida por cuatro tensores (hilos horizontales de mayor grosor) formando una especie de bolsillos donde caen los individuos que no quedan enredados en la red (Bracamonte, 2018).

Asimismo, se puede hacer uso de una red de golpeo similar a las que se usan para la captura de mariposas en campo, no obstante, si hay presencia de murciélagos en cuevas, la opción más recomendable es la instalación de cámaras de video con visión nocturna y luces infrarrojas en la salida de la cueva, para realizar el posterior censo (Medellín y Viquez, 2014).

2.1.6 Índices de diversidad

Según Villarreal et al. (2004) los índices de diversidad son aquellos que permiten evaluar la diversidad con respecto a sus distintos componentes y escalas mediante la concentración de la información en un solo valor, permitiendo enlazar cantidades que puedan ser comparadas.

Jost y González-Oreja (2012) mencionan que los índices de diversidad se consideran formas matemáticas que pretenden medir la complejidad de las especies de manera sencilla, combinando esencialmente dos elementos pertenecientes a la

estructura de las comunidades: la riqueza (número de especies) y la equitabilidad (la abundancia relativa de las especies o el número de individuos de cada especie).

Existen más de 20 índices para medir la diversidad, divididos en dos grupos que se orientan en: la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica) y en la estructura de la comunidad, en otras palabras, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (Mendoza, 2003).

- **Riqueza específica**

Hace referencia al número total de especies obtenidas a través de un inventario completo del hábitat o área en estudio que se esté censando (Moreno, 2001). Esta medida se expresa por medio de la sumatoria de todas las especies registradas en cada uno de los transectos o parcelas de muestreo (Mendoza, 2003).

- **Índice de diversidad de Shannon**

Es el índice mayormente utilizado para calcular la biodiversidad específica, en el cual se mide el grado promedio de incertidumbre que hay al predecir a que especie pertenecerá un individuo, asumiendo que será seleccionado aleatoriamente y que las especies de la comunidad en conjunto están representadas en la muestra; este índice integra dos componentes: riqueza de especies y equitatividad /representatividad dentro del muestreo (Mendoza, 2003; Pla, 2006).

- **Índice de Margalef**

Es comúnmente llamado como el índice de riqueza específica de Margalef, permite determinar la riqueza de especies o en otras palabras se usa en la estimación de la biodiversidad de una población partiendo de la distribución numérica de los individuos de distintas especies según el número de individuos existentes en el modelo analizado, permitiendo describir alguna relación presente entre el número de familias y su abundancia (Zarco-Espinosa et al., 2010; Achicanoy et al., 2012).

- **Índice de Simpson**

Este índice planteado por Simpson (1949) llegó a ser uno de los más usados para medir la diversidad de una población, es decir la diversidad de especies en un sitio determinado (Bouza y Covarrubias, 2005).

- **Índice de similitud de Sorensen**

Es el tercer índice de similitud más usados en los estudios de diversidad funcional, el cual se enfoca en: las especies que se presentan comúnmente en dos comunidades diferentes y el número total de especies que tienen cada una (Mendoza, 2003; Demey et al., 2011).

- **Índice de similitud de Jaccard**

Este índice considera a las especies que tienen en común dos muestras diferentes y el número de especies total que tiene cada una, no obstante, con este índice se ha calculado la similitud entre muestras, por medio de datos de presencia y ausencia de especies (Mendoza, 2003; Siqueiros- Beltrones et al., 2014).

- **Evaluación de datos y estimadores diversidad alfa**

Es importante que al generar una base de datos de especies se determine si la muestra es representativa, para lo cual se genera una gráfica cuyo eje “Y” representa el número de especies y el eje “X” corresponde a los sitios de muestreo (Villarreal et al., 2004). Los estimadores y las pendientes de las curvas evalúan si el muestreo fue completo al comparar la riqueza observada con la riqueza esperada (Castaño y Corrales, 2010; Cava et al., 2013).

En este sentido, se suelen usar estimadores tales como: MMmeans (proporciona estimaciones estables con gran precisión en un número bajo de muestras); Coleman (proyectan la cantidad de individuos en función de la muestra total); Jacknife 1 y 2, Bootstrap, CHAO 2 (métodos no paramétricos basados en la incidencia, estiman de riqueza de especies cuando se tienen únicamente datos de presencia-ausencia); CHAO 1 (estimador basado en la abundancia, otorga buenas resoluciones) y ACE (método no paramétrico de estructura cuando se obtiene

abundancia para localidad heterogéneas) (Escalante-Espinosa, 2003; Villarreal et al., 2004; Cava et al., 2013)

- **Índice de Morisita-Horn**

Este índice es un coeficiente formulado para determinar la cantidad de individuos, estimando la probabilidad de que los individuos obtenidos de las muestras comparadas pertenezcan a la misma agrupación o taxón (Giraldo-Mendoza, 2015). Es utilizada cuando los datos del estudio son cuantitativos, pues toma en cuenta la abundancia de las especies y su composición (Villarreal et al., 2004). Según Morisita (1959) a pesar de que este índice es independiente del tamaño de muestra, tiene una gran sensibilidad a las variaciones en la abundancia.

2.1.7 Cambio climático y la diversidad de murciélagos

El planeta Tierra ha sufrido alteraciones climáticas significativas a lo largo de su existencia, generando efectos en todas las formas de vida. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) define al cambio climático como: todo cambio de las condiciones promedio como temperatura y precipitaciones durante un periodo de tiempo (IPCC, 2013).

La principal causa del cambio climático es el acrecentamiento de gases de efecto invernadero (GEI) que pueden ser generados de forma natural o antrópica. A partir de la era industrial los GEI han ido en aumento, debido a la generación excesiva de CO₂ por actividades antrópicas como: el uso de combustibles fósiles, el cambio de uso de suelo, la deforestación, entre otros (Aguirre et al., 2010).

El cambio climático representa un grave peligro que se extiende contra la biodiversidad (Sherwin et al., 2012) ya que muchos ecosistemas se verán afectados en su capacidad de producir bienes y servicios ecosistémicos que son esenciales para el desarrollo y conservación de flora y fauna (Aguirre et al., 2010). Además, Root et al. (2003) señala que puede existir respuestas significativas por parte de las especies al cambio climático tales como: cambios en la densidad de poblaciones; cambios en la migración; cambios en las frecuencias genéticas; cambios en la morfología y comportamiento de las especies.

Por otro lado, Arias-Muñoz et al. (2022) mencionan que la vulnerabilidad ante la variación climática se debe a tres parámetros: exposición (nivel de estrés que admite el sistema por causalidad política o ambiental), la sensibilidad (nivel de afectación en un sistema por motivo de perturbaciones) y la capacidad adaptativa (capacidad de resiliencia del sistema ante la tensión climática)

Sherwin et al. (2012) menciona que el cambio climático influye en varios aspectos de los quirópteros como: su distribución geográfica, la disponibilidad de alimento, la frecuencias y duración del letargo, modifica el momento de hibernación, cambios en su reproducción y desarrollo.

Rodríguez-San Pedro et al. (2014) añade que el cambio climático generaría modificaciones en la capacidad de detección de presas durante la actividad de forrajeo. Sin embargo, estos efectos pueden afectar de maneras diferentes en especies de murciélagos ya que depende de los requisitos de alimentación, hábitat y reproducción (Sherwin et al., 2012).

Ante tal inestabilidad, el IPCC comienza a implantar algunas normas de adaptación y mitigación que hagan frente a la variabilidad climática, empezando por detallar su impacto desde estudios locales, mediante el desarrollo de modelos predispuestos a ejecutar proyecciones climáticas (García-Garizábal et al., 2017).

Es importante examinar cada modelo independientemente debido a que los resultados varían dependiendo del escenario y del área de estudio, por ejemplo: en los Andes Tropicales cada patrón climático se diferencia por las interacciones entre temperatura y precipitación, de las cuales dependen otros factores; en el caso de la temperatura conserva su homogeneidad en función de la altitud, más en el caso de la precipitación, su complejidad se ve asociada con factores orográficos (Cuesta-Camacho et al. 2008).

De igual manera si se refiere a regiones áridas y semiáridas los modelos determinan mayor sensibilidad al cambio climático que las regiones húmedas (García-Garizábal et al., 2017). Cabe resaltar que, las proyecciones climáticas a

futuro son el efecto de las orientaciones mundiales con respecto a la alteración de los sistemas humanos y naturales (Rodríguez-Rocha, 2017).

Según el IPCC (2013), en su Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático, se establece que: para generar proyecciones en modelos climáticos es necesario emplear una jerarquía ascendente según su nivel de complejidad, en donde cada modelo representa variaciones en base a un grupo de escenarios que simulan forzamientos antropógenos dentro de los cuales se encuentran las trayectorias de concentración representativas (*“Representative Concentration Pathways o RCP”*).

Los escenarios RCP hacen énfasis en el forzamiento radiactivo total a futuro (año 2100) y se desglosan en cuatro escenarios: RCP 2.6 (trayectoria en la que el forzamiento es muy bajo), RCP4.5 y RCP6 (escenarios de estabilización) y RCP 8.5 el cual es un escenario con un nivel muy alto de emisiones de gases de efecto invernadero (IPCC, 2014).

2.1.8 Modelos de distribución de especies

Con el pasar del tiempo han aparecido nuevas herramientas útiles que permiten el análisis objetivo de los patrones espaciales determinando la presencia de especies, denominados modelos de distribución de especies (Mateo et al., 2011). La distribución de cada especie está limitada por la interacción de los factores bióticos y abiótico como, por ejemplo: la precipitación, la temperatura, la evapotranspiración, la competencia y la depredación (Naoki et al., 2006). Estos modelos parten de los datos disponibles de presencia o datos de información geográfica de alguna especie los cuáles son sometidos a procedimientos matemáticos o estadísticos que permiten deducir las zonas potencialmente aptas para su presencia dependiendo de sus características ambientales (Mateo et al., 2012).

Los modelos han trascendido desde su aplicación a especies aisladas hasta los análisis de cientos o miles de taxones para combinarlos con veloces algoritmos

a los que se les ha aplicado el principio de máxima entropía evaluando su distribución potencial con respecto al nicho de la especie, otorgando como resultado un valor de idoneidad e función del hábitat estudiado, indicando si existen condiciones favorables para la ocurrencia de la especie (Benito de Pando y Peñas de Giles, 2007).

2.1.8.1 Modelos de la distribución de quirópteros

Varios autores han elaborado modelos para determinar la distribución de quirópteros tales como: Ancilotto et. al (2020) quienes desarrollaron un modelo de predicción de la distribución de murciélagos africanos (*Plecotus gaisleri*) en Europa, donde consideraron un conjunto de 21 variables ecogeográficas; 19 de las cuales eran bioclimáticas y las dos restantes geográficas; luego de un proceso del procesamiento cartográfico y estadístico eliminaron todas las variables altamente correlacionadas, conservando solo los pares de variables con $r < .70$.

Para la elaboración del modelo se seleccionaron las siguientes variables: elevación, cobertura terrestre, isoterma, rango anual de temperatura, temperatura media de cuarto más seco, temperatura media de cuarto más frío, estacionalidad de la precipitación y precipitación de cuarto más frío (Ancilotto et. Al., 2020).

Así como también Bosso et al. (2016) desarrollaron modelos de máxima entropía con el objetivo de realizar un análisis de brechas para las poblaciones de murciélagos amenazados en Cerdeña, isla perteneciente a Italia que alberga tres especies de murciélagos de gran importancia para la conservación, *Plecotus sardus* (endémico), *Myotis punicus* y *Rhinolophus mehelyi*.

Las variables utilizadas en dicho modelo fueron: altitud, cobertura terrestre, rango diurno medio, isoterma, temperatura estacional, rango anual de temperatura, temperatura media de cuarto más húmedo, temperatura media anual, temperatura de cuarto más seco, estacionalidad de la precipitación, precipitación del trimestre más húmedo, temperatura máxima del mes más cálido y precipitación del trimestre más frío (Bosso et al., 2016).

A su vez, Hayes et al. (2015) elaboraron modelos de distribución de especies sólo de presencia dinámica estacional para un murciélago migratorio críptico afectado por el desarrollo de la energía eólica, que investigó la distribución estacional y los patrones de movimiento de los murciélagos canosos (*Lasiurus cinereus*) en América del Norte.

Se obtuvieron modelos para cada una de las estaciones del año; siendo las variables empleadas: cobertura de árboles, estacionalidad de las precipitaciones, duración de la temporada, rango estacional de temperatura, temperatura de invierno, temperatura de primavera, temperatura de verano y temperatura de otoño; cabe destacar que las cuatro primeras variables son las que se emplearon en todos los modelos desarrollados (Hayes et al., 2015).

Lee et al. (2012) desarrollaron modelos de distribución actual y futura potencial de los murciélagos vampiros comunes en América y el riesgo asociado para el ganado. Los autores iniciaron con 19 variables bioclimáticas y posterior a su análisis emplearon cinco variables para la elaboración del modelo definitivo, siendo éstas: estacionalidad de la precipitación, estacionalidad de la temperatura, precipitación del mes más lluvioso, precipitación del mes más seco y temperatura media del mes más frío.

Por otra parte, Corrie et al. (2013) en su investigación sobre el uso de distribuciones potenciales para explorar el medio ambiente correlacionado con la riqueza de especies de murciélagos en el sur de África, el área de estudio cubrió el tercio de Sudáfrica excluyendo la región de Tanzania, donde probaron modelos de predicción en función de variables asociadas con el clima, la energía y el índice de productividad, con la finalidad de estimar la distribución de 64 especies de murciélagos.

Los investigadores seleccionaron nueve variables bioclimáticas de la base de datos WorldClim: temperatura media anual (BIO1), isoterminia (BIO3), temperatura estacional (BIO4), temperatura máxima del mes más cálido (BIO5), temperatura mínima del mes más frío (BIO6), precipitación anual (BIO12),

precipitación del mes más lluvioso (BIO13), precipitación del mes más seco (BIO14) y precipitación estacional o BIO15 (Corrie et al., 2013).

De igual manera, Shahabi et al. (2019) en su estudio sobre la distribución geográfica potencial e idoneidad del hábitat del murciélago de herradura grande, *Rhinolophus ferrumequinum* (Chiroptera: Rhinolophidae) en Irán, se empleó, la variable elevación (altitud) junto con las siguientes variables bioclimáticas BIO3 (isotermia), BIO4 (temperatura estacional), BIO5 (temperatura máxima del mes más cálido), BIO6 (temperatura mínima del mes más frío), BIO7 (rango anual de temperatura), BIO8 (temperatura media de cuarto más húmedo), BIO12 (precipitación anual), BIO15 (estacionalidad de la precipitación), BIO18 (Precipitación del cuarto más cálido), BIO19 (precipitación del cuarto más frío) (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de las variables empleadas en modelos de distribución de murciélagos

Código	Variable	Bosso et al. (2016)	Corrie et al. (2013)	Ancilotto et al. (2020)	Lee et al. (2012)	Hayes et al. (2015)	Shahabi et al. (2019)
BIO1	Temperatura media anual	X	X				
BIO2	Rango diurno medio	X					
BIO3	Isotermia	X	X	X			X
BIO4	Temperatura estacional	X	X		X	X	X
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido	X	X				X
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío		X		X		X
BIO7	Rango anual de temperatura	X		X			X
BIO8	Temperatura media del cuarto más húmedo	X					X
BIO9	Temperatura media del cuarto más seco	X		X			
BIO10	Temperatura media del cuarto más cálido						
BIO11	Temperatura media del cuarto más frío			X			
BIO12	Precipitación anual		X				X
BIO13	Precipitación del mes más húmedo		X		X		
BIO14	Precipitación del mes más seco		X		X		
BIO15	Estacionalidad de la precipitación	X	X	X	X	X	X
BIO16	Precipitación del trimestre más húmedo	X					
BIO17	Precipitación del trimestre más seco						
BIO18	Precipitación del cuarto más cálido						X
BIO19	Precipitación del cuarto más frío	X		X			X

2.1.8.2 Modelos de la distribución de quirópteros en Ecuador

Burneo y Tirira (2014) realizaron un análisis de registros depurados de quirópteros para determinar los patrones de riqueza, distribución y aspectos de conservación de quirópteros, a partir de datos de presencia depurados y variables ambientales que fueron cargadas en el software MaxEnt.

Una vez procesados los modelos se descartaron aquellos que tenían un número bajo de registros y modelos que no fueron validados estadísticamente por la curva *AUC*, dando como resultado mapas de las estimaciones de nicho para 81 especies, mismas que fueron sobrepuestas junto con la capa de áreas protegidas del Ecuador para generar un mapa de riqueza potencial, mismo que permitió especificar las características biofísicas para una mayor riqueza de especies de quirópteros y a su vez definir áreas fundamentales para conservación e investigación (Burneo y Tirira, 2014).

A su vez Pinto et al. (2013) realizaron modelos de nichos ecológicos con máxima entropía para determinar la distribución, abundancia y dormideros del murciélago frugívoro *Artibeus fraterculus* (Chiroptera: Phyllostomidae) en la ecorregión tumbesina en Ecuador y el centro oeste de Perú, mediante el uso de 19 variables bioclimáticas obtenidas de la plataforma WorldClim, de entre las cuales destacó la BIO17 (precipitación del trimestre más seco) cuando se usaba de forma aislada, sin embargo, la BIO4 (temperatura estacional) fue la que disminuyó la ganancia del modelo cuando fue omitida.

2.1.9 Estado de conservación de quirópteros

Las características que poseen los murciélagos tanto ecológicas, como biológicas los convierten en un buen bioindicador, gracias a la amplia diversidad taxonómica y funcional, su extensa distribución geográfica, la gran facilidad para identificar y muestrear la abundancia relativa alta (Medellín y Viquez, 2014).

Se ha vuelto necesaria la intervención de una población consciente que establezca acciones eficientes para frenar la pérdida de la diversidad, debido a que las tasas de extinción siguen aumentando y, por lo tanto, se estima que en tres

generaciones de la vida humana seremos privados de los beneficios que aportan estos mamíferos voladores (Burneo et al., 2015).

Actualmente existen numerosas estrategias mundiales, especialmente en diferentes lugares de Latinoamérica, como la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de Murciélagos (RELCOM), incluidos 20 países de la región que han desarrollado programas de conservación tal como fueron los Planes de Acción para la Conservación de los Murciélagos en Bolivia.

A nivel centroamericano desde 2012 se creó la Estrategia de Conservación de Murciélagos de Centroamérica como parte inicial del Programa de Conservación de Murciélagos de Costa Rica (PCMCR) que trabajan conjuntamente para unir conocimiento y esfuerzos a favor de la conservación (Arévalo y Quinchiguango, 2017).

A nivel nacional, desde el año 2011, se ha implementado como estrategia de conservación a favor de los quirópteros: el Programa para la Conservación de los Murciélagos en Ecuador (PCME), cuyo objetivo es la creación de áreas de conservación e investigación, así como también el dictado de talleres para niños y adultos (Burneo et al., 2015).

En el 2018, se dio a conocer que en la comunidad de Cauchiche en la Isla Puná, se protegía a cerca de 400 individuos en peligro Crítico de extinción pertenecientes a una especie conocida tradicionalmente como murciélago ahumado (*Amorphochilus schnablii*), por esta razón fue considerada como área de Importancia de Conservación de Murciélagos (AICOM), siendo la primera el Bosque Protector Cerro Blanco en el 2013 (Basantes, 2020).

2.2 Marco legal

El presente estudio se encuentra enmarcado en el siguiente Marco Legal vigente y aplicable en el Ecuador referente a la conservación de la biodiversidad.

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador

El artículo 425 de la Constitución del Ecuador (2008), estipula una jerarquía para las normas siendo la presente, la primera en ser tomada en consideración y misma que establece en los artículos 57 numeral 8 y 395 numerales 1 y 4 que el Estado establecerá y ejecutará programas de participación comunitaria con objeto de uso y conservación sustentable de la biodiversidad garantizando un modelo sustentable de desarrollo, donde las disposiciones emitidas estarán favoreciendo la protección de la naturaleza.

En el capítulo séptimo de los derechos de la naturaleza, se establece en el artículo 71 que la naturaleza o Pacha Mama, tiene derecho a ser respetada por su existencia, por el mantenimiento y la regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos ya que es en ella donde se reproduce y se genera la vida, por lo tanto, en el artículo 73, el Estado se compromete a aplicar medidas preventivas y restrictivas en cuanto a las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o a la alteración permanente de los ciclos naturales.

Según el Art. 397 en el caso de que se desarrollen daños ambientales el Estado deberá actuar de forma inmediata que permita garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas, además de aplicar la penalidad correspondiente contra el operador de la actividad dañina y se le designen las obligaciones para que realice la reparación cabal según las condiciones y los procedimientos que la ley establezca.

Por lo tanto, es importante acotar que el Estado garantiza de igual manera el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano que se encuentre ecológicamente equilibrado y en el numeral 4 del presente artículo, se subraya el papel del Estado en el manejo y la administración de las áreas naturales protegidas,

asegurando su intangibilidad con objeto de garantizar la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas.

En el Art. 400 se declara a la conservación de la biodiversidad de interés público, así como a todos sus componentes, particularmente a la biodiversidad agrícola, silvestre y el patrimonio genético del país de manera que el Estado ejercerá la soberanía de dicha diversidad y se responsabilizará de su administración y gestión de forma intergeneracional.

También, en el Art. 405, el SNAP avala la conservación de la biodiversidad y el sustento de sus funciones ecológicas, por lo que el Estado asignará los recursos económicos indispensables para que el sistema se sostenga y se fortalezca con la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que hayan residido desde épocas ancestrales en las áreas protegidas, tanto en administración como en gestión; en vista de que le corresponde al Estado la rectoría y la regulación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

La integración con los países de Latinoamérica y el Caribe se cataloga como un objetivo estratégico del Estado en el Art. 423, en el cual el Estado ecuatoriano se comprometerá a promover estrategias de manejo sustentable del patrimonio natural, en especial, regulando la actividad extractiva, la conservación de la biodiversidad y sus componentes; la investigación, el desarrollo científico y el intercambio de los conocimientos y las tecnologías; y la ejecución de tácticas coordinadas para la soberanía alimentaria.

2.2.2 Tratados y Convenios Internacionales

Dentro de los tratados y convenios internacionales, el Convenio sobre la Diversidad Biológica firmado en junio de 1992, indica en el artículo 1 que los objetivos del presente son: la conservación de la biodiversidad y la utilización sostenible de sus componentes. Adicionalmente se promueve la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven al usar los recursos genéticos por medio del acceso adecuado a éstos; fortaleciendo su desarrollo utilizando las tecnologías pertinentes, tomando en cuenta todos sus derechos y la financiación pertinente.

En el Art. 6 se establece que cada parte contratante elaborará planes nacionales o estrategias para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica o adaptarán los mismos para que reflejen en sí a las medidas establecidas en este Convenio. Deben ser establecidas de forma pertinente para la parte contratante interesada y logrando integrar en lo posible la subsistencia y la utilización razonable de la biodiversidad en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales.

Es importante mencionar que en este convenio las partes contratantes se comprometen en el Art. 17 a facilitar el intercambio de información de todas las fuentes públicamente disponibles relacionadas con la conservación en función de las necesidades especiales de los países en desarrollo y el uso sostenible de la diversidad biológica.

2.2.3 Leyes Orgánicas

De acuerdo con las leyes orgánicas, actualmente se encuentra vigente el Código Orgánico del Ambiente (COA) (Suplemento 983 del 12-Apr-2017, última reforma el 21-Aug-2018), en el cual se especifica en el artículo 3, numeral 4 que uno de sus fines es instituir, implementar y fortalecer los mecanismos e instrumentos para la conservación, uso sostenible y restauración de los ecosistemas que representan la biodiversidad y sus componentes, el patrimonio genético, Forestal Nacional, de los servicios ambientales, de la zona marino-costera y de los recursos naturales.

El artículo 5 del COA habla del derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el cual comprende de igual forma al manejo sostenible de los ecosistemas en especial aquellos que se han vuelto frágiles antes las amenazas constantes.

El artículo 17 manifiesta que el Estado dispondrá de datos científicos y técnicos actualizados de biodiversidad y del ambiente y la Autoridad Ambiental Nacional deberá recopilar esos datos con las instituciones de educación superior públicas, privadas y mixtas, al igual que con otras instituciones que aporten a este tipo de investigación.

En el artículo 21 se sugiere que el Fondo Nacional para la Gestión Ambiental será de carácter público ya sea total o parcial con respecto a los planes, proyectos o actividades orientados a la investigación, protección, conservación y manejo sostenible de la diversidad biológica, servicios ambientales, medidas de reparación completa de daños ambientales, mitigación y adaptación al cambio climático y a los estímulos ambientales y todo ello definido según las prioridades que especifique la Autoridad Ambiental Nacional.

El Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos (Suplemento 899 del 09-Dec-2016), en el Art. 4 concede la aplicación de las disposiciones contenidas en el presente Código, las cuáles se especifican en el numeral 16, donde menciona que: la biodiversidad y el patrimonio genético son propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado; sin autorización a privatización, con acceso, uso y aprovechamiento estratégico, procurando la generación de los conocimientos endógenos y el desarrollo tecnológico nacional”.

2.2.4 Plan Nacional de Desarrollo “Creación de oportunidades” (2021-2025)

Este plan de desarrollo fue creado a partir de los principios y objetivos del plan de gobierno actual, el cual prioriza cinco ejes en el país; uno de ellos es el Eje de Transición Ecológica. Este eje tiene un enfoque en el desarrollo sostenible en diferentes niveles, que permita fomentar el aprovechamiento racional de los recursos naturales, así como también la conservación de los ecosistemas con el fin de mantenerse en el tiempo para las futuras generaciones.

Uno de los objetivos de la presente investigación es la generación de estrategias para la conservación de quirópteros y sus hábitats, de esta manera se puede contribuir con la primera política del Objetivo N° 11 del eje de transición ecológica, en que estipula la promoción de la protección y conservación de la biodiversidad y sus ecosistemas, así como del patrimonio natural y genético nacional (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Descripción del área de estudio

San Luis de Imbaya es una de las cuatro parroquias rurales del cantón Antonio Ante de la provincia de Imbabura (Figura 3), tiene una extensión de 11,43 km². La parroquia de Imbaya limita al norte con el cantón San Miguel de Urcuquí, al oeste con la parroquia de San José de Chaltura, al este con el cantón Ibarra y al sur con la parroquia rural de San Antonio del cantón Ibarra.

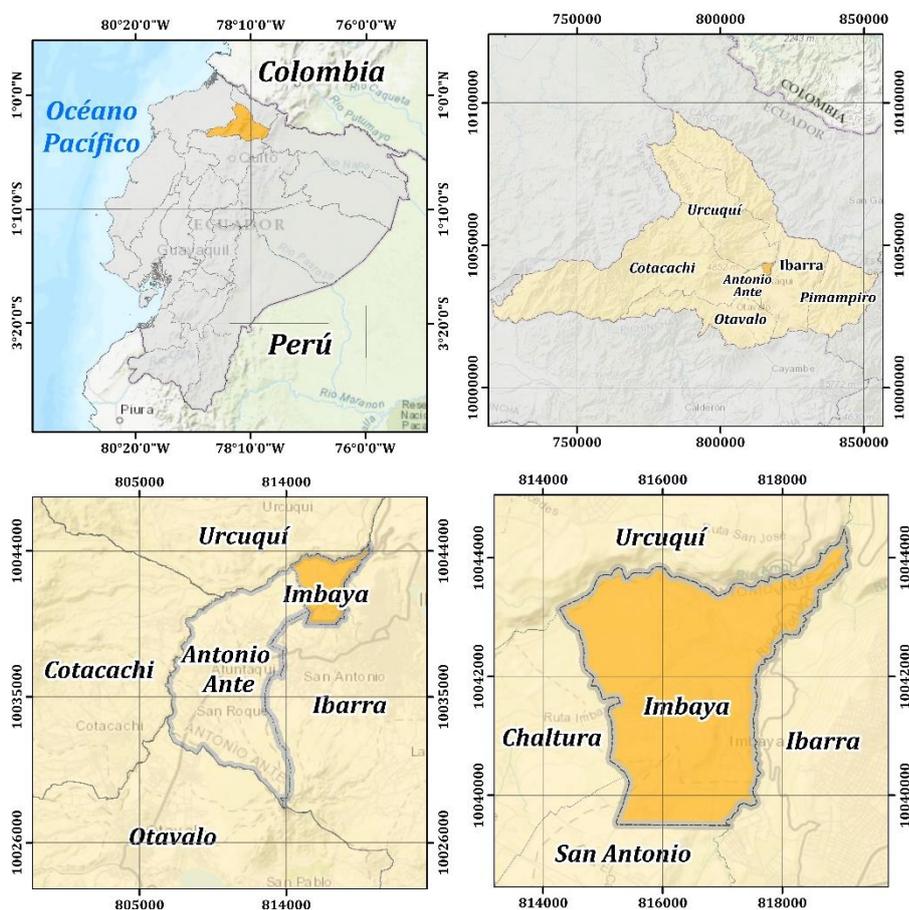


Figura 3. Ubicación de la parroquia de Imbaya

La parroquia de Imbaya tiene una temperatura que oscila entre 14 a 17° C y precipitaciones entre 500 - 750 mm, con un ecosistema de bosque seco montano bajo (bs-MB) en el que se pueden encontrar barrancos y llanura, presentando una vegetación de espinos, cholanes, cabuyos, chilcas, nogales, sauces y guarangos.

Según los metadatos obtenidos del Sistema Nacional de Información del año 2013, la zona de estudio tiene tres ecosistemas adicionales: bosque seco premontano, estepa espinosa montano bajo y monte espinoso premontano (Figura 4), esto debido a la variabilidad del relieve pese a su pequeña extensión. Imbaya se compone de un relieve levemente ondulado, destinando 6,65 km² del total de su superficie al uso agrícola, generalmente delimitado a causa de los barrancos, mismos que contienen vegetación arbórea, arbustiva y herbácea con un remanente de vegetación nativa (GAD Provincial de Imbabura, 2019).

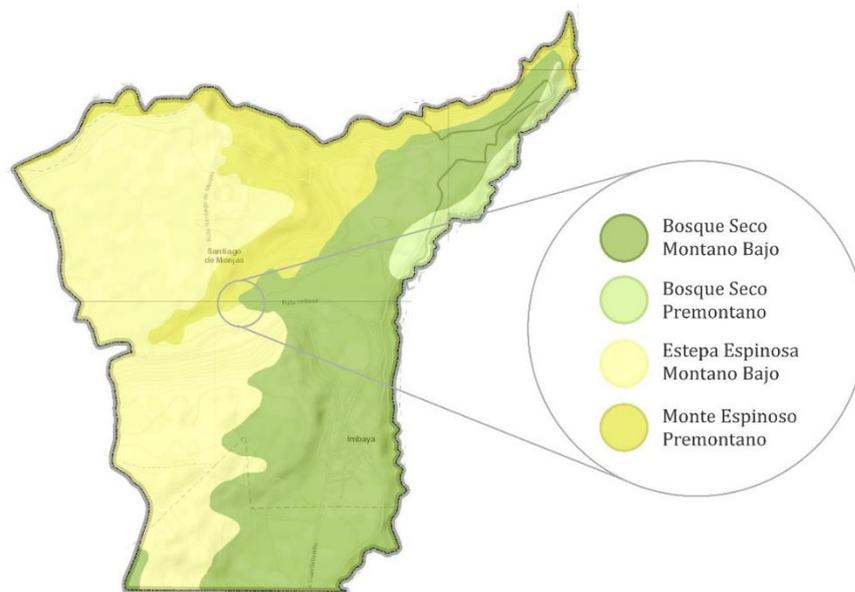


Figura 4. Ecosistemas de la parroquia Imbaya

3.2 Metodología

El presente trabajo se desarrolló en la parroquia de Imbaya donde se obtuvo los registros de murciélagos en campo, estimación de nicho ecológico. Con ello se elaboró la propuesta de estrategias de conservación para el área de estudio.

3.2.1 Diversidad del orden quiróptera en la parroquia Imbaya

Partiendo del aporte de Díaz y Linares-García (2012) como primer paso para ejecutar la presente investigación fue necesario muestrear la zona de interés mediante caminatas diurnas y nocturnas, para identificar refugios potenciales de quirópteros. Fue necesaria la colaboración de los habitantes de la zona, quienes en base a sus conocimientos o experiencias ayudaron a distinguir algunos refugios donde tuvieron encuentros con las especies de quirópteros.

Una vez establecidos los sitios de muestreo se escogieron los hábitats más convenientes (ordenados en base a calidad y probabilidad) para obtener un mejor margen de captura de los individuos, tal como es estipula en el protocolo de muestro usado por Bracamonte (2018), en el cual también se sugiere como método más convencional al uso de redes de neblina en estudios como el presente, referente a la diversidad, dado a su productividad y suministro de bienestar hacia las especies capturadas.

3.2.1.1 Identificación de zonas de muestreo

La parroquia está casi totalmente intervenida por factores antrópicos que han fragmentado el ecosistema, incidiendo en la pérdida de la biodiversidad (Figura 5), ya que la tierra ha sido destinada mayormente con fines agropecuarios.

En el estudio de Pozo-Rivera et al. (2015) sobre la diversidad de quirópteros en diferentes tipos de cultivos, determinaron que existe una alta presencia de mastofauna en determinados sitios tales como: fincas agrícolas y ganaderas, en cercas vivas, los árboles dispersos en pastizales y los remanentes de bosque natural. Por lo tanto, los lugares antes mencionados fueron tomados en cuenta como principales sectores para el estudio, es decir donde haya mayor vegetación arbustiva, zonas de cultivos y pastizales dentro de la parroquia de Imbaya.

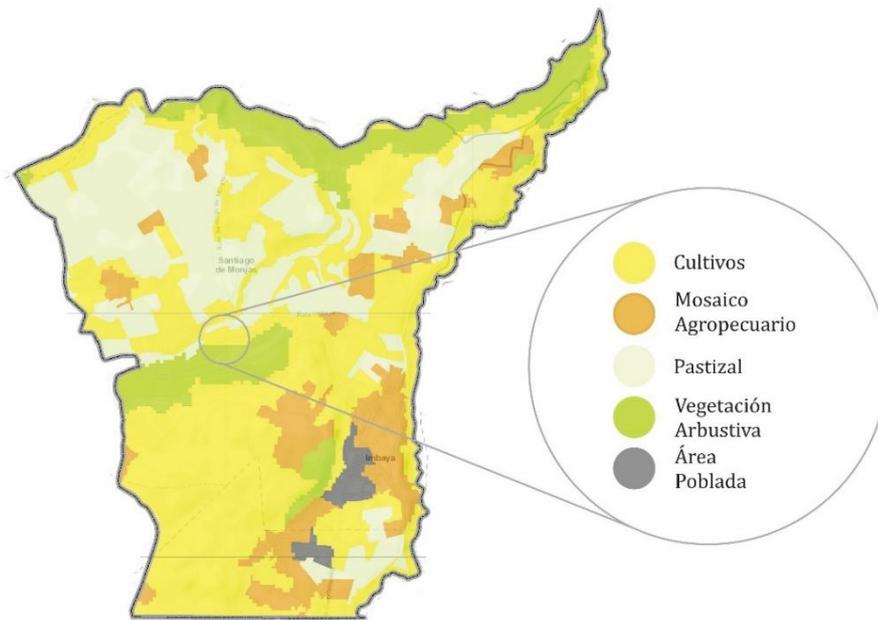


Figura 5. Uso de Suelo y cobertura vegetal de la parroquia Imbaya

3.2.1.2 Salidas de campo

Se establecieron dos períodos para la captura de murciélagos, entre los cuáles se efectuaron dos salidas por semana, dando un total de 58 salidas de campo: el primero desde la última semana de mayo a la primera semana de septiembre del 2020 (15 semanas) y el segundo iniciando el mes de abril hasta la primera semana del mes de julio del 2021 (14 semanas).

Las salidas de campo se llevaron a cabo en un horario de 17:00 a 23:00, donde se marcaron 67 puntos en seis sitios de muestreo. Las redes de neblina se ubicaron cada 20m (Ministerio del Ambiente Perú, 2015), dependiendo de la topografía del terreno. Fue necesario el uso de cuatro redes siendo dos de ellas de 12m de longitud x 3m de ancho y las restantes de 6m de longitud x 3m de ancho, ambas con agujeros de 15 x 15mm. Ya capturados los ejemplares, se procedió a tomar las medidas morfométricas necesarias para su determinación taxonómica con claves de identificación (Dietz y Von Helversen, 2004; Aragón y Aguirre, 2014; Núñez-Novas et al., 2019).

Se registraron los siguientes datos: Especie, punto GPS de captura, fecha, hora, altitud y datos morfométricos, estos últimos fueron tomados con un calibrador (Figura 6) y una regla de acero para que los datos obtenidos permanezcan bajo las condiciones estándar y sean válidos; tal y como lo explican Dietz y Von Helversen (2004). De igual manera, se evidenció la captura mediante fotografías de los individuos, para finalmente marcarlos en el dedo quinto y en la tibia con un marcador ecológico rojo permanente, para posteriormente libertarlos una vez terminado el proceso.



Figura 6. Toma de medidas morfométricas con calibre

3.2.1.3 Identificación taxonómica de murciélagos

La determinación taxonómica de cada individuo se realizó en primera instancia con una comparación entre los datos de campo tales como: datos morfométricos, fotografías; y en adición los datos generalizados de las claves de identificación de murciélagos proporcionadas por Dietz y Von Helversen (2004), Quintana y Pacheco (2007), Tirira (2017) y Núñez-Novas et al. (2019), y las guías de murciélagos obtenidas de fieldguides.fieldmuseum.org.

Para validar la taxonomía de cada quiróptero, se envió la información comprimida (documento de Excel con datos morfométricos y carpetas con sus respectivas fotografías, ordenadas de acuerdo con el individuo) vía correo

electrónico a los investigadores ecuatorianos: Lic. Diego Tirira, MSc., Máster en conservación de especies y al Dr. Jaime Guerra, investigador de la Universidad San Francisco de Quito. Cabe resaltar que se realizó de esta manera debido al estado de emergencia sanitaria por causa de la pandemia del Covid-19, tiempo en el cual se precauteló la seguridad de la población con algunas restricciones, como por ejemplo la de movilización interprovincial. Posteriormente, se organizó una reunión con el Dr. Jaime Guerra en la Universidad San Francisco de Quito para corroborar los datos e identificación de las especies, lo cual se validó por medio de un certificado (Anexo 5).

3.3.1.4 Cálculo de índices de biodiversidad

Una vez que se organizó la información, con ayuda del software Excel se creó una lista de las especies encontradas para poder aplicar los índices de biodiversidad:

- **Índice de Diversidad de Shannon**

Según Shannon y Weaver (1949), la ecuación utilizada para valorar la biodiversidad es:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Dónde:

H' : Índice de la diversidad de la especie

S : Número de especie

p_i : Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

\ln : Logaritmo natural

En este índice los valores oscilan entre número positivos, por lo general entre el rango de 2 a 4 mientras que en la interpretación se menciona que los valores inferiores a dos representan ecosistemas con diversidad baja de especies, y los valores superiores a tres son considerados como ecosistemas con alta diversidad.

- **Índice de Margalef**

Este índice se puede calcular mediante la siguiente fórmula propuesta por Margalef, (1977):

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

D_{Mg} : Índice de diversidad de Margalef

S : número de especies

N : número total de individuos

Un valor inferior a dos significa que hay una baja diversidad y si es mayor que cinco significa una alta diversidad (Margalef, 1977).

- **Índice de Simpson**

Se emplea la siguiente fórmula propuesta por Simpson, (1949):

$$D = \sum \left(\frac{n}{N}\right)^2$$

Donde:

D : Índice de Simpson

n : número total de individuos de una especie en particular

N : número total de individuos de todas las especies

Si el valor de D es cero, hace referencia a que hay una diversidad mayor o infinita y si el valor es de uno, significa que no hay diversidad, sino dominancia de una especie.

- **Índice de Similitud de Sorensen**

Se calcula con la siguiente fórmula propuesta por Sorensen, (1948):

$$Ks = \frac{2c}{a + b} * 100$$

Donde:

Ks: Índice de Similitud de Sorensen

a: número de especies de la muestra 1

b: número de especies de la muestra 2

c: número de especies en común

- **Índice de Similitud de Jaccard**

Se calcula con la siguiente fórmula de Jaccard, (1908):

$$Ij = \frac{c}{a + b - c} * 100$$

Donde:

Ij: Índice de Similitud de Jaccard

a: número de especies de la muestra A

b: número de especies de la muestra B

c: número de especies en común

- **Índice de Morisita-Horn**

A través del software “*Past3*” se ejecutó la herramienta “*Cluster-classical*” ingresando los sitios de muestreo con sus respectivos datos de abundancia, de manera que, se generó un dendrograma calculado a partir del índice de Morisita-Horn.

3.3.2 Análisis de la distribución potencial del orden quiróptera bajo un escenario presente y futuro (año 2050)

Para determinar la distribución potencial de los murciélagos se elaboraron modelos de estimación de su nicho ecológico en tiempo presente y tiempo futuro, calculados a partir de puntos de presencia de quirópteros y variables bioclimáticas en el software de máxima entropía MaxEnt. Cada variable fue previamente delimitada por una versión ampliada del área de estudio en función de la movilidad de las especies (Región M) utilizando el software ArcGIS.

3.3.2.1 Puntos de presencia

Dentro de los seis sitios de muestreo se obtuvieron 35 puntos de presencia en donde se efectuaron capturas de murciélagos (Figura 7). A dichos puntos, se les adicionaron registros de avistamientos en campo (murciélagos hematófagos alimentándose del ganado), dando un total de 51 puntos de presencia, mismos que fueron ordenados en tres campos (Familia, coordenada en X y coordenada en Y) y guardados en el formato CSV (delimitado por comas) el cual es compatible con el algoritmo de máxima entropía (Villaseñor et al., 2015).

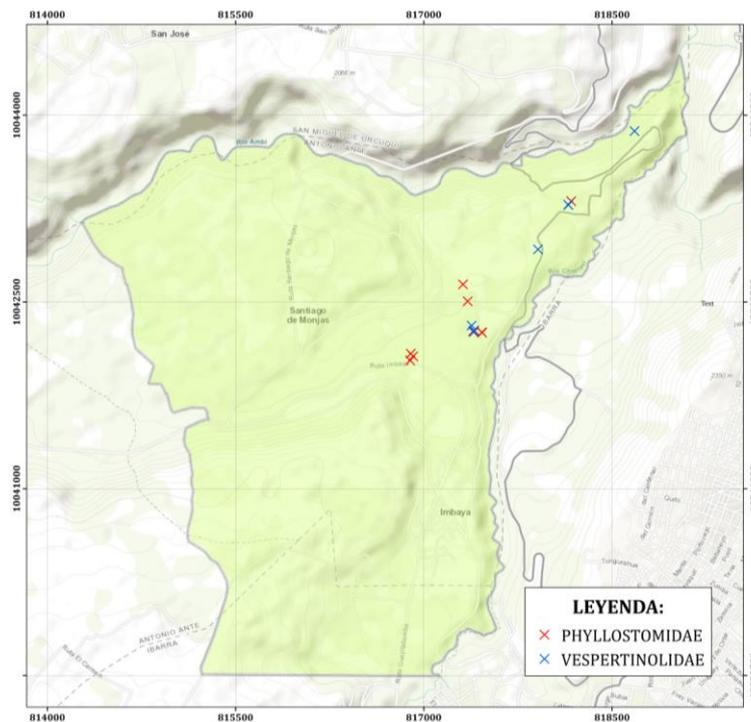


Figura 7. Puntos de presencia de familias de quirópteros

Según Villarreal et al. (2004) los datos deben interpretarse de forma diferencial para que en lo posterior se complementen con el análisis. Por lo tanto, se introdujeron los datos de seis sitios de muestreo para realizar la curva especie-área (Figura 8), que determinó la efectividad del muestreo. De acuerdo con la naturaleza de los datos se escogieron cuatro estimadores: Michaelis-Menten (MMmeans), Coleman (Col), CHAO 1 y ACE, los cuales fueron procesados en el software “*Estimates*” (Colwell, 2013).

En términos generales la curva no se logró estabilizar, principalmente porque se ingresaron pocos sitios de muestreo, los cuales se vieron afectados por las condiciones de alta intervención en la zona de estudio. Pese a que se identificó mayor riqueza de especies en las localidades que presentaron limitaciones logísticas para el muestreo, su abundancia resultó relativamente baja, lo cual quiere decir que el muestreo no es representativo, convirtiéndolo en insuficiente (Moreno et al., 2011).

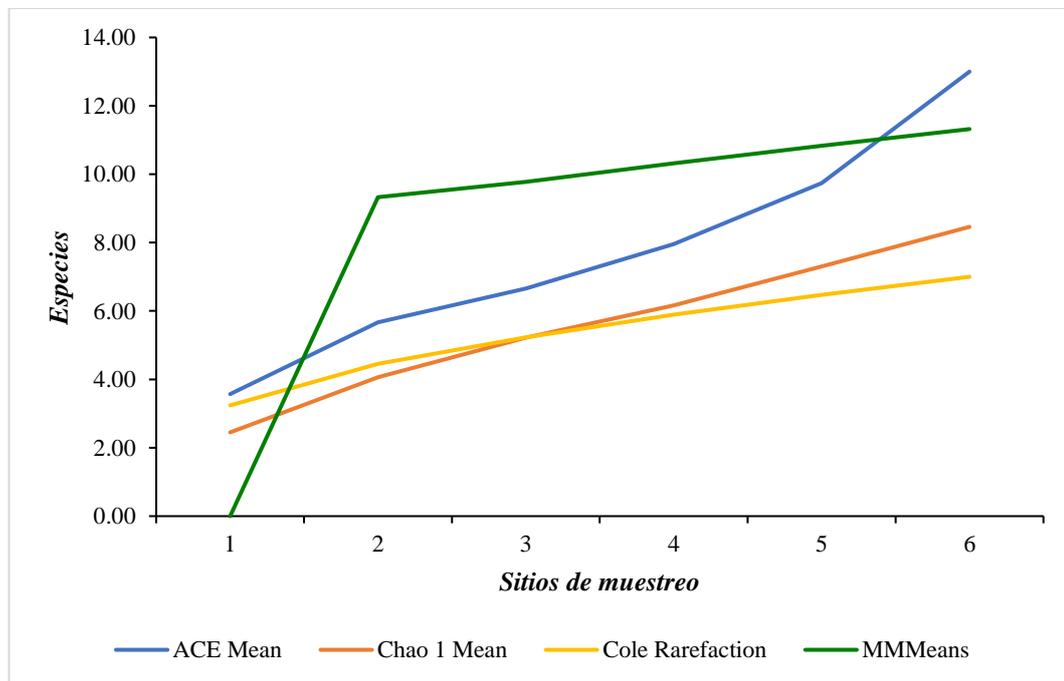


Figura 8. Curva especie-área

3.3.2.2 Región M

Con el fin de obtener un mejor análisis sobre la distribución de quirópteros se amplió el área de estudio con base en el diagrama BAM (Soberón y Peterson, 2005), es un método conceptual que induce a la limitación de áreas de estudio tomando en cuenta los factores bióticos (B), los factores abióticos (A) y de movilidad o accesibilidad (Cuervo-Robayo et al., 2017; Soberón et al., 2017; Townsend-Peterson et al., 2019).

El factor de movilidad dentro del concepto de distribución de los murciélagos es importante, debido a que son animales con un alto sentido de pertenencia al territorio o refugio seleccionado como hogar (Rodríguez Herrera, et al., 2015). Este sentido de pertenencia se ve condicionado a la disponibilidad de refugios y alimento (Rodríguez-Rocha et al., 2012).

Según Soberón y Peterson (2005) se define a la región M (Figura 9) como una parte dentro de un área de estudio que resulta accesible a la dispersión de la especie desde un punto de vista más ecológico, por lo tanto, se estimó una nueva área de estudio acorde al rango altitudinal en el que se encontraron a las especies (1867 a 2033 msnm) con un total de 19463.8 ha.

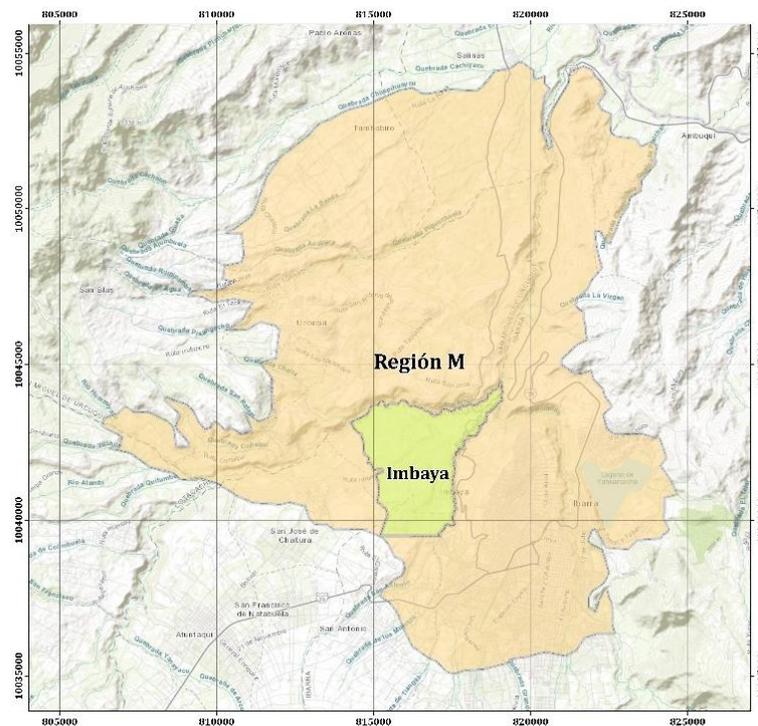


Figura 9. Región M

3.3.2.3 Variables bioclimáticas

Se descargaron un total de 19 variables bioclimáticas (Tabla 2) que son valores mensuales de temperatura y precipitación con una resolución espacial de aproximadamente 1 km²; mismas que fueron obtenidas de la plataforma WorldClim (<https://www.worldclim.org/bioclim>) que es de libre acceso para obtener dicha información tanto en tiempo presente como proyección al año 2050.

Tabla 2. Variables bioclimáticas

Código	Descripción
BIO1	Temperatura media anual
BIO2	Rango diario medio (promedio mensual (temperatura máxima - temperatura mínima))
BIO3	Isotermia (BIO2 / BIO7) (* 100)
BIO4	Temperatura estacional (desviación estándar *100)
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO7	Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)
BIO8	Temperatura media de cuarto más húmedo
BIO9	Temperatura media de cuarto más seco
BIO10	Temperatura media del cuarto más cálido
BIO11	Temperatura media del cuarto más frío
BIO12	Precipitación anual
BIO13	Precipitación del mes más húmedo
BIO14	Precipitación del mes más seco
BIO15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
BIO16	Precipitación del barrio más húmedo
BIO17	Precipitación del trimestre más seco
BIO18	Precipitación del cuarto más cálido
BIO19	Precipitación del cuarto más frío

Fuente: Plataforma WorldClim. (<https://www.worldclim.org/bioclim>)

En el software ArcGIS 10.8, cada variable fue proyectada a coordenadas UTM_17S y posteriormente cortadas de acuerdo con la Región M (“*Extract by mask*”), verificando que cada una tenga la misma extensión de forma exacta (Jácome et al., 2018; Jácome et al., 2019a).

Según Cruz-Cárdenas et al. (2014), Jácome et al. (2019b) y Arévalo-Morocho et al. (2023) es necesario suprimir la correlación entre las variables para eludir la inestabilidad del modelo, por lo tanto, se implementó el proceso estadístico de multicolinealidad (Dormann et al., 2013) en los datos extraídos con respecto a cada variable de 384 puntos aleatorios (“*Create Random Points*”) con ayuda de la herramienta “*Extract Multi Values to Points*”. Cabe dar a conocer que los puntos

aleatorios son el resultado de la aplicación de la fórmula de tamaño de muestra basándose en el número de celdas o píxeles del área de estudio.

Dormann et al. (2013) proporciona un umbral que ayuda a diferir entre la alta colinealidad de los valores absolutos de los coeficientes de correlación, ya que señala a los valores superiores a 0.7 como un excedente del umbral. Por ende, fueron seleccionadas cinco variables que contaban con una baja colinealidad: BIO4 (Temperatura estacional), BIO13 (Precipitación del mes más húmedo), BIO14 (Precipitación del mes más seco), BIO15 (Estacionalidad de la precipitación) y BIO18 (Precipitación del cuarto más cálido).

No obstante, al predominar las variables de precipitación fue necesario indagar de manera bibliográfica aquellas variables bioclimáticas que fueron usadas por otros autores en sus respectivos proyectos de modelamiento de quirópteros con un resultado favorable; tales son los casos de la BIO3, Isotermia, con cuatro autores que la emplean y de la BIO 19, precipitación del cuarto más frío, la cual fue seleccionada por tres autores (Tabla 1) y tuvo en extra de ser la variable más significativa en el estudio de Lee et al. (2012).

Cada una de las variables fue remuestreada con la ayuda de la herramienta “*Resample*” en el software ArcGIS para garantizar que el tamaño de las celdas sea igual, adicionalmente, fueron transformadas al formato ASCII (.asc) el cual es compatible con el software MaxEnt (Jácome et al. 2019a). Cabe hacer mención de que dentro del presente modelamiento se pretendió usar variables biofísicas adicionales, sin embargo, debido a que no presentaron condiciones de homologación entre sí fueron excluidas.

3.3.2.4 Modelo de distribución potencial de especies

Se utilizó el software MaxEnt, también conocido como algoritmo de máxima entropía (Phillips et al., 2006), en vista de que este tipo de modelo estima la posibilidad de presencia de una especie en un rango de cero a uno, donde cero representa la probabilidad más baja y uno la probabilidad más alta e indaga en una distribución lo más homogénea posible (Benito de Pando y Peñas de Giles, 2007; Merow et al., 2013). Por lo tanto, se ingresaron: los puntos de presencia

(correspondientes a las familias Phyllostomidae y Vespertilionidae) y las variables bioclimáticas (Bio3, Bio4, Bio13, Bio14, Bio15, Bio18, Bio19); sin embargo, antes de correr el modelo se configuró a MaxEnt introduciendo el valor de 20 en el porcentaje de prueba aleatoria, en la configuración avanzada se insertó 5000 como valor máximo de iteraciones y finalmente se activó la función para escribir predicciones de fondo en la configuración experimental.

Posteriormente, se evaluó el desempeño de los modelos tomando en cuenta a el área bajo la curva (*AUC*, por sus siglas en ingles), es una gráfica que nos brinda MaxEnt para diferenciar entre las ubicaciones de presencia y de fondo (Jácome, 2018; Moya et al., 2017). Los valores de la curva *AUC* se evaluaron de acuerdo con su exactitud predictiva según los umbrales proporcionados por Araujo et al. (2005), se describen en la Tabla 3.

Tabla 3. Rango de los valores de la curva *AUC*

Rango	Descripción
0.9 – 1	Excelente
0.8 – 0.9	Bueno
0.7 – 0.8	Aceptable
0.6 – 0.7	Malo
< 0.5 – 0.6	Inválido

Fuente: Araujo et al. (2005). *Validation of species–climate impact models under climate change*,

1508

Se analizó la prueba Jackknife generada por el software MaxEnt para identificar de forma individual a las variables más efectivas en predecir la mejor distribución, y así evaluarlas en las curvas de respuesta, las cuáles son gráficas que permiten representar la probabilidad de ocurrencia de los quirópteros en el área de estudio (eje “Y”) y observar su conducta o variabilidad (eje “X”) en función a cada variable (Jácome, 2018; Jácome et al., 2019a; Jácome et al., 2019b; Calderón-Ávila, 2022).

Adicionalmente, se revalidó a los modelos resultantes mediante la extracción de multivalores de los puntos aleatorios, para aplicarles seguidamente el índice del coeficiente Kappa (*k*) en el software estadístico SPSS. Este índice es una

medida propuesta por Cohen (1960), basado en la comparación de la concordancia vista en un conjunto de datos con respecto a otra que alcanzaría a suceder al azar, el cual está determinado por la fórmula:

$$k = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e},$$

Donde:

k : Coeficiente Kappa

P_o : Proporción de acuerdos observados

P_e : Proporción de acuerdos esperados en la hipótesis de independenciam entre los observadores (acuerdos al azar)

Los resultados fueron evaluados de acuerdo con la categorización de Landis y Koch (1977) como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Categorización de la estadística Kappa

Rango	Descripción
<0.00	Pobre
0.00 – 0.20	Leve
0.21 – 0.40	Regular
0.41 – 0.60	Moderado
0.61 – 0.80	Sustancial
0.81 – 1.00	Casi perfecto

Fuente: Landis y Koch (1977). *The measurement of observer agreement for categorical data*, 165

Para el modelo futuro fueron cargadas en el software MaxEnt las variables proyectadas para el año 2050, conformados por datos que corresponden al modelo de sistema climático comunitario CCSM4 de las trayectorias de concentración representativas (RCP 8.5 o escenario futuro en el que la concentración de carbono tiene un promedio de 8.5 vatios por metro cuadrado en todo el globo terráqueo), dentro del informe de la Quinta Evaluación del IPCC (IPCC, 2013; Jácome, 2018).

Este escenario se caracteriza por tener las siguientes condiciones: aumento de gases de efecto invernadero, incremento de la población a nivel mundial que impulsa el uso de la energía y el progreso limitado de las tecnologías, adicionalmente, hay un

crecimiento constante en las actividades agrícolas y un crecimiento bajo en las actividades ganaderas; finalmente, no existen políticas climáticas efectivas con una inversión baja en los países subdesarrollados y hay una tasa de bajo nivel de deforestación (Rodríguez-Rocha, 2017)

3.3.3 Propuesta de estrategias de conservación de quirópteros para la parroquia de Imbaya

La generación de la propuesta se realizó en tres fases:

- Encuesta a los pobladores de la parroquia de Imbaya
- Análisis FODA
- Diseño de propuesta de estrategias de conservación

3.3.3.1 Encuestas

Se aplicaron un total de 89 encuestas dentro de la parroquia Imbaya con el fin de identificar la problemática existente entre los humanos y las especies de quirópteros para acertar en las estrategias de conservación dirigidas a cada sector del área de estudio.

- **Cálculo del tamaño de la muestra para encuestas**

Por medio de la fórmula propuesta por Galindo (1998), para el cálculo de una muestra, se determinó la cantidad de personas a encuestar en la parroquia de Imbaya. La fórmula estadística es la siguiente:

$$n = \frac{Npq}{\left(\frac{E^2}{Z^2}\right)(N - 1) + pq}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

N: Tamaño de la población (1279 habitantes)

Z: Nivel de confianza (95% - 1,96)

p: Probabilidad de ocurrencia (50%)

q: Probabilidad de no ocurrencia (50%)

E: Error (10%)

Cálculo:

$$n = \frac{(1279)(0,50)(0,50)}{\left(\frac{0,10^2}{1,96^2}\right)(1279 - 1) + (0,50)(0,50)}$$

$$n = 89,39$$

En función del tamaño de muestra, se realizaron 89 encuestas que fueron aplicadas en la población de la parroquia de Imbaya para determinar el conflicto humano – murciélagos en función de la disminución de especies. La encuesta (Anexo 2) se formuló tomando en cuenta las recomendaciones de Grasso (2006) donde se incentiva a efectuar preguntas que permitan obtener datos en la investigación, basándose en el problema y previniendo preguntas técnicas que el investigador debería responder.

Análisis FODA

El análisis FODA es una técnica de evaluación de los factores fuertes y débiles que diagnostican de forma conjunta la situación interna de una problemática, así como su evaluación externa (Sarli et al., 2015). En este sentido se realizó este análisis tomando en consideración los resultados de las encuestas; así como también del instrumento de desarrollo territorial de la Parroquia de Imbaya, el PDOT correspondiente al período 2019 -2023.

Estrategias de conservación

De acuerdo con los resultados del presente estudio se establecieron estrategias, encaminadas por el plan de acción de Burneo et al. (2015) para la conservación de quirópteros en el país, en el cual se promueven como ejes fundamentales para la protección de murciélagos: a la educación ambiental, la investigación y la conservación.

3.4 Materiales y equipos

En la Tabla 5 se aprecia una lista de los materiales y equipos que fueron necesarios para ejecutar la investigación, tomando en cuenta algunos mencionados por Arévalo-Cheza y Quichiguango-Haro (2017) y Tejada-Romo y Torres-Ortiz (2019).

Tabla 5. Materiales y equipos usados en la investigación

Materiales	Proceso/Actividad
4 redes de neblina	Captura de murciélagos
Guantes de cuero	Manipulación de murciélagos
Botas de caucho	Equipo de protección para salida de campo
Poncho de agua	Equipo de protección para salida de campo
Linterna de cabeza y manual	Complemento nocturno
Piola	Instalación de redes de neblina
Materiales de oficina	
Libreta de campo	Colecta de datos
Hoja de registro	Colecta de datos
Lápiz y bolígrafo	Apunte de información
Guía de quirópteros	Identificación de quirópteros
Marcador ecológico rojo	Marcaje de individuos
Tablero	Toma de notas en registros
Resma de papel	Impresión de documentos
Archivador con fundas	Carpeta para impresiones
Equipos	
GPS	Georreferenciación de lugares de muestreo
Cámara fotográfica	Registro fotográfico
Laptop	Equipo de trabajo
Softwares	
ArcGis 10.8	Elaboración de cartografía
MaxEnt 3.4.1	Modelamiento de nicho predictivo
Excel	Aplicación de índices de biodiversidad
Word	Redacción del documento del proyecto
XLSTAT - SPSS	Análisis estadísticos
Past3	Análisis estadísticos
EstimateS 9	Análisis estadísticos

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Identificación taxonómica de murciélagos

Los murciélagos de la familia Phyllostomidae ocupan una amplia variedad de nichos por lo que son apreciados como bioindicadores del estado de conservación de algunos ecosistemas (Jiménez-Ortega, 2013; Acevedo-Quintero y Zamora-Abrejo, 2014). Esta familia tiene una alimentación variada, presentando dietas carnívoras, frugívoras, insectívoras, nectarívoras, omnívoras y hematófagas (Barquez, 2004; Jiménez-Ortega, 2013; Tirira, 2017). Su apariencia cambia según el género, sin embargo, conservan como principal característica un apéndice con forma de hoja que nace en la parte anterior a su nariz y en algunos géneros se muestra más rudimentaria (Tirira, 2017). Se capturaron a 20 individuos que pertenecen a cuatro especies de esta familia, tales como: *Anoura peruana* (Figura 10), *Desmodus rotundus*, *Phyllostomus discolor* y una especie de la subfamilia Lonchophyllinae, *Lionycteris* sp. (Figura 11).



Figura 10. Captura de filostómido (*Anoura peruana*) con redes de neblina

La familia Vespertilionidae es considerada la más diversa y cosmopolita debido a su amplia distribución desde bosques tropicales hasta desiertos (Dirzo et al., s.f.). Ciertamente los miembros de este grupo poseen un rostro sencillo, carente de hoja nasal, destacadas orejas (en forma y tamaño) y pequeños dientes puntiagudos que favorecen su dieta insectívora (Barquez, 2004, Tirira, 2017). Fueron encontrados una especie de *Myotis nigricans* (especie diferenciada por su color plomo o negruzco) y 13 individuos de la especie *Myotis oxyotus* (Figura 11), que es más grande en comparación al *Myotis keaysi* (especie similar) y que el pelo de su uropatagio no alcanza el nivel de las rodillas (Tirira, 2017).

Dentro de la familia Molossidae se encuentran los murciélagos de cola libre, nombre que los caracteriza físicamente debido a la presencia de una cola gruesa y libre que sobresale del uropatagio; posee orejas gruesas, variables en forma y tamaño; el labio superior tiende a sobrepasar el inferior y de sus dedos nacen cerdas largas (Tirira, 2017). En el Ecuador es considerada una de las familias más diversas con ocho géneros y 20 especies, no obstante, conserva menos registros de sus especies por lo cual no es tan conocida (Burneo y Tirira, 2012; Tirira, 2017). Se registró una especie del género *Tadarida* dentro de cuyas características únicas resaltaba su fuerte olor, orejas grandes y separadas en la frente, que lo diferencia del género *Nyctinomops* (Tirira, 2017; Vásquez, 2002).

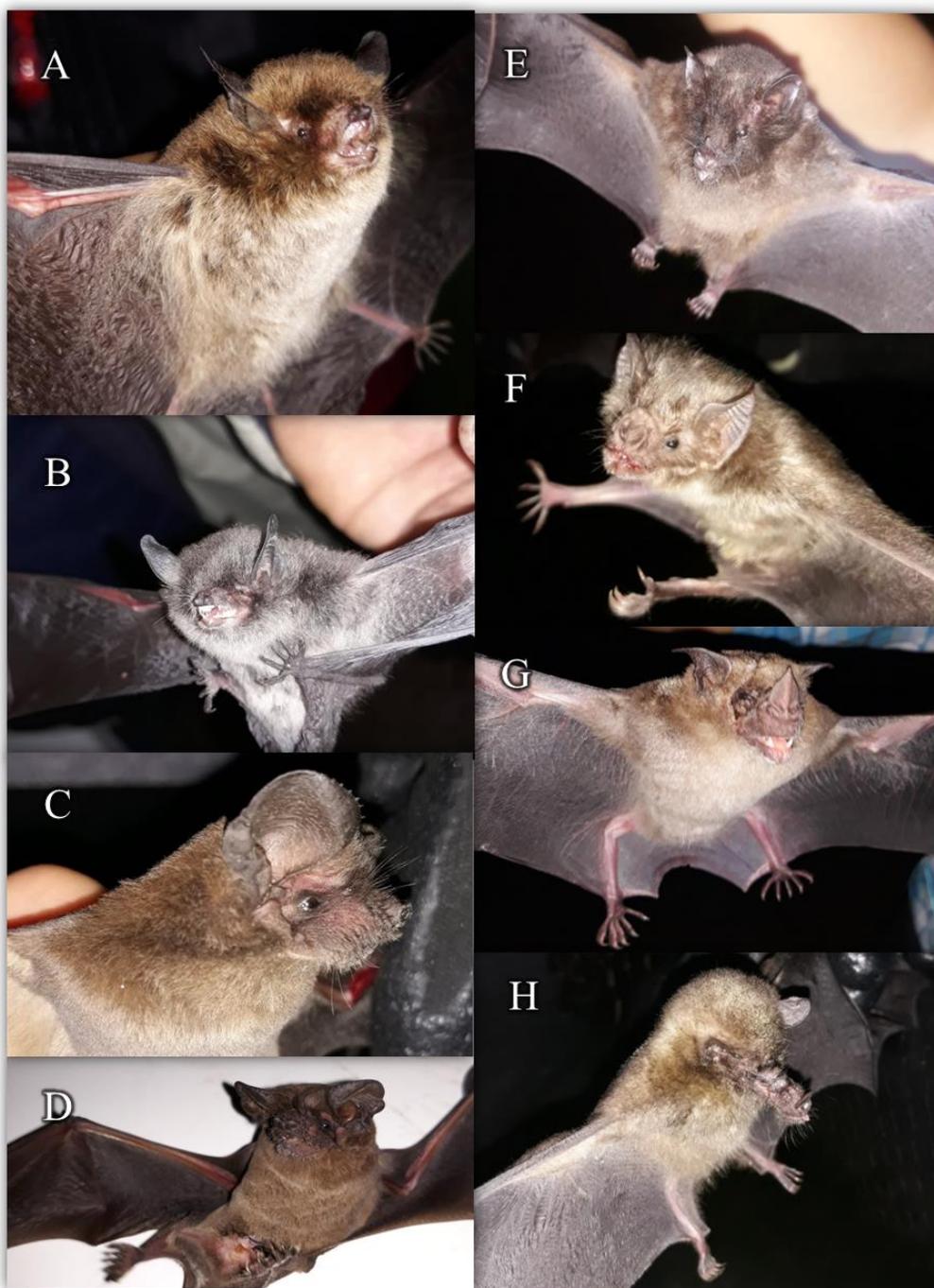


Figura 11. Murciélagos capturados en la parroquia de Imbaya

Nota. Familia Vespertilionidae: *Myotis oxyotus* (A), *Myotis nigricans* (B). Familia Molossidae: *Tadarida brasiliensis* (C, D). Familia Phyllostomidae: *Anoura peruana* (E), *Desmodus rotundus* (F), *Phyllostomus discolor* (G), subfamilia Lonchophyllinae, *Lionycteris*, sp. (H).

4.1.1 *Myotis*

En Ecuador, el género *Myotis* se encuentra distribuido en un rango de 0 a 3340 msnm, son de tamaño pequeño y poseen pelaje largo o corto suave y esponjoso (Tirira, 2017). Actualmente se han registrado ocho especies: *M. albescens*, *M. caucensis*, *M. diminutus*, *M. keaysi*, *M. nigricans*, *M. oxyotus*, *M. riparius* y *M. simus* (Manzano-Hinojosa, 2020; Tirira, 2017; Tirira et al., 2022). Según la investigación de Machado (2002) se determinó que la dieta de los *Myotis* era abundante en insectos, especialmente aquellos que pertenecen a los órdenes Coleóptera, Himenóptera, Díptera y Lepidóptera.

4.1.2 *Anoura*

El género *Anoura* lleva una dieta a base de néctar debido a que posee singulares características morfológicas, tales como: un rostro alargado, dentición reducida en número y tamaño, y una lengua prolongada y puntiaguda con papilas a manera de pelos (Serrano-Orbe, 2011). Actualmente se registran seis especies del género *Anoura* y son: *A. aequatoris*, *A. caudifer*, *A. cultrata*, *A. fistulata*, *A. geoffroyi*, *A. peruana* (Tirira et al., 2022).

4.1.3 *Desmodus*

Dentro de la subfamilia Desmodontinae se registran tres géneros con una especie cada uno, comúnmente son llamados murciélagos vampiros porque llevan una dieta a base de sangre, además, poseen un rostro atípico del resto de filostómidos, ya que no tienen una hoja nasal lanceolada sino un rostro con apariencia achatada y con hoja nasal rudimentaria, minorada a un repliegue cutáneo (Romero, 2018a; Tirira et al., 2022). El género *Desmodus* se encuentra distribuido entre los 0 y 2880m de altitud, se adapta a cualquier tipo de ambiente, en especial en zonas ganaderas (Tirira, 2017).

4.1.4 *Phyllostomidae*

Las especies que pertenecen a este género suelen de tamaño grande y hocico ancho y robusto, generalmente caracterizadas por su nariz en forma de lanza cuya

base está dispuesta con forma de herradura (Tirira, 2017). Por lo general su dieta es omnívora y frecuentemente son consumidores de material vegetal con altos niveles de nectarívoros (Kwiecinski, 2006). Este género registra tres especies, las cuáles son: *P. discolor*, *P. elongatus* y *P. hastatus* (Tirira et al., 2022).

4.1.5 *Lionycteris*

Este género pertenece a la subfamilia Lonchophyllinae, de tamaño pequeño y apariencia delicada, posee una hoja nasal pequeña y como rasgo característico en su rostro: un hocico alargado acompañado de una lengua protruible (que pueden sacarla de la boca y lamer) lo que le permite alimentarse de néctar y polen y pequeños insectos (Tirira, 2017; Romero, 2018b). Según Tirira et al. (2022) en el país este género cuenta con una sola especie denominada *Lionycteris spurrellii*, la cual es considerada un tanto rara por sus pocas capturas.

4.1.6 *Tadarida*

En el Ecuador este género se hace presente con una sola especie *Tadarida brasiliensis*, comúnmente llamado murciélago de cola libre del Brasil (Tirira et al., 2022). Este género suele refugiarse en techumbres o lugares abandonados donde conserva sus hábitos gregarios; tienen una amplia distribución debido a su resistencia en el vuelo y rapidez; su dieta es rica en polillas, escarabajos, individuos del orden Acarina y moscas (Tirira, 2017; Vázquez et al., 2015).

Tabla 6. Especies de quirópteros registradas

Familia	Nombre científico	Autor
VESPERTILIONIDAE	<i>Myotis oxyotus</i>	Peters (1867)
VESPERTILIONIDAE	<i>Myotis nigricans</i>	Schinz (1821)
PHYLLOSTOMIDAE	<i>Anoura peruana</i>	Tschudi (1844)
PHYLLOSTOMIDAE	<i>Desmodus rotundus</i>	É. Geoffroy St.-Hilaire (1810)
PHYLLOSTOMIDAE	<i>Phyllostomus discolor</i>	Andersen (1906)
PHYLLOSTOMIDAE	<i>Lionycteris</i>	Thomas (1913)
MOLOSSIDAE	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Rafinesque (1814)

4.2 Índices de biodiversidad

Con los datos obtenidos en el trabajo de campo se aplicaron los índices de diversidad de Shannon-Wiener, Margalef y Simpson (Tabla 7), donde los resultados mostraron valores inferiores a los estimados, por lo que se muestra una baja diversidad de especies dentro del ecosistema de la parroquia Imbaya. Se atribuye estos resultados por causa de que el área de estudio tiene altos niveles de perturbación antrópica, por lo cual se presentó baja abundancia de quirópteros en relación con su riqueza.

Tabla 7. Resultados de los índices de biodiversidad

Índice	Valor
Índice de Shannon-Wiener	1.50
Índice de Margalef	1.69
Índice de Simpson	0.27

Es preciso señalar que no porque la parroquia tenga una baja diversidad de estas especies quiere decir que es menos importante este ecosistema, ya que según Sánchez (2002) el aspecto de una formación vegetal no mide su importancia ecológica. Un área particular con un ambiente desértico y baja diversidad de especies puede albergar alguna singular o en peligro (Sánchez, 2002), hecho que concuerda con el presente estudio en el que se evidenció la presencia de la especie *Lionycteris* sp.

En la investigación de Tejada y Torres (2019) de igual forma se obtuvo como resultado una baja diversidad en cada ecosistema donde realizaron las capturas de quirópteros, a pesar de tener 225 individuos pertenecientes a seis especies dentro de un área de estudio con una considerable extensión de bosque. La diversidad suele ser proporcional a la estabilidad de un ecosistema, similar a lo encontrado en el área del presente estudio, donde en su mayoría está intervenida por actividades agrícolas y ganaderas por parte de la población y aun así se obtuvieron siete especies, aunque con pocos ejemplares.

Desde otro punto de vista, al momento de realizar una deducción con respecto a la presencia, riqueza y abundancia de las especies Murillo-García y Bedoya-Durán (2014) consideran necesario tomar en cuenta la detectabilidad (probabilidad de que la especie sean encontradas en el sitio de muestreo), en vista de que en el caso del conteo de murciélagos los avistamientos están inclinados a una determinación incorrecta y aunque no se haya contabilizado a la especie, éste hecho no se deduce como ausencia completa.

Por otro lado, haciendo referencia a la condición del ecosistema a partir de los resultados de la diversidad, Jost y González-Oreja (2012) mencionan que un estudio más informativo se lograría tomando en cuenta las variaciones en las abundancias relativas de las especies que las variaciones de presencia-ausencia.

El índice de similitud de Jaccard en tres tipos de cobertura determinó que existe un menor porcentaje de similitud entre vegetación arbustiva y cultivos con un $I_j=28.57\%$, seguido con un 40% de similitud entre cultivos y pastizales. Por lo tanto, la mayor similitud entre coberturas con un 60% corresponde a la vegetación arbustiva y pastizales, cuya combinación es la más visualizada en el área de estudio. El índice de Sorensen determinó que entre los sectores de “La Graciela” y “Santiago de Monjas” existe el 25% de similitud con una sola especie en común (*Desmodus rotundus*), concluyendo que no existe un alto grado de semejanza entre los dos sectores.

Según Quintana y Pacheco (2007) el murciélago hematófago es una especie con un amplio rango altitudinal de distribución, pese a su alimentación específica, sus registros lo categorizan como una especie usual o común, lo cual se confirma en el estudio de Gómez-Chávez (2015) que comparó dos distritos en los con condiciones similares a las del presente estudio (fincas agropecuarias) en las cuales predominó esta especie, por lo tanto, se corrobora su dominancia en sectores que le proporcionen los requerimientos de su dieta hematófaga, a lo cual la autora recomienda monitorearla por el conflicto que se genera al morder al ganado.

El dendrograma de similitud de Morisita-Horn (Figura 12) muestra la agrupación de las especies en dos grupos, siendo el primero un grupo propio y

semejante entre sí (*Phyllostomus discolor* y *Lionycteris* sp.) localizado en una Zona dedicada a la ganadería con plantaciones de árboles frutales.

El segundo grupo se subdivide en dos clústers, los cuáles no son similares entre sí, no obstante, el primer subgrupo (*Anoura peruana*, *Myotis oxyotus* y *Desmodus rotundus*) tiene una semejanza de 0.5 entre sí; más al separarlas se incrementa el valor de similitud a 0.7 entre las especies *A. peruana* y *M. oxyotus* quienes fueron encontradas principalmente en zonas de cultivos con cercanía a reservorios de agua. Cabe mencionar que la especie hematófaga tuvo mayor abundancia en una cueva de cal con vegetación arbustiva, así como las zonas ganaderas.

Por otro lado, el segundo subgrupo presenta similitud entre las especies *Tadarida brasiliensis* y *Myotis nigricans*, las cuales fueron encontradas en la zona de cultivos, junto a canales de agua de riego.

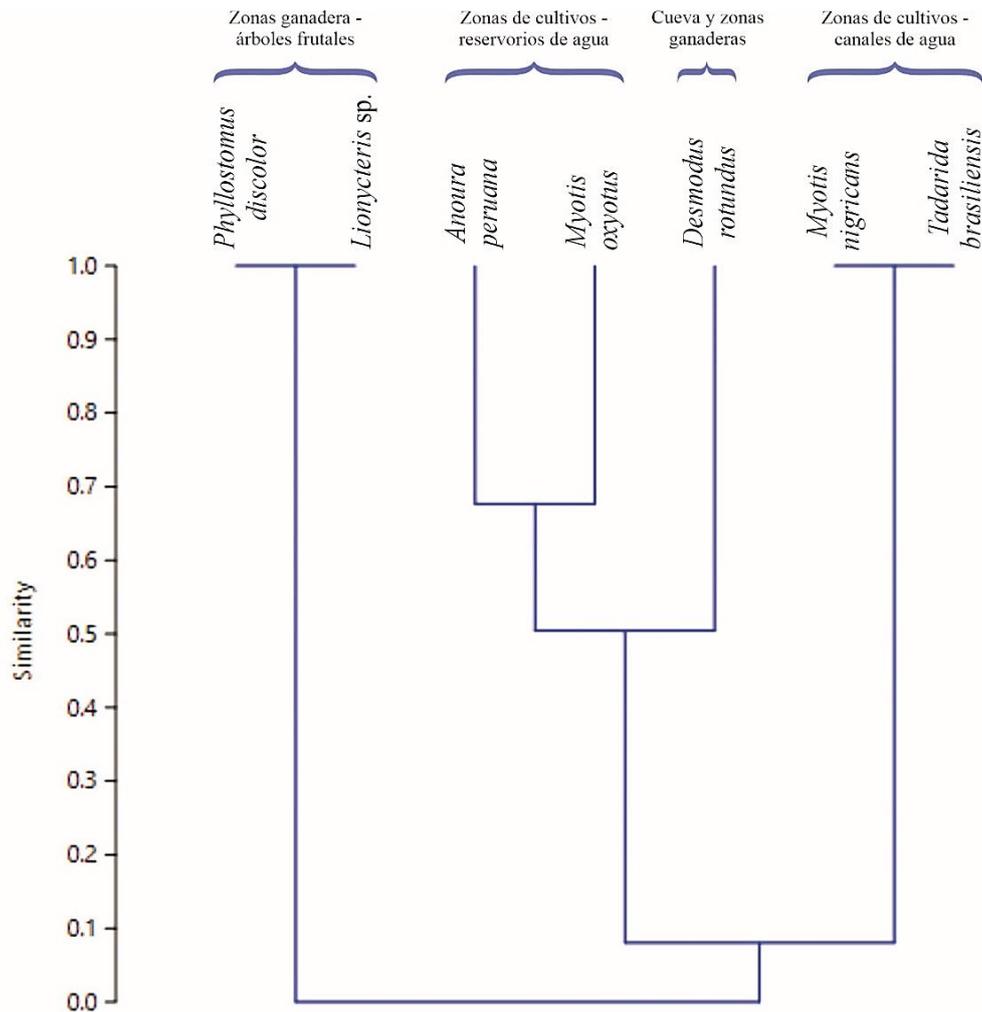


Figura 12. Dendrograma de similitud a partir del índice de Morisita–Horn

4.3 Modelamiento de la distribución potencial del orden quiróptera

Esta sección se ha dividido en dos partes: la primera concerniente al modelo de distribución de familias de quirópteros en tiempo presente, y la segunda al modelo futuro del año 2050.

4.3.1 Modelo de la distribución actual

Como resultado del procesamiento de los registros de presencia y las variables bioclimáticas en MaxEnt, se obtuvieron dos modelos correspondientes a dos familias Phyllostomidae y Vespertilionidae (Figura 13). Los valores correspondientes al área de distribución y el porcentaje que representan (Tabla 8)

sugieren que en los dos modelos hay un comportamiento similar. Los rangos de idoneidad se ubican de forma ascendente (“Sin idoneidad” a “Idoneidad muy alta”), para dar a conocer mediante la estimación del modelo: los sectores que cumplen con las condiciones óptimas para que exista la presencia de las familias de quirópteros en el área de estudio.

Ante esto, se determinó que en la región M: el rango de “Idoneidad muy alta” es poco representativo, la zona de “Idoneidad alta” corresponde casi al 10% en el caso de las dos familias, la “Idoneidad moderada” ocupa un 20% y los rangos de “Idoneidad baja y sin idoneidad” son más altos para la familia Vespertilionidae que para la familia Phyllostomidae.

Tabla 8. Rangos de distribución potencial de quirópteros respecto a la región M

Rango	Modelo (Phyllostomidae)		Modelo (Vespertilionidae)	
	Área (km^2)	Porcentaje (%)	Área (km^2)	Porcentaje (%)
Sin idoneidad	82.294	41.77	87.14	44.24
Idoneidad baja	55.440	28.14	52.66	28.73
Idoneidad moderada	40.240	20.43	38.30	19.44
Idoneidad alta	19.023	9.66	28.88	9.59
Idoneidad muy alta	0.001	0.001	0.012	0.006

El área de “Idoneidad alta” se encuentra ubicada al noreste de la parroquia de Imbaya en los sectores conocidos como Santiago de Monjas y La Graciela (Figura 13). Éstos corresponden a terrenos dedicados al sector agropecuario, en los que predomina una cobertura vegetal con pastizales y vegetación arbustiva. Los moradores de estos sectores realizan actividades de ganadería, por las cuales se evidenció la presencia de filostómidos, dado sus hábitos alimenticios.

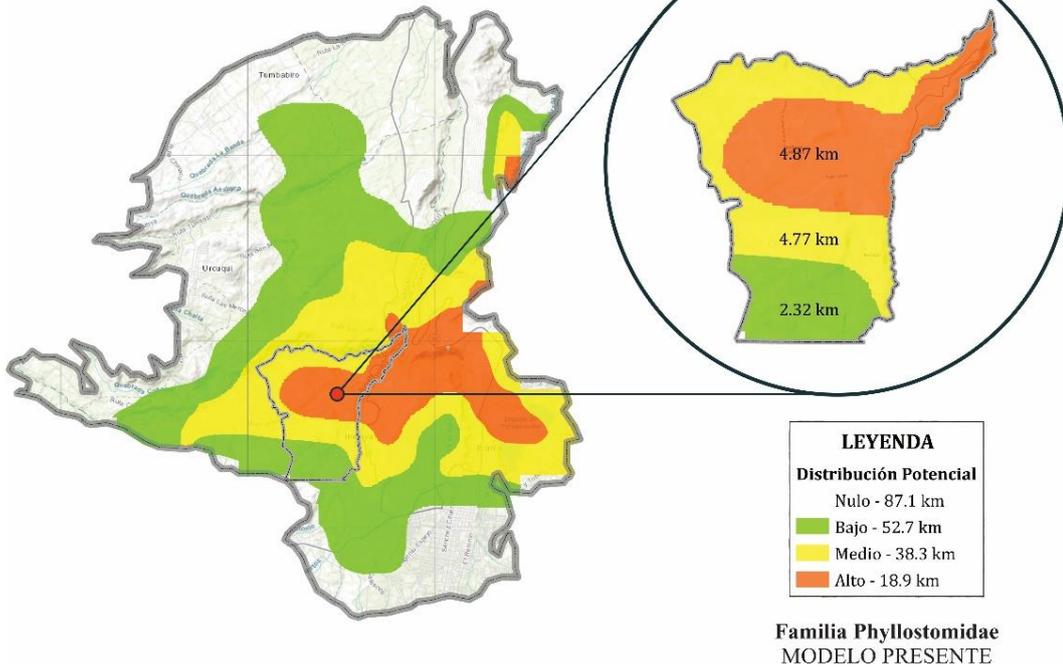
Adicionalmente, en esta zona se encuentran reservorios de agua y canales de agua de riego que son utilizados por los habitantes para mantener sus cultivos en época seca, así como también relucen estanques de uso estético que fortalecen la

presencia de murciélagos vespertinos quienes se alimentan de los insectos que frecuentan dichos cuerpos de agua.

La parte sur de la parroquia presenta un bajo rango de distribución, esto debido a que es una zona poblada en la que quedan algunas parcelas o pequeños terrenos que son usados para la siembra de *Phaseolus vulgaris* L. (fréjol), *Zea mays* L. (maíz) y *Medicago sativa* L. (alfalfa), entre otros; pero debido a la iluminación, ruido y población, ningún individuo fue capturado en esa zona.

Si bien, podría ser una zona apta para que los quirópteros permanezcan o se refugien debido a sus características biofísicas, Mena (2010) argumenta que no resulta factible debido a que la actividad antrópica reduce la cantidad de su hábitat y por ende varias especies no pueden adaptarse. Sin embargo, en el caso de los murciélagos insectívoros Isturiz et al. (2022) y Krauel y LeBuhn (2016) argumentaron que su adaptabilidad en áreas urbanas depende de: su cercanía a espejos de agua y de la cantidad de insectos atraídos por la luminosidad emitida en las calles.

a)



b)

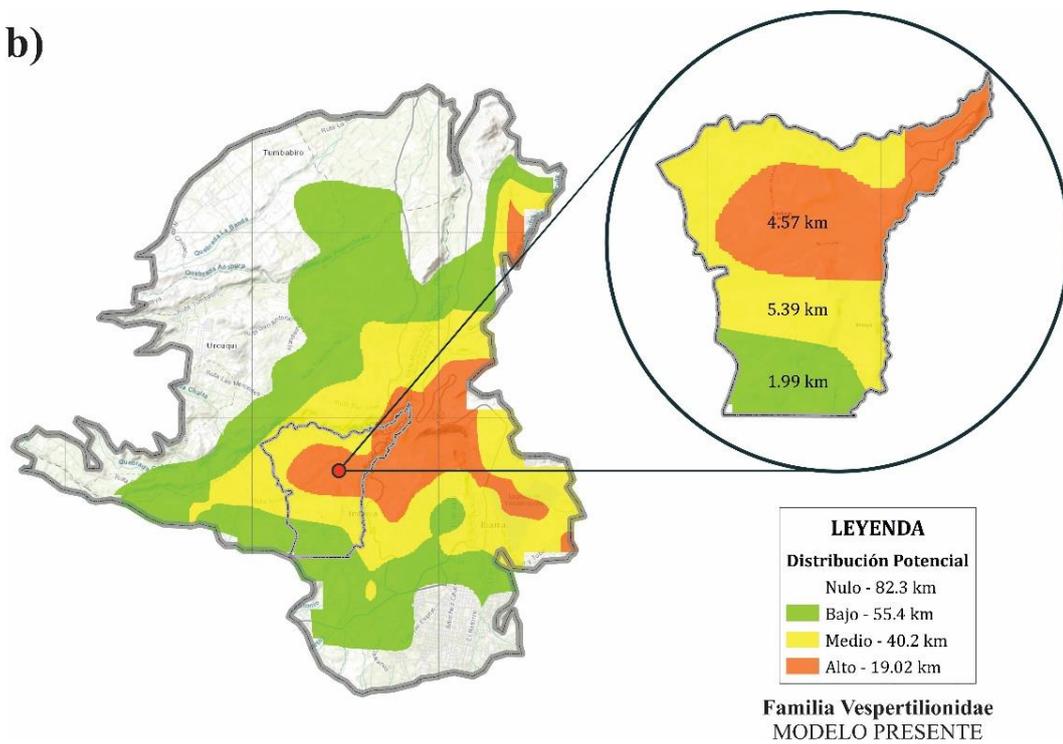


Figura 13. Modelos de distribución potencial de la familia a) Phyllostomidae y b) Vespertilionidae

- **Validación**

Los valores de los datos de entrenamiento del *AUC* (Figura 14) determinaron que los dos modelos tuvieron un buen rango de precisión (Phyllostomidae: *AUC*=0.859; Vespertilionidae: *AUC*=0.877), esto basado en los rangos (Tabla 3) proporcionados por Araújo et al. (2005), es decir, que las comparaciones entre el ajuste del modelo y el de la predicción aleatoria son válidas y se consideran excelentes porque es un valor cercano a 1.

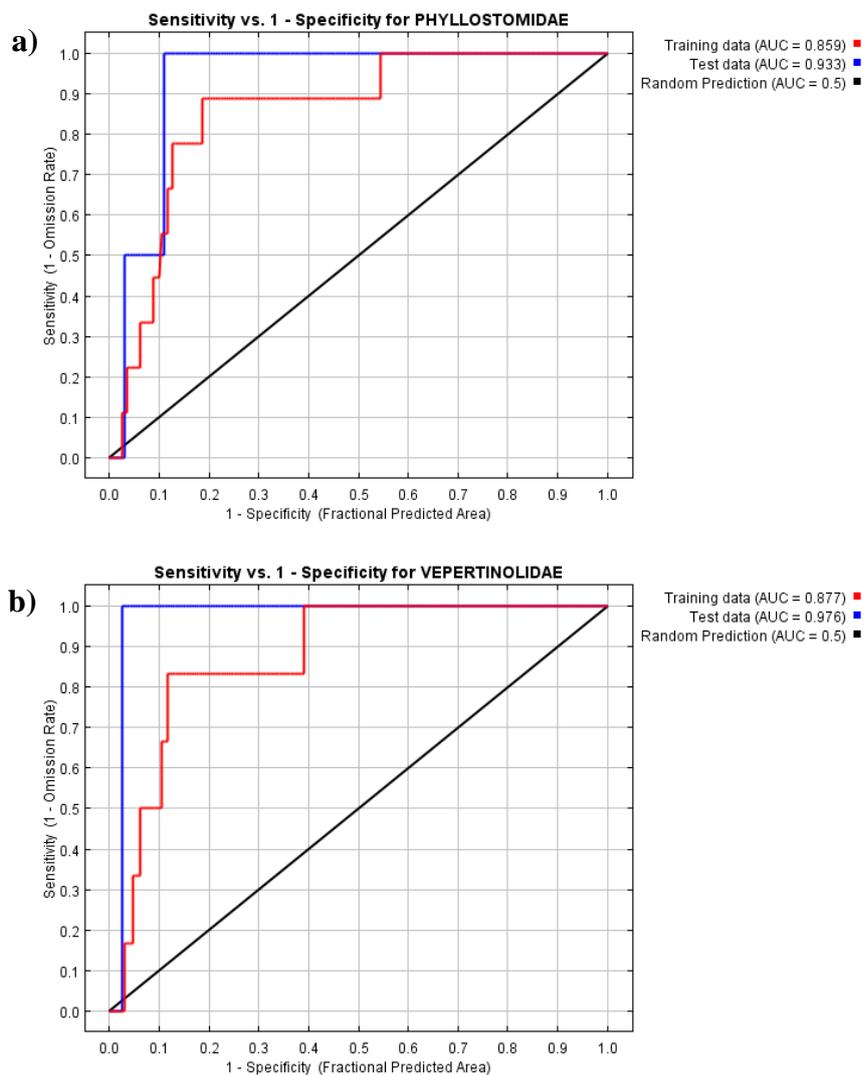


Figura 14. Curva característica de funcionamiento del receptor (*ROC*) del modelo de distribución de la familia a) Phyllostomidae y b) Vespertilionidae.

En lo que respecta al análisis de concordancia mediante el empleo del índice de Kappa de Cohen se determinó un valor de 0.505, que permite aseverar que existe una concordancia moderada, y/o esperada; lo que se coincide con la distribución de las áreas en los dos modelos analizados.

Al ejecutar el modelo de manera aislada y compararlo con los datos de entrenamiento de cada una de las variables empleadas (Prueba de Jackknife) se identificaron a las variables con mayor importancia que contribuyeron sustancialmente al desempeño de los modelos de idoneidad del hábitat (Figura 15).

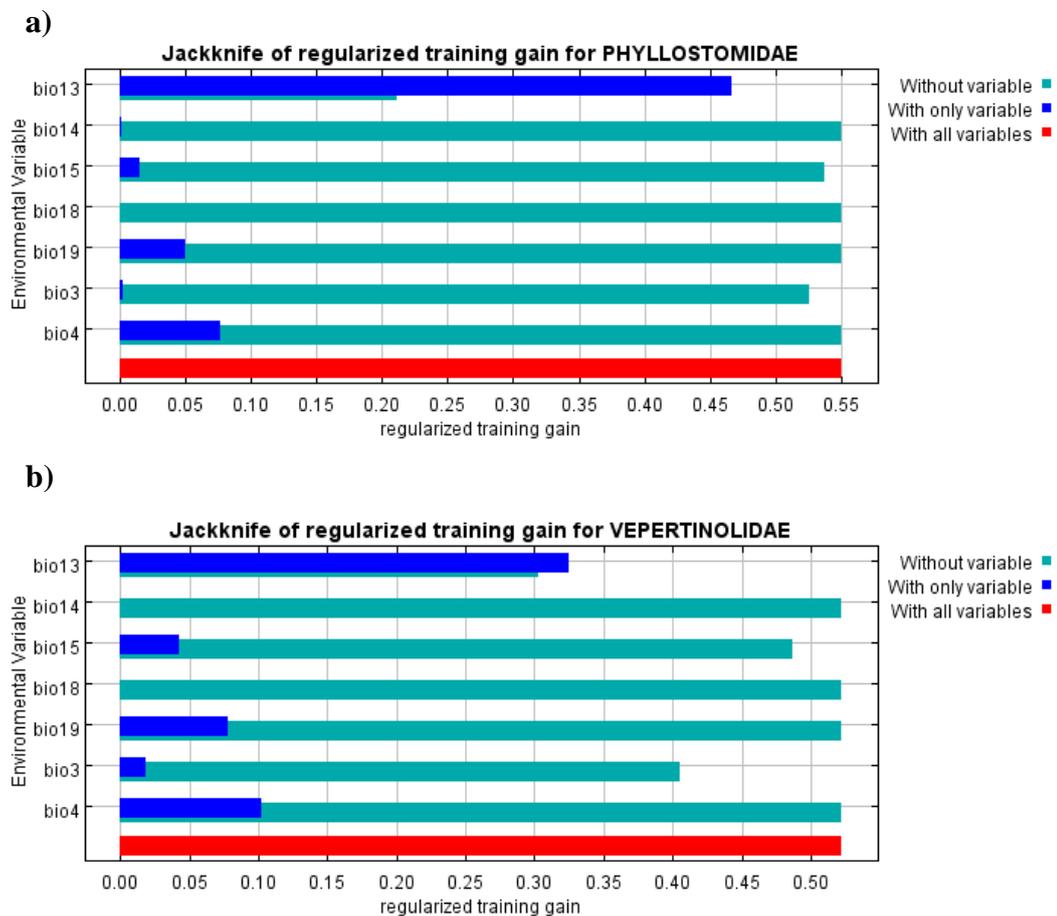


Figura 15. Prueba de Jackknife de ganancia de entrenamiento regularizada para familia a) Phyllostomidae y b) Vespertilionidae.

La Bio13, precipitación del mes más húmedo, fue considerada como la variable de mayor significancia para el modelo con un porcentaje de contribución de 84.5 para la familia Phyllostomidae y de 67.6 para la familia Vespertilionidae.

En la Figura 16 se evidencia la influencia directa que tiene la precipitación en el avistamiento y captura de los quirópteros ya que cuando existen precipitaciones fuertes, la mayoría de ejemplares prefieren permanecer en sus refugios, por lo cual, la probabilidad de presencia disminuye, como sucedió durante el proceso de captura de murciélagos de García-García y Santos-Moreno (2014), donde tuvieron que acortar el período de muestreo por las fuertes precipitaciones; empero, en los días despejados los murciélagos tienen mayor actividad y por ende son más visibles y propensos a captura.

La Bio 4, temperatura estacional, fue la siguiente variable que aportó al modelo según la prueba del Jackknife (Figura 15), la cual mostró que a menor temperatura existe menos probabilidad de encontrar a las especies, dato que se relaciona con la investigación de Durán y Oviedo-Morales (2019) en la cual determinaron por medio de modelos lineales generalizados la influencia de las variables ambientales con la abundancia de murciélagos, cuyo resultado demostró una relación entre la temperatura mínima y la humedad relativa, siendo la primera negativamente relacionada con el número de individuos, lo cual corrobora el presente resultado.

Según Dirzo-Urbe (2021) la temperatura y la precipitación son factores que interpretan la permisividad climática de la especie, y esto varía acorde a las especies, pues en su mayoría prefieren temperaturas cálidas y de bajas precipitaciones, lo cual es asertivo en lo que respecta al presente estudio.

Por su parte, Lee et al. (2012) determinaron que las variables con mayor contribución a su modelo fueron: la Bio15, precipitación estacional, misma que si tuvo un porcentaje de contribución en el modelo desarrollado (Phyllostomidae: 3.9%; Vespertilionidae: 9.2%); y la Bio4, temperatura estacional, resultados que corresponden con el presente estudio, sugiriendo que la distribución de los quirópteros se encuentra más limitada por las bajas temperaturas.

Con base en este resultado es importante mencionar que los murciélagos requieren de más energía cuando se encuentran en zonas con bajas temperaturas, caso contrario, la disminución de sus reservas energéticas se convierte en un factor

limitante para el mantenimiento de la endotermia en dichas condiciones ambientales; por lo que muchas especies optan por migrar o entrar en un estado de hibernación para ahorrar sus reservas energéticas (Guerrero-Chacón, 2011).

Conviene poner énfasis en que la variación de la temperatura se correlaciona con la altitud del terreno, precisando que a mayor altitud hay menor temperatura y por ende se refleja en la disminución de la diversidad, la cual se encuentra asociada con la disponibilidad del alimento o refugio (Jiménez-Jiménez y Vizhco-Coraizaca, 2015).

Según Burneo et al. (2015) la mayoría de los estudios sobre murciélagos se han realizado basándose principalmente en intervalos altitudinales, en donde los mayores registros de quirópteros se han realizado en altitudes inferiores a 2000 m. s. n. m, por lo que se relaciona con la presente investigación ya que los quirópteros fueron encontrados en un rango altitudinal de 1867 a 2033 msnm. Del mismo modo Tirira (2011) afirma que a medida que se incrementa la altitud hacia el piso Altoandino la diversidad disminuye debido a las bajas temperaturas que registra, aunque también resalta que las zonas Altoandinas presentan mayor endemismo en el país.

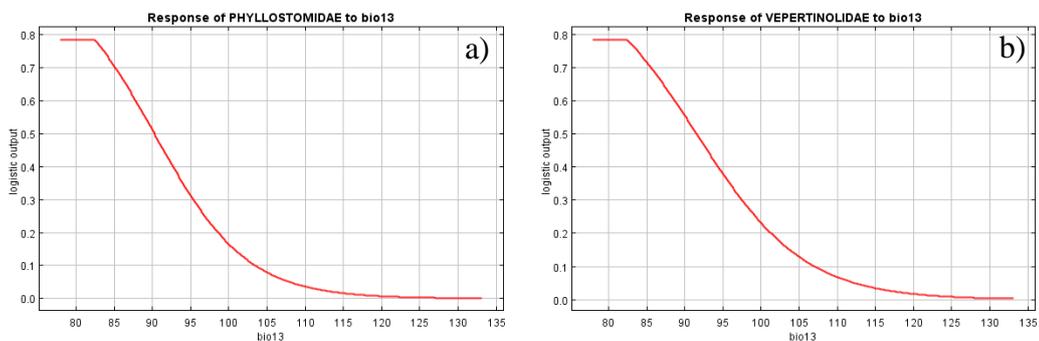


Figura 16. Curvas de respuesta de Bio13, “variable de precipitación del mes más húmedo” respecto a las familias de quirópteros: a) Phyllostomidae y b) Vespertilionidae.

En el estudio de Ancilotto, et al. (2020) se menciona que las variables bioclimáticas de mayor contribución fueron: la Bio3 (isotermia), Bio11 (temperatura media del cuarto más frío) y Bio19 (precipitación del cuarto más frío);

y a su vez los autores aclaran que la probabilidad de presencia disminuyó gradualmente en mayores altitudes; es decir que la variable altitud, influye de manera inversa en el modelo.

De igual manera el estudio de Shahabi, et al. (2019) afirma que la precipitación como una variable general es vital para determinar la distribución de quirópteros independientemente de la especie que se hable con el 62.6% de contribución.

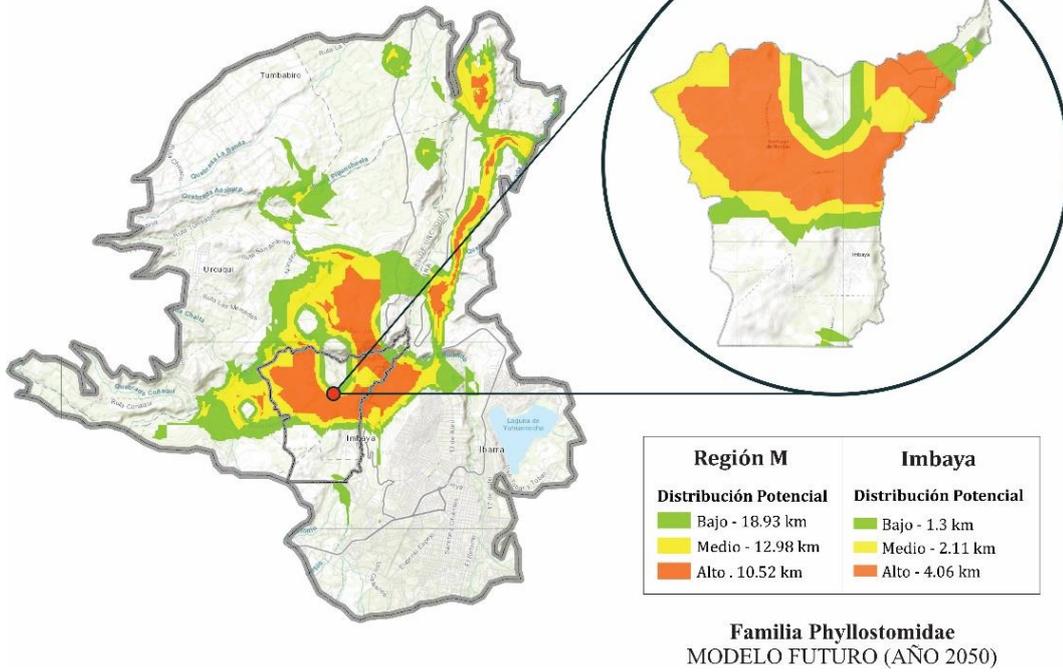
Pese a que los modelos con cortes directos en el área de estudio son similares presentan una pequeña diferencia de 0.30 km² respecto a la zona con alta presencia de quirópteros. Este criterio es más notorio en la región M. Sin embargo, se debe a que se encontró más individuos de la familia Phyllostomidae.

Al comparar el modelo presente con el mapa de uso de suelo se observa que las áreas con alta idoneidad están en el mismo lugar que las zonas ganaderas, en donde los quirópteros tienen mayor actividad. Inclusive en la parte sur de la parroquia se asevera que la información es correcta, en vista de que es una zona urbana con alta iluminación y pequeñas parcelas en las cuáles no podrían refugiarse permanentemente las familias de murciélagos.

4.3.2 Modelo futuro (año 2050)

Al modelar la distribución potencial de quirópteros y someterla a un escenario de cambio climático RCP 8.5 (Figura 17) se observó que las familias de murciélagos responden de forma diferencial, en vista de que la familia Phyllostomidae evidencia la disminución rotunda de la zona sur de la parroquia dejándola con un porcentaje nulo de distribución de las especies en comparación al presente. Por el contrario, en la familia Vespertilionidae muestra un crecimiento en sus zonas de distribución, siendo el sector de “La Graciela” la zona de más alta distribución de murciélagos.

a)



b)

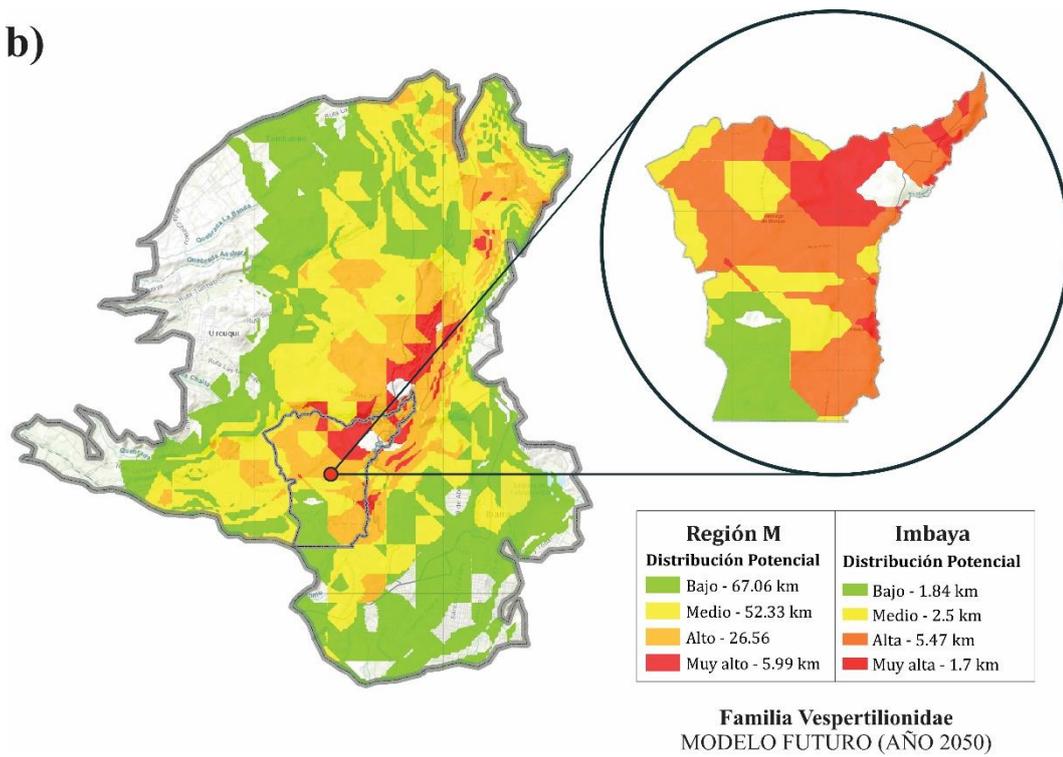


Figura 17. Modelos de distribución futura de quirópteros de la familia a) Phyllostomidae y b) Vespertilionidae proyectados al año 2050

En su estimación a largo plazo (año 2050), la familia Phyllostomidae presentará una gran reducción en su área de distribución (Tabla 9) pues el rango de “Sin idoneidad” aumentó 69.92 km² y, por otro lado, las áreas de alta idoneidad han reducido en un 4.3%, correspondiente a 8.5 km².

En el caso del modelo proyectado a tiempo futuro para la familia Vespertilionidae sucede lo contrario, ya que aumenta el área de distribución otorgando nuevos valores para el rango de “idoneidad muy alta” (+5.99 km²) y estimando el crecimiento del rango “idoneidad moderada” en un 4.1% correspondiente a 14.3 km².

Tabla 9. Rangos de distribución potencial futura (año 2050) de quirópteros respecto a la región M

Rango	Modelo futuro (Phyllostomidae)		Modelo futuro (Vespertilionidae)	
	Área (km ²)	Porcentaje (%)	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Sin idoneidad	152.21	78.20	42.69	21.93
Idoneidad baja	18.93	9.72	67.06	34.46
Idoneidad moderada	12.98	6.67	52.33	26.89
Idoneidad alta	10.52	5.40	26.56	13.65
Idoneidad muy alta	0.00	0.00	5.99	3.08

Según el estudio de Quesada-Quirós et al. (2017) el cambio climático origina múltiples respuestas en los modelos de distribución en la biodiversidad; en este sentido, argumentaron que en los escenarios RCP establecidos por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), las zonas altas se verían más afectadas debido a los cambios radicales de las variables ambientales; lo cual resulta válido en comparación al modelo futuro de la familia Phyllostomidae, pues la distribución potencial de los murciélagos se reduce totalmente en la parte sur de la parroquia que es de mayor rango altitudinal (2300 msnm).

Asimismo, el modelo futuro de la familia Phyllostomidae presenta un concepto de reducción en su distribución potencial, lo cual se ve confirmado con respecto al estudio de Quesada-Quirós et al. (2017) quienes afirman que las

modelaciones mayoritariamente muestran una tendencia a la disminución del área a mediano y largo plazo en comparación con el nicho ecológico del tiempo presente

Según Rodríguez-Rocha (2017) debido a los hábitos alimenticios de la mencionada familia los murciélagos llegan a trascender los límites implantados por sus zonas de vida, sin embargo, su diversidad disminuye a medida que se incrementa la altitud, hecho que es confirmado por Tirira (2011) cuando menciona que hay pocas especies que se adaptan a un rango altitudinal más alto.

Según la investigación de Rodríguez-Rocha (2017) la temperatura es la condición climática que explica de manera más adecuada el incremento de la diversidad. En su estudio realizó una proyección a tiempo futuro utilizando el escenario RCP 4.5 el cual también dio como resultado diferentes modelos acorde a la especie, por lo que argumenta que las especies dominantes tienden a extender sus abundancias o riquezas a lo largo de su espacio de distribución. Este hecho se evidenció con respecto a la familia Vespertilionidae, en la cual se extendieron los rangos de distribución, por lo que se podría deducir que sus especies son dominantes dentro de la parroquia dando un especial énfasis a su alimentación insectívora la cual les permite una mejor expansión alrededor del territorio. En cambio, en el caso de las especies típicas, que tienen una baja abundancia, su rango de distribución disminuirá, así como sus valores de riqueza en las zonas donde se los podía encontrar comúnmente.

Desde otro punto de vista, Galindo-González (2004) menciona que los quirópteros responden de maneras diferentes ante las condiciones ambientales, por ejemplo: los miembros de la familia Phyllostomidae son sensibles a la perturbación de su entorno, pues en su mayoría tienen dietas especializadas y requerimientos de hábitat; en cambio los miembros de la familia Vespertilionidae se han adaptado a con mayor facilidad en especial en ambientes fragmentados.

En cada familia de quirópteros la morfometría alar es diferente lo cual repercute en sus patrones de vuelo, en el caso de los phyllostomidos su distribución va de 1 a 20 km y en el caso de la familia Vespertilionidae sus miembros tienen un alto nivel de maniobrabilidad, y cubren distancias mucho más amplias de hasta

56 km como es el caso de la especie *Tadarida brasiliensis* (Galindo-González, 1998; Canals et al., 2001; Kraker-Castañeda et al., 2013).

4.4 Propuesta de estrategias de conservación de quirópteros dentro de la parroquia de Imbaya

En lo que respecta a la formulación de la propuesta, se considerará en primera instancia el análisis de las encuestas realizadas y posteriormente el análisis FODA

4.4.1 Resultados de las encuestas

Cumpliendo los protocolos de bioseguridad debido a la actual pandemia del Covid-19, fueron aplicadas un total de 89 encuestas (Figura 18) en tres sectores prioritarios de la zona de estudio: sector la Graciela, sector Santiago de Monjas y en el sector del pueblo.



Figura 18. Encuestas a los pobladores de la parroquia Imbaya

El 53.3% de los encuestados pertenecen al género masculino y el 46.7% al género femenino, donde el 77% tiene conocimiento sobre lo que es un murciélago, el porcentaje restante reconocía a los individuos por nombres comunes, tales como: chimbilacos o ratones con alas e inclusive llegaban a ignorar la existencia de los quirópteros. Según Burneo et al. (2015), estas y otras expresiones que se les añaden se vuelven parte del ambiente de trabajo, por lo cual, hablar de la conservación de

murciélagos con la población la mayoría de las ocasiones se dificulta, debido a que no son los animales con mayor carisma dentro del reino animal. Este aspecto fue relevante en un estudio de percepción por parte de Romero y Crispín (2012), en donde mencionan que estos animales no son un grupo llamativo en apariencia y aun así contemplan una amplia diversidad e importancia ecológica.

En el presente estudio se procuró establecer un instrumento que permita examinar los conocimientos, actitudes y acciones hacia los quirópteros, donde se obtuvo un bajo porcentaje de desconocimiento (7.89%) debido a que eran reconocidos como uno de los animales que se alojaban en cuevas. Sin embargo, el índice de ignorancia aumentó hasta un 92.9%, en lo que concierne a la diversidad de los murciélagos, debido a que reconocen principalmente al vampiro como especie y después asumen lo demás bajo su propio concepto de clasificación, inclusive si se mencionan aspectos alimenticios, el peso recae en su dieta hematófaga (Romero y Crispín, 2012).

La falta de conocimiento conlleva a una errónea percepción de estos animales, que llegan a ser juzgados por los mitos o supersticiones injustificadas que desvalorizan a la especie (Rodríguez-Herrera et al., 2015; Martín-Reyes, 2019). Este hecho se ve presente en los pobladores de la parroquia de Imbaya, mismos que consideran en un 43.3% que los murciélagos son transmisores de enfermedades, idea percibida por parte de varios factores, uno de ellos debido a la pandemia que se sigue afrontando a partir del 2020 por el virus SARS-CoV-2 (Covid-19), cuyo origen se le atribuye al consumo de los mamíferos voladores, portadores del virus en el mercado de Wuhan; no obstante, aunque sigue prevaleciendo una pieza faltante dentro de este rompecabezas (Rivera, 2020).

En el pasado de igual manera se han presentado conflictos humano-murciélagos, principalmente por el criterio de salud, ya sea por zoonosis o por sanidad animal. Burneo, et al. (2015) menciona que estas situaciones aparecieron tras los brotes de rabia humana imputados al murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*). Pese a que sus primeros diagnósticos se dieron entre 1925-1935, junto con un brote de rabia parálitica bovina (Rodríguez-Herrera, et al., 2015); el control efectuado en las poblaciones de murciélagos que obstaculizaban la calidad de la

salud humana y de los animales domésticos no han conseguido erradicar su propagación sino más bien han fomentado la eliminación de otras especies no relacionadas con el conflicto (Burneo et al., 2015). En este sentido Martín-Reyes (2019) hace referencia a que en las zonas rurales persiste la imagen de que estos mamíferos voladores son animales potencialmente peligrosos y esto se confirma en el presente estudio dado que el 36.7% de los encuestados los considera de esa manera.

Referente a los lugares de avistamientos de los murciélagos, los pobladores señalaron como lugares principales a las zonas ganaderas (56.7%) y a las cuevas (40%). Efectivamente como se pudo visualizar en el trabajo de campo, los murciélagos vampiros son los que frecuentan más las zonas ganaderas y tienden a aumentar más sus poblaciones en ellas (Martín-Reyes, 2019). En ciertos casos constituyen una amenaza para el ganado vacuno, bovino, porcino o aves de corral, en especial cuando estas especies son portadoras del virus de la rabia paralítica (Greenhall, 1971). Pese a que del 3 a 10% de murciélagos a nivel mundial han sido contagiados con rabia (Rodríguez-Herrera, et al., 2015), muchas veces se generaliza hacia todo el orden quiróptera, de modo que los pobladores suelen tomar acciones nefastas como quemar las cuevas, sin darse cuenta de que pueden ser el hogar de otra especie frugívora o nectarívora que brindan importantes servicios ecológicos (Martín-Reyes, 2019).

En todos los sectores frecuentados, solamente el 13.3% de los pobladores manifestó haber escuchado de conflictos humano-murciélagos, tales como: las mordeduras al ganado e ingreso de estos animales a sus hogares. Cabe resaltar que, solo en algunas haciendas se habían tomado acciones para evitar el contacto de los murciélagos con el ganado (16.7%), instalando luces en los corrales y fumigando al ganado. Según Greenhall (1971) entre los mejores métodos para el control de murciélagos vampiros se encuentra el uso la iluminación intensa empleando potentes proyectores en los corrales donde se aloja el ganado.

Afortunadamente, la mayoría de población coincidió en que se tendría que dejar a los murciélagos en libertad (60%) ya que reconocen de alguna manera el derecho a la vida de estos animales. Sin embargo, el 23.3% de los encuestados se

encontraron en desacuerdo con la conservación de los murciélagos debido a la falta de conocimiento y al poco interés por estas especies.

4.4.2 Análisis FODA

Con base en los resultados obtenidos del análisis multitemporal y el sondeo de la población, mediante el análisis FODA (Tabla 10) se identificaron fortalezas y oportunidades que puedan ser aprovechadas, de igual forma minimizar las debilidades y amenazas respecto a los quirópteros en la zona de estudio.

Tabla 10. Análisis FODA

Fortalezas	Debilidades
F1: Los quirópteros prestan varios servicios ambientales como: polinización, dispersión de semillas y control de plagas e insectos	D1: Los mitos que rodean a los quirópteros les han creado una mala fama, como la creencia errónea que son enviados del mal o son animales sucios que proliferan enfermedades y por ende prefieren eliminarlos
F2: Interés de los pobladores por el cuidado del ambiente y sus especies	D2: Creencia mal infundada de que todos los murciélagos son de la especie hematófaga <i>Desmodus rotundus</i> (vampiro)
F3: El 60% de la parroquia tiene cobertura vegetal natural en diferentes grados de conservación	D3: Baja diversidad de quirópteros
F4: Zonas de refugio de los quirópteros no alteradas (cuevas)	D4: Desconocimiento por parte de la población sobre los murciélagos el cual genera un conflicto humano-quiróptero cuando estos ingresan a las casas o se acercan al ganado
F5: Presencia de quirópteros en los diferentes ecosistemas	D5: Desconocimiento de la existencia de esta especie en el PDOT parroquial como parte de la biodiversidad de la zona
F6: Los pobladores en zonas ganaderas emplean luces en los corrales como un método para alejar a los quirópteros y evitar hacerles daño.	
Oportunidades	Amenazas
O1: Participación de los GADs parroquiales, cantonales y provinciales en proyectos de conservación de quirópteros	A1: Vulnerabilidad de la especie frente al cambio climático (sequías)
O2: El PDOT parroquial de Imbaya describe que el 10% de la parroquia se cataloga con fines de conservación y protección	A2: Modificación de los ecosistemas naturales debido al impacto antrópico como: expansión de la frontera agrícola, ganadera, urbanización, incendios forestales
O3: Interés por parte de las Instituciones Educativas Básica, Media y Superior en la conservación de fauna silvestre, con enfoque en los quirópteros	A3: Falta de políticas locales que promuevan el cuidado y conservación de la biodiversidad.

Mediante la identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, se realizó el cruce del análisis FODA (Tabla 11) para la construcción de estrategias que permitan la conservación de los quirópteros en la parroquia Imbaya.

Tabla 11. Matriz de estrategias FODA para el manejo de los quirópteros de Imbaya

	Fortalezas	Oportunidades
Amenazas	F1 y A1 Estrategia: Creación de cercas vivas para la conservación de murciélagos	O3 y A2 Estrategia: Educación ambiental y sensibilización sobre quirópteros en la parroquia Imbaya
Debilidades	F2 Y D1, D2 Estrategia: Educación ambiental y sensibilización sobre quirópteros en la parroquia Imbaya	O1 y D5 Estrategia: Conservación de quirópteros y sus refugios prioritarios

4.4.3 Propuestas de conservación

A partir de los resultados obtenidos de la investigación sobre el modelamiento multitemporal y el análisis FODA, se proponen tres estrategias que permitirán evitar la pérdida de biodiversidad del orden quiróptera en la Parroquia de Imbaya.

Estrategia 1. Educación ambiental y sensibilización sobre quirópteros en la parroquia Imbaya

Considerando que uno de los principales problemas en la interacción humano-murciélago es el desconocimiento en cuanto a la importancia de este orden para los ecosistemas y las creencias fundadas debido a los mitos y leyendas que rodean a estos animales, generando un escenario de conservación poco llamativo, se propone la realización de un programa de Educación Ambiental con el fin de concientizar a la población sobre los servicios ecosistémicos brindados por los murciélagos, además de sensibilizar a los habitantes sobre los quirópteros. Este programa tendrá enfoques en diferentes poblaciones; por un lado, se conducirá la Educación Ambiental en un entorno didáctico para las Unidades Educativas y por otro lado se dirigirá a gente adulta de la parroquia a través de talleres para la resolución de dudas sobre el tema de los murciélagos.

Objetivo General

Desarrollar un programa de educación ambiental en la parroquia de Imbaya para sensibilizar a la población sobre los murciélagos y concientizar sobre la importancia de los servicios ambientales que provee este orden.

Objetivos Específicos

- Fomentar el interés sobre la conservación e importancia de los quirópteros en el público infantil y juvenil de la parroquia Imbaya.
- Capacitar a los habitantes de la parroquia de Imbaya con respecto a la importancia, cuidado y protección de los quirópteros.
- Reducir el ataque a murciélagos por parte de la población.

Tabla 12. Educación ambiental y sensibilización sobre quirópteros en la parroquia Imbaya

Programa	Proyectos	Actividades	Verificadores	Responsables
Educación Ambiental y sensibilización sobre quirópteros	Proyecto de educación ambiental en la Unidad Educativa Imbaya	<p>*Diagnosticar el conocimiento y percepciones a cerca de los murciélagos mediante lluvia de ideas.</p> <p>*Taller: Desarticulando mitos sobre los murciélagos. Explicación sobre los beneficios de la conservación de quirópteros.</p> <p>* Taller: La diversidad de murciélagos en la Parroquia de Imbaya. Socialización sobre las especies encontradas en el estudio.</p> <p>*Desarrollar material educativo y didáctico sobre la importancia de la conservación de los murciélagos y la diversidad de especies encontrada en la zona de estudio.</p>	<p>* Hojas de asistencia</p> <p>* Fotografías</p>	* Director/a de la Unidad Educativa
	Proyecto de educación ambiental a pobladores de la parroquia de Imbaya	<p>* Taller de difusión acerca de los resultados obtenidos en la investigación en la parroquia, con el fin de dar a conocer el papel ecológico de los quirópteros y los métodos para su conservación a futuro.</p> <p>* Promover la conservación de la diversidad de quirópteros mediante conversatorios con la comunidad</p> <p>* Socializar con el GAD Parroquial de Imbaya la investigación realizada, con el fin de que reconozcan la existencia de este orden quiróptera en el PDOT.</p> <p>* Incentivar a las autoridades el desarrollo de planes de conservación de los murciélagos y preservación de sus refugios naturales</p>	<p>* Material educativo</p> <p>* Boletines informativos sobre murciélagos</p>	<p>* GAD Parroquial Imbaya</p> <p>*Presidentes de las juntas parroquiales.</p>

Estrategia 2. Creación de cercas vivas

Como parte de la conservación del orden quiróptera en la parroquia de Imbaya, se ha visto la necesidad de incentivar la creación de este tipo de sistema silvopastoril, con el fin de generar refugios para la alimentación, copulación y descanso de los murciélagos. Pozo et al., (2014) en su estudio demuestran que las cercas vivas poliespecíficas son un elemento importante de los agroecosistemas que permite conservar la diversidad de los quirópteros y otras especies. Además, en el monitoreo de murciélagos se lograron capturar algunos individuos en las especies arbóreas del lugar. Por lo tanto, esta estrategia permitirá no solo la conservación de la biodiversidad de la parroquia, sino también permitirá mejorar los servicios ecosistémicos que estas cercas vivas generan, tales como: mejoramiento del suelo y aire, sombra, cortina rompe vientos, entre otros.

Objetivo General

Incentivar la creación de cercas vivas para la conservación de la biodiversidad de murciélagos en la parroquia Imbaya

Objetivos Específicos

- Determinar los lugares estratégicos de la parroquia que permita la implementación adecuada de las cercas vivas para beneficio de la biodiversidad y la población.
- Identificar las especies idóneas para la implementación de cercas vivas.
- Socializar a la población sobre los beneficios de la creación de cercas vivas.

Tabla 13. Creación de cercas vivas para la conservación de la biodiversidad

Programa	Proyectos	Actividades	Verificadores	Responsables
Programa de cercas vivas	Proyecto inventario arbóreo parroquial	<ul style="list-style-type: none"> * Salidas de campo para el reconocimiento de los sitios de mayor presencia de murciélagos y otras especies silvestres. * Análisis del uso y cobertura del suelo mediante Sistemas de Información Geográfica para determinar la factibilidad de la implementación. * Realizar un inventario arbóreo del área de estudio *Determinar las especies idóneas para creación de cercas vivas que generen un beneficio para la población de murciélagos en la zona y para la comunidad. 	<ul style="list-style-type: none"> *Mapa de lugares estratégicos * Inventario arbóreo * Mapa de uso y cobertura de suelo * Fotografías 	* GAD Parroquial Imbaya
	Proyecto de implementación de cercas vivas	<ul style="list-style-type: none"> * Taller de socialización del beneficio de las cercas vivas para la parroquia. * Entrega y siembra de las plántulas de especies idóneas a la comunidad. * Monitoreo de murciélagos en las zonas de implementación de cercas vivas 	<ul style="list-style-type: none"> *Hoja de registro de asistencia *Fotografías * Hoja de entrega de plántulas *Listado de especies encontradas 	* Presidentes de las Juntas Parroquiales

Estrategia 3. Conservación de quirópteros y sus refugios prioritarios

Los quirópteros pasan la mayor parte de la vida en sus refugios, que tienen las condiciones propicias para protegerse de los depredadores, hibernación, reproducción, crianza y descanso. Una de las amenazas que sufren los murciélagos es la destrucción de sus refugios naturales ya sea por acción antrópica (quema, desarme) o acción natural (caída de troncos viejos, deterioro natural). Por ello, se ha planteado como estrategia un proyecto de conservación a mediano plazo en el que tiene como enfoque la identificación y preservación de los refugios naturales de los murciélagos, asimismo de ser necesario incentivar la instalación de refugios artificiales propicios para los murciélagos.

Como parte de esta estrategia se ha visto la necesidad de promover la inclusión del Orden Chiroptera en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Imbaya, con el fin de que las autoridades competentes desarrollen proyectos de conservación que motive una buena interacción humano-murciélago, lo cual permitirá evitar la degradación de su hábitat.

Objetivo General

- Desarrollar un proyecto de conservación de quirópteros y sus refugios prioritarios

Objetivos Específicos

- Identificar los refugios naturales de los murciélagos en la parroquia Imbaya.
- Priorizar medidas de protección para los refugios naturales.
- Evaluar la necesidad de implementación de refugios artificiales para murciélagos.

Tabla 14. Conservación de quirópteros y sus refugios prioritarios

Programa	Proyectos	Actividades	Verificadores	Responsables
Conservación de quirópteros y sus refugios prioritarios	Proyecto protección de refugios naturales de los murciélagos	<p>*Identificar mediante salidas de campo los refugios naturales prioritarios de los murciélagos en zonas no intervenidas de la parroquia Imbaya</p> <p>* Realizar cartografía de los refugios naturales encontrados</p> <p>*Identificación de nivel de vulnerabilidad de los refugios prioritarios</p> <p>*Taller de socialización a la población sobre la importancia de la protección de los refugios naturales para la conservación de los murciélagos</p>	<p>* Fotografías</p> <p>* Mapa de georeferenciación de refugios naturales</p>	
	Proyecto de creación de refugios artificiales para murciélagos	<p>*Determinar los lugares idóneos para la implementación de refugios artificiales para murciélagos</p> <p>* Investigar sobre la construcción de "bat box" (cajas de murciélagos) en las condiciones favorables para las especies encontradas en este estudio</p> <p>*Implementación de refugios artificiales con apoyo de autoridades parroquiales</p> <p>* Realizar un taller de socialización sobre el cuidado de los refugios artificiales a la población de Imbaya.</p>	<p>* Boceto de las cajas de murciélago</p> <p>* Hoja de registro de asistencia</p> <p>* Fotografías</p>	<p>* GAD parroquial Imbaya</p> <p>* Presidentes de las juntas parroquiales</p>

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Imbaya abarca una riqueza de siete especies distribuidas en seis géneros correspondientes a tres familias Phyllostomidae, Vespertilionidae, Molossidae; contemplando una baja diversidad según los índices de Shannon, Margalef y Simpson, la cual se ha visto influenciada por el ecosistema intervenido del área de estudio, en el cual, se determinaron altos grados de similitud por medio del índice de Morisita-Horn entre las agrupaciones de especies: *Phyllostomus discolor* y *Lionycteris* sp. (registradas en zonas ganaderas con presencia de árboles frutales), *Tadarida brasiliensis* y *Myotis nigricans*; *Anoura peruana* y *Myotis oxyotus* (encontradas en zonas de cultivos con cercanía a fuentes de agua).
- Con base en los modelos de distribución ecológica del orden quiróptera se determinaron como sectores de “Idoneidad alta” para las dos familias a: “La Graciela” y “Santiago de Monjas”, quienes abarcan un área de 9.44 km² dentro de la parroquia.
- En el modelo de la familia Phyllostomidae proyectado al año 2050 se estimó una disminución de 8.5 km² en los sectores con “Idoneidad alta” y en el caso de la familia Vespertilionidae se amplió el rango de “Idoneidad muy alta” con una extensión de 6 km² encontrado en el sector “La Graciela”.
- La variables más importantes que contribuyeron al desempeño de los modelos fueron: la BIO13, precipitación del mes más húmedo (Phyllostomidae: 86.5%; Vespertilionidae: 67.6%) debido a su incidencia directa en el comportamiento de los quirópteros, por cuanto su presencia disminuye las probabilidades de avistamiento y captura; y la Bio 4,

temperatura estacional, la cual evidenció que a menor temperatura existe menor probabilidad de ocurrencia.

- En cuanto a la propuesta para la conservación de quirópteros se establecieron tres estrategias: educación ambiental y sensibilización sobre la importancia de los murciélagos, creación de cercas vivas y conservación de quirópteros y sus refugios prioritarios.

4.2 Recomendaciones

- Realizar un estudio específico del individuo perteneciente al género *Lionycteris* sp. con el fin de determinar su especie, características morfológicas y ecológicas para contribuir a un buen manejo de la diversidad de quirópteros del país.
- Ampliar los sitios de muestreo, particularmente en zonas intervenidas, para que los estimadores de la curva especie-área sea representativos.
- Recopilar y depurar los puntos de presencia en la zona a estudiarse, de manera que se procure añadir nueva información durante las salidas de campo.
- Utilizar variables ambientales adicionales para futuros proyectos de modelamiento ecológico tales como: *NDVI*, *DEM*, ecorregiones, uso y cobertura de suelo.
- Se recomienda ejecutar las propuestas de protección y conservación con fines de promover el conocimiento, para frenar la pérdida de especies por causa de ignorancia colectiva.

REFERENCIAS

- Acevedo-Quintero, J. F. y Zamora-Abrego, J. G. (2014). Riqueza de especies y estructura trófica de la familia Phyllostomidae (Chiroptera) en un cananguchal de la Amazonia colombiana. *Mammalogy Notes*, 1(2), 28-31. <https://doi.org/10.47603/manovolln2.28-31>
- Achicanoy, J., Navia, J. F. y García, C. B. (2012). Dinámica poblacional de nematodos de vida libre en diferentes usos y manejos del suelo. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 29(2), 26-38. ISSN Impreso 0120-0135
- Agencia AFP. (25 de marzo de 2020). Perú insta a preservar murciélagos tras intento de quemarlos por coronavirus. *Diario El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/tendencias/peru-preserva-murcielagos-ambiente-cornavirus.html>.
- Aguilar-Setién, A. y Aréchiga-Ceballos, N. (2011). Los Murciélagos: ¿héroes o villanos? *Revista Ciencia*, 76-83. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/62_2/PDF/13_Murcielagos.pdf
- Aguirre, N., Ojeda, T. y Eguiguren, P. (2010). El cambio climático y la conservación de la biodiversidad en el Ecuador. *Revista CEDAMAZ: Universidad Nacional de Loja* 1(1), 16-24.
- Albarrán, I. C. (2010). *Aplicación de modelos de nicho ecológico como instrumento para predecir la distribución potencial de algunas especies de aves en las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)*. [Discurso doctoral, Tesis de graduación, Universidad Politécnica de Cataluña]. Disponible en: http://www.cpsv.upc.es/tesines/resumsig_icalixto.pdf.
- Ancilotto, L., Bosso, L., Smeraldo, S., Mori, E., Mazza, G., Herkt, M., Galimberti, A., Ramazzotti, F. & Russo, D. (2020). An African bat in Europe, *Plecotus gaisleri*: Biogeographic and ecological insights from molecular taxonomy and Species Distribution Models. *Ecology and Evolution*, 10(12), 5785–5800. <https://doi.org/10.1002/ece3.6317>
- Aragón, G. y Aguirre, M. (2014). Distribución de murciélagos (Chiroptera) de la región Tacna, Perú. *Idesia (Arica)*, 32(1), 119-127. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000100015>
- Araújo, M. B., Pearson, R. G., Thuiller, W. & Erhard, M. (2005). Validation of species–climate impact models under climate change. *Global change*

biology, 11(9), 1504-1513. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01000.x>

Arévalo-Cheza, J. S. y Quinchiguango-Haro, R. C. (2017). *Evaluación del estado de conservación del orden quiróptera en el valle del Chota-Imbabura para establecer estrategias de conservación*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8079/1/03%20RNR%20265%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Arévalo-Morocho, C., Jácome-Aguirre, G., Ortega-Andrade, S., Rosales-Enríquez, O. y Rodríguez-Echeverry, J. (2023). Evaluación del cambio del paisaje boscoso y su impacto en la distribución de *Dipsas elegans* en el norte de Ecuador. *Investigaciones Geográficas*, (79), 231-250. <https://doi.org/10.14198/INGEO.23541>

Arias-Muñoz, P., Jácome, G. & Vilela, P. (2022). Analysis of vulnerability to climate change in small cities using livelihood approach. A case of study of Cotacachi, Ecuador. *Acta Geographica Universitatis Comenianae*, 66(1), 63-79.

Barquez, R. M. (2004). Murciélagos (Chiróptera-Mammalia) de la mesopotamia argentina. *Miscelánea*, 12, 369-378. ISSN 1514-4836 - ISSN On-Line 1668-324

Basantes, A. (13 de abril del 2020). Ecuador: la hazaña de conservar murciélagos en medio de los prejuicios. *Mongabay Latam*, <https://es.mongabay.com/2020/04/conservacion-de-murcielagos-en-ecuador-areas-protegidas/>

Bejarano-Bonilla, D. A., Yate-Rivas, A., y Bernal-Bautista, M. H. (2007). Diversidad y distribución de la fauna quiróptera en un transecto altitudinal en el departamento del Tolima, Colombia / Bat diversity and distribution along an altitudinal transect in the Tolima region of Colombia. *Caldasia*, 29(2), 297-308. <http://www.jstor.org/stable/23641769>

Benito de Pando, B. y Peñas de Giles, J. (2007). Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (7), 100-119.

Bosso, L., Mucedda, M., Fichera, G., Kiefer, A., & Russo, D. (2016). A gap analysis for threatened bat populations on Sardinia. *Hystrix, the Italian*

Journal of Mammalogy, 27(2), 212–214. <https://doi.org/10.4404/hystrix-27.2-11788>

- Bouza, C. N. y Covarrubias, D. (2005). *Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo*. *Revista investigación operacional*, 26(2), 187-197.
- Bracamonte, J. C. (2018). Protocolo de muestreo para la estimación de la diversidad de murciélagos con redes de niebla en estudios de ecología. *Ecología austral*, 28(2), 446-454.
- Bravo, E. (2013). *Apuntes sobre la biodiversidad del Ecuador*. Abya-Yala/UPS.
- Bravo, E. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador*. Quito. Editorial ABYA YALA, Universidad Politécnica Salesiana.
- Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V., y Vallejo, A. F. (2018). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Buchanan, S. (2017). *Los sentidos de los animales (Animal Senses)*. Teacher Created Materials. <https://books.google.com.ec/books?id=W08uDgAAQBAJ&lpg=PP1&pg=PA2#v=onepage&q&f=false>
- Burneo, S. y Tirira, D. (2014). Murciélagos del Ecuador: un análisis de sus patrones de riqueza, distribución y aspectos de conservación. *Therya*, 5(1), 197-228. <https://doi.org/10.12933/therya-14-184>
- Burneo, S. (2009). Megadiversidad. *Letras verdes*, (3), 6-7.
- Burneo, S. y Tirira, D. (2012). *Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Fundación Mamíferos y Conservación y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 9. Quito.
- Burneo, S., Proaño, M., y Tirira, D. (2015). *Plan de acción para la conservación de los murciélagos del Ecuador*. Quito: Programa para la Conservación de los Murciélagos del Ecuador and Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Busby, J. R. (1991). *BIOCLIM - A bioclimate analysis and prediction system*. Pp. 64- 68. En: C. R. Margules y M. P. Austin (eds.). *Nature Conservation: Cost Effective Biological Surveys and Data Analysis*. CSIRO, Melbourne

- Calderón-Ávila, N. A. (2022). *Análisis de factores ambientales determinantes en la distribución de Bactericera Cockerelli (Sulc.) en cultivos de Solanum Tuberosum en Imbabura* [Tesis de Ingeniería]. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13308>
- Canals, M., Iriarte-Díaz, J., Olivares, R. y Novoa, F. F. (2001). Comparación de la morfología alar de *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) y *Myotis chiloensis* (Chiroptera: Vespertilionidae), representantes de dos diferentes patrones de vuelo. *Revista chilena de historia natural*, 74(3), 699-704.
- Cannon, J. (2017). *Murciélagos y virus: lucha contra la mala reputación*. Noticias ambientales. Mongabay. Obtenido de: <https://es.mongabay.com/2017/09/murcielagos-y-virus-lucha-contra-la-mala-reputacion/>.
- Carpenter, G., Gillison, A. N. y Winter, J. (1993). *DOMAIN: a flexible modeling procedure for mapping potential distributions of plants and animals*. *Biodiversity and Conservation* 2: 667- 680. <https://doi.org/10.1007/BF00051966>
- Castaño, J. H. y Corrales, J. D. (2010). Mamíferos de la cuenca del río La Miel (Caldas): diversidad y uso cultural. *Boletín Científico*. Centro de Museos. Museo de Historia Natural, 14(1), 56-75. ISSN 0123 - 3068
- Castilla, M. C., y Viñas, M. (2012). *Percepción sobre murciélagos urbanos y su manejo en San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina*. In Comunidad de Manejo de Fauna Silvestre (COMFAUNA). Memorias del X Congreso Internacional de Fauna Silvestre de América Latina, Salta, Argentina (p. 1).
- Cava, M. B., Corronca, J. A. y Echeverría, A. J. (2013). Diversidad alfa y beta de los artrópodos en diferentes ambientes del Parque Nacional Los Cardones, Salta (Argentina). *Revista de Biología Tropical*, 61(4), 1785-1798. DOI: 10.15517/rbt.v61i4.12851
- Cepal, N. (2020). *El Acuerdo de Escazú: una herramienta sin precedentes para enfrentar los desafíos ambientales de ALC* [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=vDGEIM8jRhE>
- Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación. Registro Oficial Suplemento 899 Art. 4 de 2016. 9 de diciembre de 2016 (Ecuador).
- Código Orgánico del Ambiente (COA). Registro Oficial Suplemento 983 de 2017. Art. 3, 4, 5, 17, 21. 12 de abril de 2017 (Ecuador).

- Cohen, J. (1960). *A coefficient of agreement for nominal scales*. Educational and psychological measurement, 20(1), 37-46.
- Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 9. Persistent URL<purl.oclc.org/estimates>
- Constitución de la República del Ecuador (CRE). Registro Oficial N° 449. Art. 57, 71, 73, 395, 397, 400, 405, 423, 425 de 20 de noviembre del 2008 (Ecuador).
- Convenio sobre la Diversidad Biológica. (1992). *Cumbre de la Tierra*. Río de Janeiro. Brasil.
- Corrie, S. M., Cotterill, Taylor, P. J., & Monadjem, A. (2013). Using potential distributions to explore environmental correlates of bat species richness in southern Africa: Effects of model selection and taxonomy. *Current Zoology*, 59(3), 279–293. DOI: 10.1093/czoolo/59.3.279
- Cruz-Cárdenas, G., Villaseñor, J. L., López-Mata, L., Martínez-Meyer, E y Ortiz, E. (2014). Selección de predictores ambientales para el modelado de la distribución de especies en Maxent. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 20(2), 187-201. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.09.034>
- Cuervo-Robayo, A. P., Escobar, L. E., Osorio-Olvera, L. A., Nori, J., Varela, S., Martínez-Meyer, E., Velásquez-Tibatá, J., Rodríguez-Soto, C., Munguía, M., Castañeda-Álvarez, N. P., Lira-Noriega, A., Soley-Guardia, M., Serra-Díaz, J. M. y Townsend-Peterson, A. (2017). Introducción a los análisis espaciales con énfasis en modelos de nicho ecológico. <https://doi.org/10.17161/bi.v12i0.6507>
- Cuesta-Camacho, F., Peralvo, M., y Ganzenmüller, A. (2008). Posibles efectos del calentamiento global sobre el nicho climático de algunas especies en los Andes Tropicales. *Páramo y cambio climático*, 23, 15-38.
- Cumming, G. S. (2000). Using between-model comparisons to fine-tune linear models of species ranges. *Journal of Biogeography* 27: 441-455. DOI: 10.1046/j.1365-2699.2000.00408.x
- Demey, J. R., Pla, L., Vicente-Villardón, J. L., Di Rienzo, J. y Casanoves, F. (2011). *Medidas de distancia y similitud*. Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos, 384, 47-59.

- Díaz, M. M., Carbajal, M., Lipps, E., Lutz, M. A., Rosenfeld, S. y Barquez, R. M. (2013). El estado de conservación de los murciélagos de Argentina. *Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina*.
- Díaz, M. M., y Linares-García, V. H. (2012). *Refugios naturales y artificiales de Murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en la selva baja en el Noroeste de Perú*. *Gayana (Concepción)*, 76(2), 117-130. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382012000300005>
- Dietz, C. y Von Helversen, O. (2004). *Claves de identificación ilustradas de los murciélagos de Europa*. Online: [www.fledermaus-dietz.de/publications/Dietz & Helversen](http://www.fledermaus-dietz.de/publications/Dietz%20&%20Helversen).
- Dirzo, R., Broadbent, E., Zambrano, A. M. A., Barquero, L. M., Zambrano, S. L. A. y Gil, C. A. Q. (s.f.) *Murciélagos: Familia Vespertilionidae*. INOGO. Costa Rica.
- Dirzo-Uribe, G. (2021). *Modelos de nicho ecológico y de distribución de murciélagos del género rhogeessa: evaluación del conservadurismo de nicho y sus implicaciones en la conservación* [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., García Marquéz, J. R., Gruber, B., Lafourcade, B., Leitão, P. J., Münkemüller, T., McClean, C., Osborne, P., Reineking, B., Schröder, B., Skidmore, A. K., Zurell, D. & Lautenbach (2013). Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36(1), 27-46. DOI:10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x
- Durán, A. A. y Oviedo-Morales, N. (2019). Actividad de un “ensamblaje” de murciélagos en el norte de Brasil (Mammalia: Chiroptera). *Revista de Biología Tropical*, 67(1), 69-82.
- Escalante-Espinosa, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: ciencia y cultura*, 52, 53-56. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México.
- Fleishman, E., R. MacNally & J. P. Fay. (2003). Validation tests of predictive models of butterfly occurrence based on environmental variables. *Conservation Biology* 17: 806-817. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.02113.x>

- GAD Provincial de Imbabura. (2019). *Plan de Ordenamiento Territorial de Imbaya*. Imbabura: Prefectura de Imbabura. Retrieved from <https://www.imbabura.gob.ec/index.php/componente-territorial/instrumentos-de-planificacion/pdot-parroquial/file/521-pdot-imbaya?start=10>
- Galindo, J. (1998). *Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación*. Coord. México. Pearson
- Galindo-González, J. (1998). Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del Bosque Tropical. *Acta Zoológica Mexicana*, (N.S.), (73), 57–74. <https://doi.org/10.21829/azm.1998.73731727>
- Galindo-González, J. (2004). Clasificación de los murciélagos de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(2), 239-243.
- García-García, J. L. y Santos-Moreno, A. (2014). Variación estacional en la diversidad y composición de ensamblajes de murciélagos filostómidos en bosques continuos y fragmentados en Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(1), 228-241.
- García-Garizábal, I., Romero, P., Jiménez, S., y Jordá, L. (2017). Evolución climática en la costa de Ecuador por efecto del cambio climático. *Dyna*, 84(203), 37-44. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v84n203.59600>
- García-Marín, M. E. (2016). *La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad*. Producción + Limpia, 11(2), 161-168. <https://dx.doi.org/10.22507/pml.v11n2a13>
- Giraldo-Mendoza, A. E. (2015). La suficiencia taxonómica como herramienta para el monitoreo de artrópodos epígeos: una primera aproximación en el desierto costero peruano. *Ecología Aplicada*, 14(2), 147-156.
- Gómez, T. (2020). *En defensa de los murciélagos: resistencias a los virus, pero no a los humanos | Coronavirus*. Noticias ambientales. Obtenido en: <https://es.mongabay.com/2020/03/coronavirus-murcielagos-humanos-virus-covid-19/>.
- Gómez-Chávez, B. B. (2015). *Diversidad y distribución altitudinal del Orden Chiroptera en los distritos de Quinua y Tambillo de la provincia de Huamanga–Ayacucho, 2014*.

- Grasso, L. (2006). *Encuestas. Elementos para su diseño y análisis*. Córdoba: Encuentro Grupo Editor, 27-56.
- Greenhall, A. M. (1971). Lucha contra los murciélagos vampiros. Estudio y proyecto de programa para América Latina. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana (OSP)*; 71 (3), sept. 1971. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/10969>
- Guerrero-Chacón, A. L. (2011). *Distribución geográfica potencial de dos especies de murciélagos del género Sturnira (familia phyllostomidae) usando parámetros fisiológicos y ambientales* [Tesis para obtención de título de Biólogo]. Universidad del Valle.
- Hayes, M. A., Cryan, P. M. & Wunder, M. B. (2015). Seasonally-Dynamic Presence-Only Species Distribution Models for a Cryptic Migratory Bat Impacted by Wind Energy Development. *PLOS ONE*, 10(7), e0132599. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132599>
- Hirzel, A. (2004). *BioMapper 3, User's manual* (<http://www.unil.ch/biomapper>).
- Huera-Ipial, J. D. y López-Gómez, A. L. (2022). *Análisis de la distribución biogeográfica de himenópteros: Apidae en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura* [Tesis de Ingeniería]. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13230>
- Hutson, A. y Mickleburgh, S. (Eds.). (2001). *Murciélagos microquirópteros: encuesta de estado global y plan de acción de conservación* (Vol. 56). UICN.
- IPCC (2013). *Climate Change 2013: the physical science basis: contribution of working group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2013 (AR5)*. Cambridge University Press, Cambridge, New York
- Isturiz, M. L., De Gennaro, M. F., Castillo, V. H. y Beltrán, F. (2022). *Distribución de los murciélagos Tadarida brasiliensis y su relación con factores ambientales en la Ciudad de Buenos Aires*. Instituto de Zoonosis Luis Pasteur
- Jaccard, P. (1908). *Nouvelles recherches sur la distribution florale*. Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat., 44, 223-270. DOI: 10.5169/seals-268384

- Jácome G. (2018). *Spatial and temporal dynamic patterns of dengue fever in Ecuador based on the maximum entropy model, GIS, and PLS regression* [Thesis for the Degree of Master of Science]. Kyung Hee University
- Jácome, G., Mejía, J., Guerra, N., Romero, A., Piedmag, V., Padilla, C., Tanaí, I. y Pupiales, N. (2020). Los volcanes de Imbabura y su tiempo geológico. Imbabura-Ecuador. FICAYA Emprende.
- Jácome, G., Valarezo, C., y Yoo, C. (2018). Assessment of water quality monitoring for the optimal sensor placement in lake Yahuarcocha using pattern recognition techniques and geographical information systems. *Environmental monitoring and assessment*, 190, 259. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6639-x>
- Jácome, G., Vilela, P. & Yoo, C. (2019a). Present and future incidence of dengue fever in Ecuador nationwide and coast region scale using species distribution modeling for climate variability's effect. *Ecological Modelling*, 400, 60-72. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.03.014>
- Jácome, G., Vilela, P. & Yoo, C. (2019b). Social-ecological modelling of the spatial distribution of dengue fever and its temporal dynamics in Guayaquil, Ecuador for climate change adaption. *Ecological Informatics*, 49, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.11.001>
- Jiménez-Jiménez, F. E. y Vizhco-Coraizaca, M. Á. (2015). *Estructura y composición de la comunidad de murciélagos frugívoros y polinizadores en dos bosques altoandinos del sur del Ecuador* [Bachelor's thesis, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/4850>
- Jiménez-Ortega, A. M. (2013). *Conocimiento y conservación de los murciélagos filostómidos (Chiroptera: Phyllostomidae) y su utilidad como bioindicadores de la perturbación de los bosques neotropicales*. Universidad Autónoma de Madrid
- Jost, L. y González-Oreja, J. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta zoológica lilloana*, 3-14.
- Kraker-Castañeda, C., Santos-Moreno, A. y García-García, J. L. (2013). Riqueza de especies y actividad relativa de murciélagos insectívoros aéreos en una selva tropical y pastizales en Oaxaca, México. *Mastozoología neotropical*, 20(2), 255-267.

- Krauel, J. J. y LeBuhn, G. (2016). Patterns of bat distribution and foraging activity in a highly urbanized temperate environment. *PloS one*, 11(12), e0168927. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168927>
- Kwiecinski, G. G. (2006). *Phyllostomus discolor*. *Mammalian Species*, 2006(801), 1-11. <https://doi.org/10.1644/801.1>
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, 159-174. DOI: 10.1148/radiol.2282011860
- Lee, D. N., Papeş, M. & Van Den Bussche, R. A. (2012). Present and Potential Future Distribution of Common Vampire Bats in the Americas and the Associated Risk to Cattle. *PLoS ONE*, 7(8), e42466. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042466>
- Liang, J., Peng, Y., Xing, W., Li, X., Yan, M., Yuan, Y. & Zhu, Z. (2020). *Impacts of changing climate on the distribution of migratory birds in China: habitat change and population centroid shift*. Hunan University. DOI: 10.22541/au.158398104.48947306
- Machado, M. (2002). Metabolismo, dieta y patrón reproductivo de dos especies de murciélagos insectívoros del género *Myotis* en los Andes Venezolanos. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/217928>
- Maciel-Mata, C. A., Manríquez-Morán, N., Octavio-Aguilar, P. y Sánchez-Rojas, G. (2015). *El área de distribución de las especies: revisión del concepto*. *Acta universitaria*, 25(2), 03-19. <https://doi.org/10.15174/au.2015.690>
- Manzano-Hinojosa, A. B. (2020). *Sistemática molecular y redescrición de *Myotis diminutus* (Chiroptera: Vespertilionidae)* (Tesis de licenciatura, PUCE-Quito).
- Margalef, R. (1977). *Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona 951 p.
- Martín-López, B., González, J. A., Díaz, S., Castro, I. y García Llorente, M. (2007). Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. *Revista Ecosistemas*, 16(3).
- Martín-Reyes, J. C. (2019). *De mitos a verdades: Una cartilla de divulgación científica acerca de la importancia ecológica de los murciélagos*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75910>

- Mateo, R. G., Felicísimo, Á. M. y Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista chilena de historia natural*, 84(2), 217-240. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000200008>
- Mateo, R. G., Felicísimo, Á. M. y Muñoz, J. (2012). *Modelos de distribución de especies y su potencialidad como recurso educativo interdisciplinar*. *Reduca (Biología)*, 5(1).
- Medellín, R. A. y Viquez, L. R. (2014). *Los murciélagos como bioindicadores de la perturbación ambiental*. *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*. *INECC, México*, 521-542.
- Mena, J. (2010). Respuestas de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(3), 277-284.
- Mendoza, Z. A. (2003). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Nacional de Loja
- Merow, C., Smith, M. J. & Silander Jr, J. A. (2013). A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36(10), 1058-1069. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.07872.x>
- Miceli-Méndez, C. L. y Reyes-Escutia, F. D. J. (2014). *Biodiversidad y sustentabilidad. Volumen II*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Ministerio del Ambiente de Perú. (2015). *Guía de inventario de la fauna silvestre*. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAAE]. (2022). Ecuador cuenta con la tercera edición del Libro Rojo de mamíferos. Ministerio Del Ambiente, Agua Y Transición Ecológica. <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-cuenta-con-la-tercera-edicion-del-libro-rojo-de-mamiferos/>
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E. y Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1249-1261. DOI: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.745>

- Morisita, M. (1959). *Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns*. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E (Biol.), 2, 215-235.
- Moya, W., Jácome, G., y Yoo, C. (2017). Past, current, and future trends of red spiny lobster based on PCA with MaxEnt model in Galapagos Islands, Ecuador. *Ecology and Evolution*, 7(13), 4881-4890.
- Murillo-García, O. E. y Bedoya-Durán, M. J. (2014). Distribución y abundancia de murciélagos en bosques con diferente grado de intervención en el Parque Nacional Natural Gorgona (Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 62, 419-434.
- Naoki, K., Gómez, M. I., López, R. P., Meneses, R. I. y Vargas, J. (2006). Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de vida silvestre en Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 41(1), 65-78.
- Noguera-Urbano, E. y Escalante, T. (2014). Datos geográficos de los murciélagos (Chiroptera) en el Neotrópico. *Revista de Biología Tropical*, 62(1), 211-225. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442014000200017
- Nowicki, C., Ley, A., Caballero, R., Sommer, J. H., Barthlott, W. y Ibsch, P. L. (2004). Extrapolating distribution ranges-BIOM 1.1., a computerized bioclimatic model for the extrapolation of species ranges and diversity patterns. *Orchids of Bolivia: Diversity and Conservation Status*, 2, 36-68.
- Núñez-Novas, M. S., Guzmán-Pérez, R. y Contreras-Puigbó, A. (2019). Guía de identificación de los murciélagos de La Española y anotaciones sobre las familias y especies. *Novitates Caribaea*, (13), 39-63. DOI: 10.33800/nc.v0i13.191
- Padilla, Á. F. y Cuesta, L. A. (2003). *Zoología aplicada*. <https://ebookcentral.proquest.com>
- Pazmiño, N., y Santana, E. (2005). Plataforma continental del Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 13(1), 2005-2006.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. (2006): "A maximum entropy modelling of species geographic distributions", *Ecological Modelling*, 190, pp. 231-259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>

- Pinto, C., Marchán-Rivadeneira, M., Tapia, E., Carrera, J. y Baker, R. (2013). Distribution, Abundance and Roosts of the Fruit Bat *Artibeus fraterculus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta Chiropterologica*, 15(1), 85–94. <https://doi.org/10.3161/150811013x667885>
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.
- Pliscoff, P. y Fuentes-Castillo, T. (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte Grande*, (48), 61-79. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022011000100005>
- Pozo, W., Cárdenas, C., Orea, U. & Morejón, M. (2014). *Rol de las cercas vivas en la finca La Abundancia en la conservación de murciélagos*. ReserchGate. <https://doi.org/10.13140/2.1.1812.7369>.
- Pozo-Rivera, W. E., Recalde Samaniego, R. S., Cárdenas Tello, C. D., Morejón García, M. y Berovides Álvarez, V. (2015). *Diversidad quiropterológica de dos tipos de cultivos, Noroccidente ecuatoriano*. Serie Zoológica, 10(11), 95-103.
- Quesada-Quirós, M., Acosta-Vargas, L. G., Arias-Aguilar, D. y Rodríguez-González, A. (2017). Modelación de nichos ecológicos basado en tres escenarios de cambio climático para cinco especies de plantas en zonas altas de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(34), 01-12. DOI: 10.18845/rfmk.v14i34.2991
- Quintana, H. y Pacheco, V. (2007). Identificación y distribución de los murciélagos vampiros del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 24(1), 81-88.
- Red Latinoamericana Para la Conservación de los Murciélagos (RELCOM) (2010). *Estrategia para la conservación de los murciélagos de Latinoamérica y el Caribe*.
- Red Latinoamericana y del Caribe para la conservación de los Murciélagos [RELCOM]. (2023). *Investigación - RELCOM - Red Latinoamericana y del Caribe para la conservación de los Murciélagos*. [online] [Relcomlatinoamerica.net](https://www.relcomlatinoamerica.net). Available at: <https://www.relcomlatinoamerica.net/que-hacemos/investigacion.html>
- Rivera, W. C. (2020). Masacre silenciosa: una gula global en contra de animales indefensos. *Investiga. TEC*, 39(39).

- Rodríguez-Herrera, B., Nabte, M., Cordero Schmidt, E. y Sánchez, R. (2015). *Murciélagos y techos*. Universidad de Costa Rica, Escuela de Biología
- Rodríguez-Rocha, M. A. (2017). *Respuestas potenciales de los murciélagos frugívoros ante el cambio climático, en áreas de conservación en un gradiente altitudinal del Caribe de Costa Rica*. [Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza]. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8573/Respuestas_potenciales_de_los_murcielagos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodríguez-Rocha, M., Gómez, C. y Mantilla-Meluk, H. (2012). *Murciélagos con evidencia de comportamiento migratorio en Colombia, uso de agroecosistemas y notas sobre su conservación*. Colombia, 97.
- Rodríguez-San Pedro, A., Allendes, J. L., Carrasco-Lagos, P. y Moreno, R. A. (2014). *Murciélagos de la Región Metropolitana de Santiago, Chile*. Seremi del Medio Ambiente Región Metropolitana de Santiago, Universidad Santo Tomás y Programa para la Conservación de los Murciélagos de Chile (PCMCh).
- Romero, E. J. T., y Crispín, A. F. (2012). Instrumento para el análisis y evaluación de los conocimientos, actitudes y acciones hacia los murciélagos en la Mixteca poblana. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*, 4(1).
- Romero, V. (2018a). *Desmodus rotundus*. En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Version 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Desmodus%20rotundus>
- Romero, V. (2018b). *Lionycteris spurrelli* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Version 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Lionycteris%20spurrelli>
- Root, T., Price, J., Hall, R., Schneider, S., Rosenzweig, C. y Pounds, J. (2003) Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421: 57–60.
- Sánchez, L. E. (2002). *Impactos sobre los ecosistemas. Notas de clases dictadas en el II curso internacional de aspectos geológicos de protección ambiental*. Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay, 322-331.

- Santos, T. y Tellería, J. L. (2006). *Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies*. Revista Ecosistemas, 15(2).
- Sarli, R., González, S. y Ayres, N. (2015). Actualizaciones Análisis FODA. Revista de La Facultad de Odontología, 9, 17–20. http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/7320/sarlirfo-912015.pdf
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025. Quito- Ecuador, https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/Plan-de-Creación-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado_compressed.pdf
- Segura, C. A. y Navarro, S. (2010). *Escenario y problemática de conservación de los murciélagos (Chiroptera) cavernícolas del Complejo Volcánico de Colima, Jalisco-Colima, México*. Therya, 1(3), 189-206. <https://doi.org/10.12933/therya-10-23>
- Sélem-Salas, C. I. (2020). Los murciélagos como “chivo expiatorio” de la pandemia COVID-19. *Bioagrobiencias*, 13(2).
- Serrano-Orbe, D. M. (2011). *Anoura geoffroyi y Anoura caudifer (Phyllostomidae: Glossophaginae) para localizar fuentes de alimento* (Tesis de Licenciatura, PUCE).
- Shahabi, S., Sharifi, M. & Akmal, V. (2019). Potential geographic distribution and habitat suitability of the Greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum* (Chiroptera: Rhinolophidae) in Iran. *Journal of Wildlife and Biodiversity*, 3(2), 40–51. <https://doi.org/10.22120/jwb.2019.35013>
- Shannon, C. y Weaver W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp.
- Sherwin, HA, Montgomery, WI y Lundy, MG (2012). The impact and implications of climate change for bats. *Mammal Review*, 43(3), 171–182. doi:10.1111/j.1365-2907.2012.00214.x
- Simpson, E. (1949). *Measurement of diversity*. Nature, 163(4148), 688.
- Siqueiros-Beltrones, D. A., Argumedo-Hernández, U., Murillo-Jiménez, J. M. y Marmolejo-Rodríguez, A. J. (2014). Diversidad de diatomeas bentónicas marinas en un ambiente ligeramente enriquecido con elementos

potencialmente tóxicos. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(4), 1065-1085. <https://doi.org/10.7550/rmb.43748>

Soberón, J. y Peterson, A. T. (2005). *Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas*. <http://hdl.handle.net/1808/20560>

Soberón, J., Osorio-Olvera, L. y Peterson, T. (2017). Diferencias conceptuales entre modelación de nichos y modelación de áreas de distribución. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(2), 437-441. DOI: 10.1016/j.rmb.2017.03.011

Sorensen, T. J. (1948). *A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons*. I kommission hos E. Munksgaard.

Stockwell, D. R. B. y Noble, I. R. (1991). Induction of sets of rules from animal distribution data: a robust and informative method of data analysis. *Mathematics and Computers in Simulation* 32: 249-254. [https://doi.org/10.1016/0378-4754\(92\)90126-2](https://doi.org/10.1016/0378-4754(92)90126-2)

Tejada-Romo, C. L. y Torres-Ortiz, K. J. (2019). *Importancia ecológica de los quirópteros frugívoros en la parroquia de La Merced de Buenos Aires y estrategias para su conservación* (Bachelor's thesis). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8872>

Téllez-Hernández, E., Domínguez-Vega, H., Gómez-Sánchez, D., Ávila-Nájera, D. M., y Gómez-Ortiz, Y. (2021). *Lo que de noche se hace de día aparece: murciélagos trabajando*. Universidad Intercultural del Estado de México. *Herreriana*, 2(2), 9-14.

Tessaro, G. y González, C. L. (2011). *Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna*. Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, AC.

Tirira, D. (1998). *Biología, sistemática y conservación de los mamíferos del Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Tirira, D. (2011). *Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador. 2ª edición*. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 8. Quito.

- Tirira, D. (2017). *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador*. Segunda Edición. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador, 11.
- Tirira, D. G., Brito J., Burneo S. F., Pinto, C. M., Salas, J. A., y Comisión de Diversidad de la Asociación Ecuatoriana de Mastozoología [AEM]. (2022). *Mamíferos del Ecuador: lista oficial actualizada de especies / Mammals of Ecuador: official updated species checklist*. Versión 2022.2. Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. <http://aem.mamiferosdeecuador.com> [actualización / updated: 2022-12-21].
- Townsend-Peterson, A., Anderson, R. P., Cobos, M. E., Cuahutle, M., Cuervo-Robayo, A. P., Escobar, L. E., Fernandez, M., Jiménez-García, D., Lira Noriega, A., Lobo, J. M., Machado Stredel, F., Martínez-Meyer, E., Nuñez Penichet, C., Nori J., Osorio Olvera, L., Rodríguez, M. T., Rojas Soto, O., Romero-Álvarez, D., Soberón, J., ... Yañez Arenas, C. (2019). Curso de Modelado de Nicho Ecológico, versión 1.0. <http://dx.doi.org/10.17161/bi.v14i0.8189>
- Valdivieso-Bermeo, K. E. (2018). *Evaluación ecológica rápida de la diversidad de quirópteros en la reserva geobotánica Pululahua - Ecuador*. Escuela de Biología aplicada. UIDE. Quito. 76p.g. <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2704>
- Vargas-Espinoza, A., Aguirre, L., Galarza, M. y Gareca, E. (2008). *Ensamble de murciélagos en sitios con diferente grado de perturbación en un bosque montano del Parque Nacional Carrasco, Bolivia*. Mastozoología neotropical, 15(2), 297-308. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-93832008000200016&lng=es&tylng=es.
- Vázquez, J., Ros, F., Alvarado, J., Madi, Y., Bios, A. C., y para el Ecosocialismo, D. D. V. (2015). Riqueza y distribución de los mamíferos del estado Lara, Venezuela. *Revista del Colegio de Médicos Veterinarios del Estado Lara*, 10(2), 56-65.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. 236 p.

- Villaseñor, J. L., López-Mata, L., Cruz-Cárdenas, G., Ortiz, E. y Cadena-Rodríguez, J. (2015). Modelación de la riqueza y distribución potencial del bosque húmedo de montaña. *Informe final SNIB-CONABIO, México DF.*
- Wickramasinghe, L. P., Harris, S., Jones, G. & Vaughan, N. (2003). Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification. *Journal of Applied ecology*, 40(6), 984-993. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2003.00856.x>
- Worldclim (2020). *Bioclimatic variables.* Worldclim.org. <http://www.worldclim.org/data/bioclim.html>.
- Zarco-Espinosa, V. M., Valdez-Hernández, J. L., Ángeles-Pérez, G. y Castillo-Acosta, O. (2010). *Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco.* Universidad y ciencia, 26(1), 1-17.
- Zuñiga-Vega, C. (2009). *Mamíferos en peligro, murciélagos: guardianes de los bosques.* Editorial Tecnológica de Costa Rica.

ANEXOS

Anexo 1. Especies capturadas



Myotis oxyotus

VESPERTILIONIDAE



Myotis nigricans

VESPERTILIONIDAE



Anoura peruana

PHYLLOSTOMIDAE



Anoura peruana

PHYLLOSTOMIDAE



Phyllostomus discolor

PHYLLOSTOMIDAE



Phyllostomus discolor

PHYLLOSTOMIDAE



Lionycteris sp.

PHYLLOSTOMIDAE



Lionycteris sp.

PHYLLOSTOMIDAE



Desmodus rotundus

PHYLLOSTOMIDAE



Tadarida brasiliensis

MOLOSSIDAE

Anexo 2. Encuesta

ENCUESTA DIRIGIDA A LA POBLACIÓN DE IMBAYA PARA LA PLANIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE MURCIÉLAGOS EN LA PARROQUIA

Saludos cordiales, soy estudiante de la Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Universidad Técnica del Norte. Estoy realizando una investigación para proponer estrategias de conservación de murciélagos en base a la problemática que se presenta en cada sector de la parroquia Imbaya. De manera que usted, a través de sus conocimientos, experiencias u otras vivencias que conozca en relación con los murciélagos, me brindaría la información necesaria para proporcionar soluciones eficientes a problemas actuales y reales que pueden existir en la parroquia.

Le agradezco que me otorgue unos minutos de su tiempo para responder estas preguntas.

Instrucciones:

Marque con una “X” en la casilla para responder a la pregunta. En caso de señalar la casilla “Otros”, anote las nuevas opciones según su conocimiento y en el caso de afirmar a la pregunta señalando la casilla “Sí” explique cuáles son las razones que justifiquen la respuesta.

ENCUESTA

Señale el sector en el que usted vive

- Sector La Graciela
 Sector Santiago de Monjas
-

Señale el rango que corresponda a su edad

- 15 – 25
 26 – 36
 37 – 47
 48 – 58
 59 en adelante
-

Género

- Masculino
 Femenino
-

1. ¿Sabe usted lo que es un murciélago?

- Sí
 No
-

2. ¿Cómo considera usted a los murciélagos?

- Animales peligrosos
 Transmisores de enfermedades
 Vampiros
 Plagas
 Animales beneficiosos
 Otros:
-

3. ¿En qué lugares ha visto murciélagos?

- En su hogar
 Cuevas
 Árboles
 Zonas de cultivos
 Zonas ganaderas
 Otros:
-

5. En caso de haber tenido problemas con murciélagos, señale la o las opciones que correspondan

- Entran a su casa
 Le han atacado a usted o a algún miembro de su familia
 Le han provocado mordeduras o rasguños
 Han sido causantes de alguna enfermedad
 Han causado daños a sus animales domésticos
 Han causado daños a su ganado

- Han provocado daños en sus cultivos
 - No ha tenido ningún problema
 - Otros:
-

5. ¿Ha escuchado alguna queja de los pobladores por problemas con los murciélagos?

- Sí
- No

¿Cuál? Explique:

6. ¿Ha tomado alguna acción para detener los problemas causados por los murciélagos?

- Sí
- No

¿Cuál? Explique:

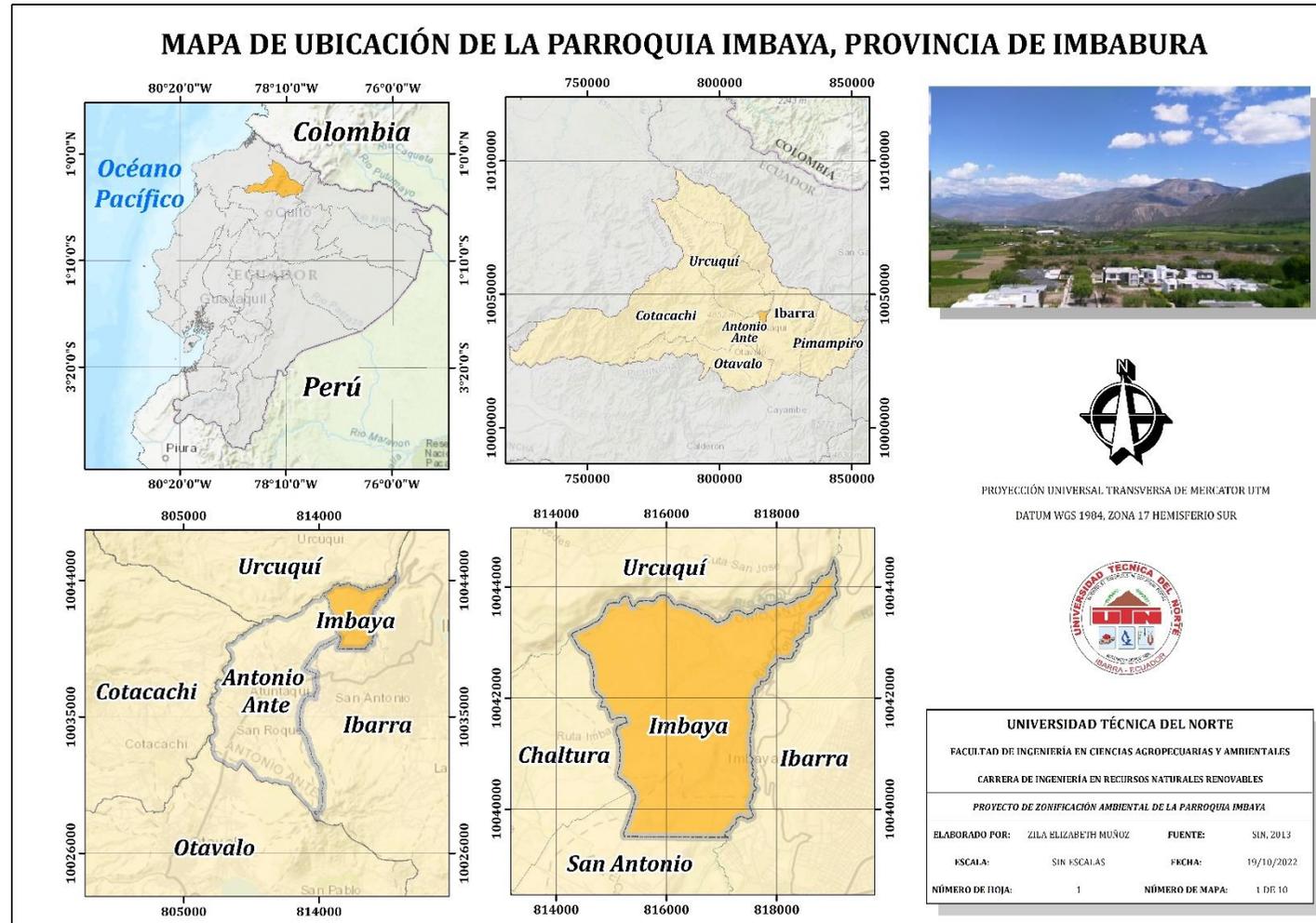
7. ¿Qué cree que se debería hacer con los murciélagos?

- Matarlos
 - Destruir sus hogares
 - Dejarlos libres
 - Otros:
-

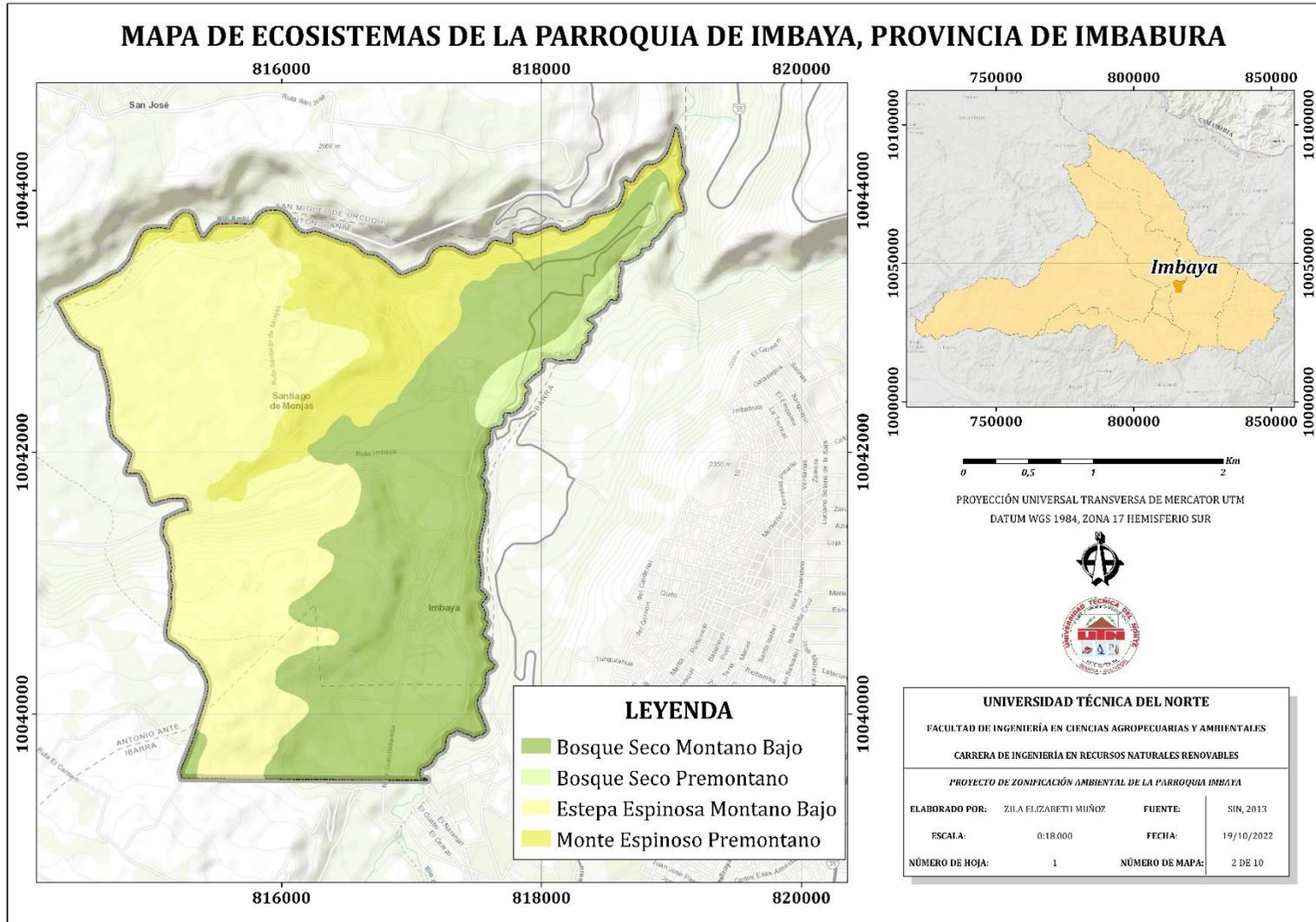
¡Muchas gracias por su colaboración!

Anexo 3. Cartografía

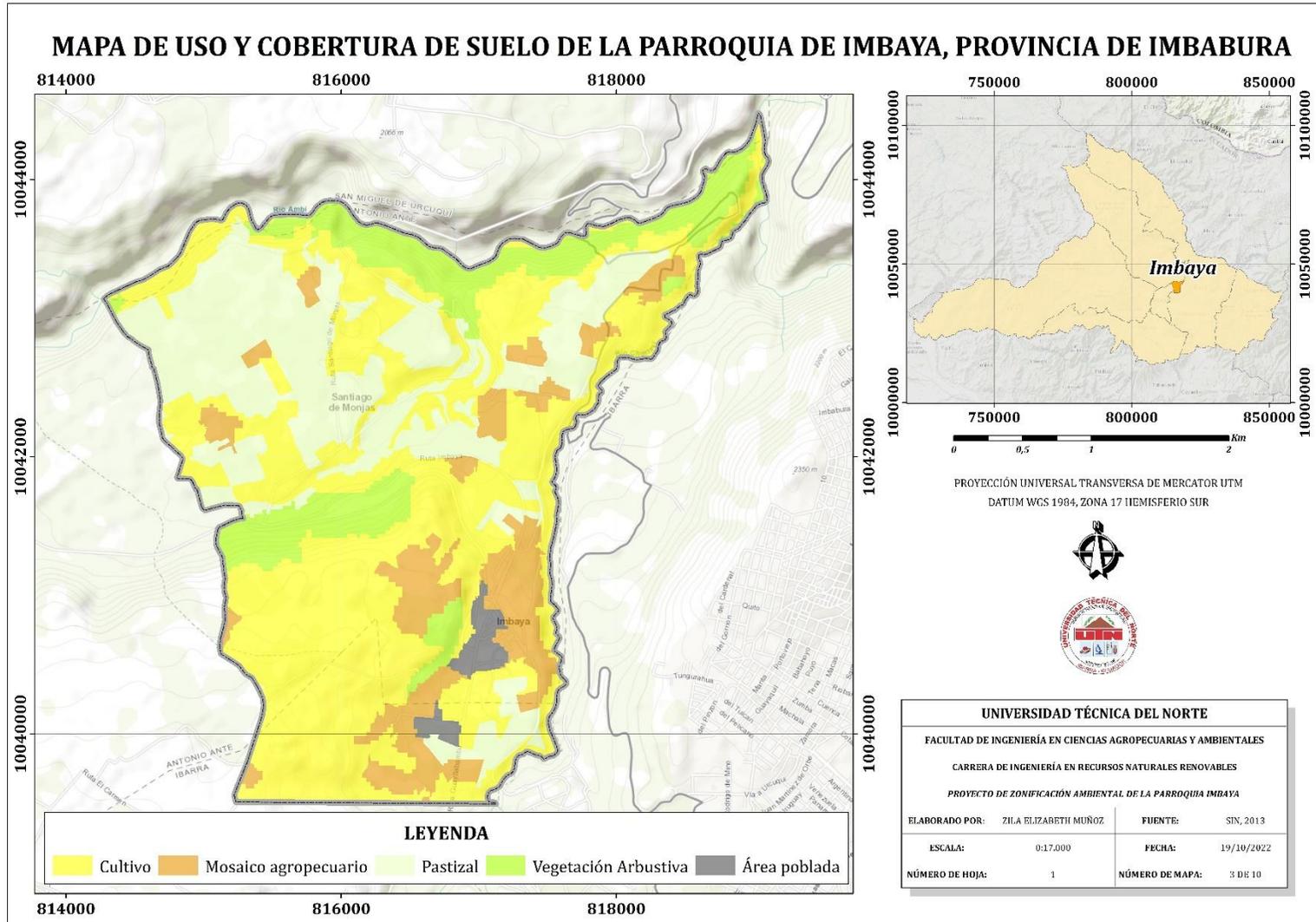
1. Mapa de ubicación de la parroquia Imbaya, provincia de Imbabura



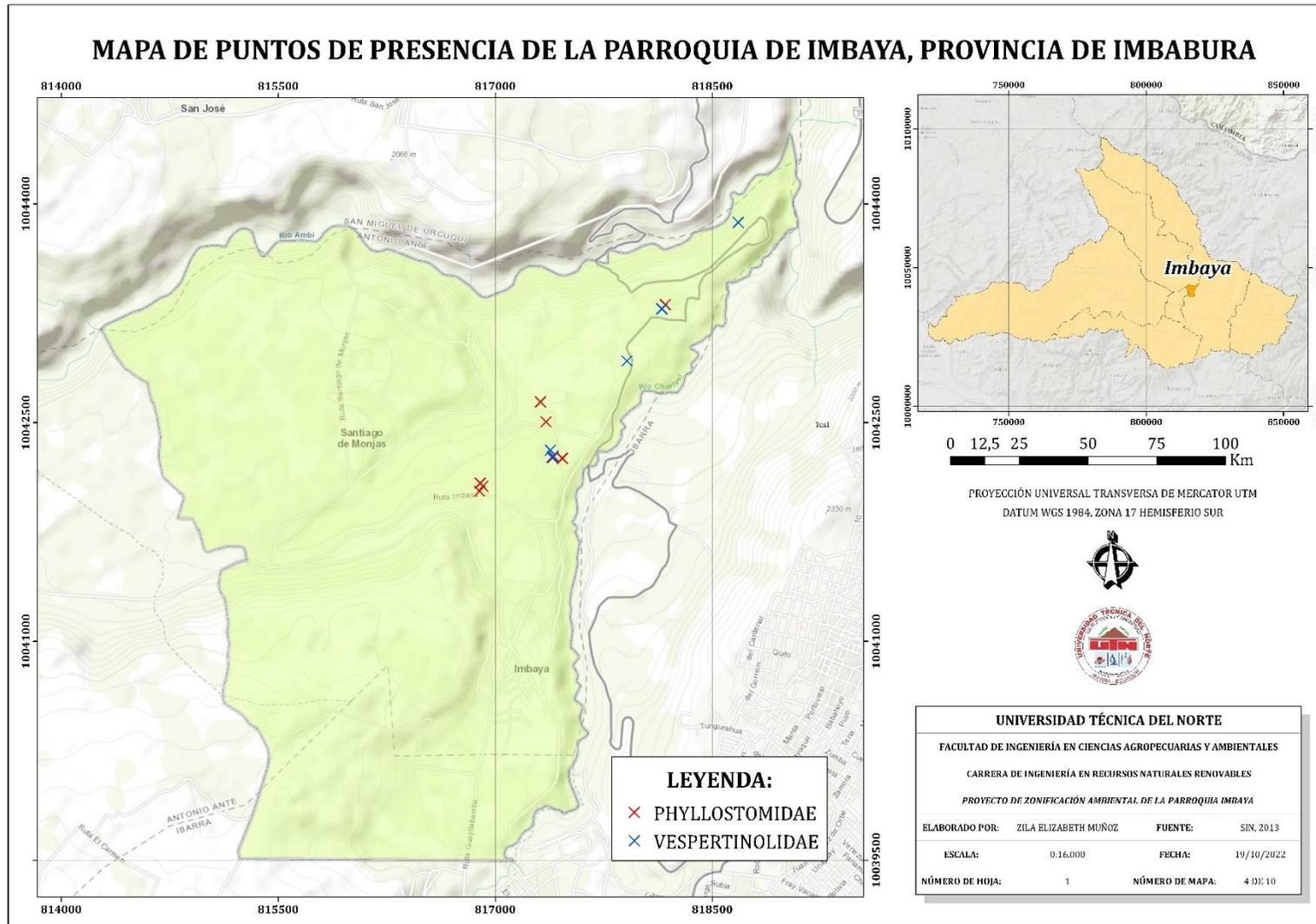
2. Mapa de ecosistemas de la parroquia Imbaya, provincia de Imbabura



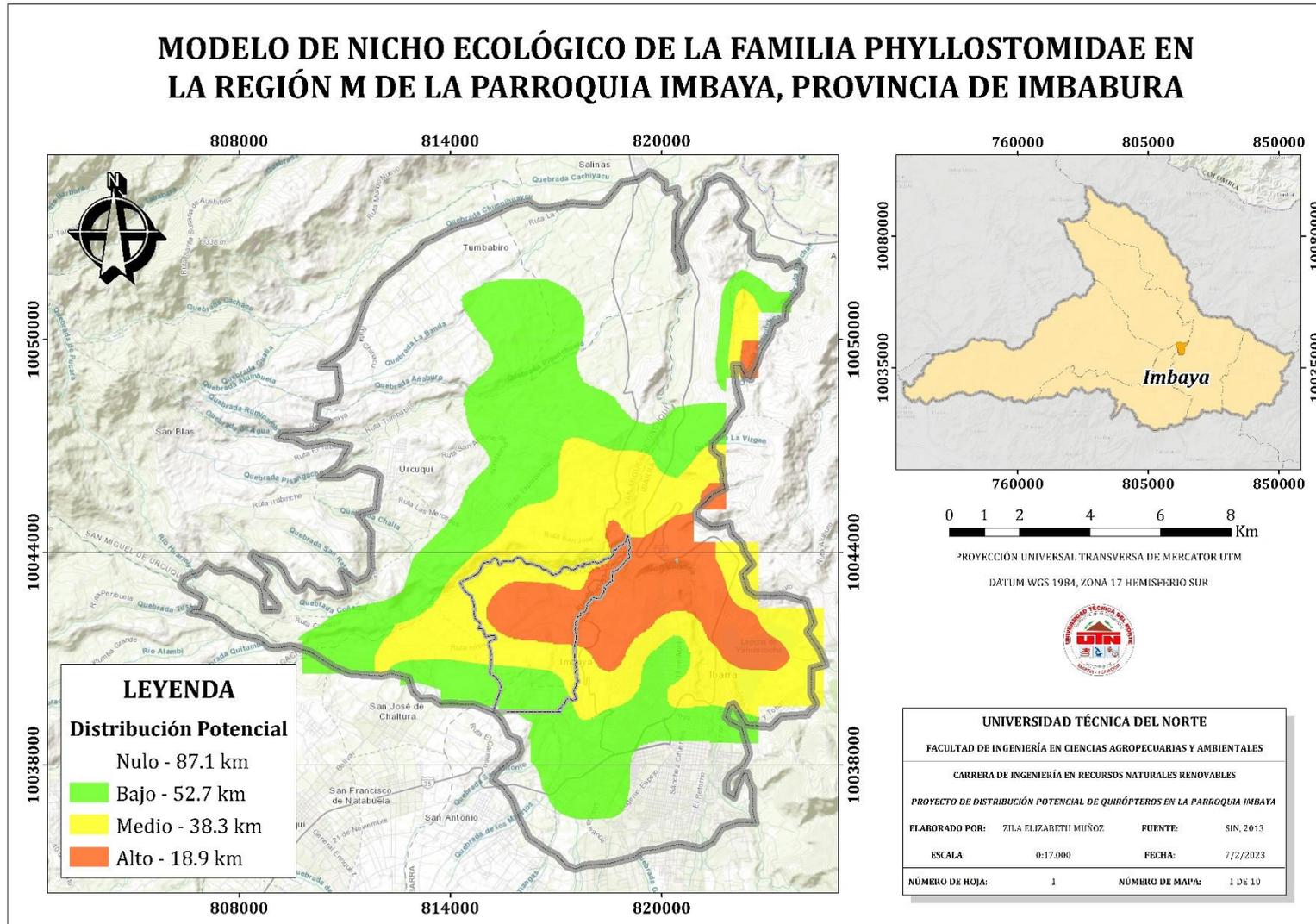
3. Mapa de uso y cobertura de suelo de la parroquia Imbaya, provincia de Imbabura



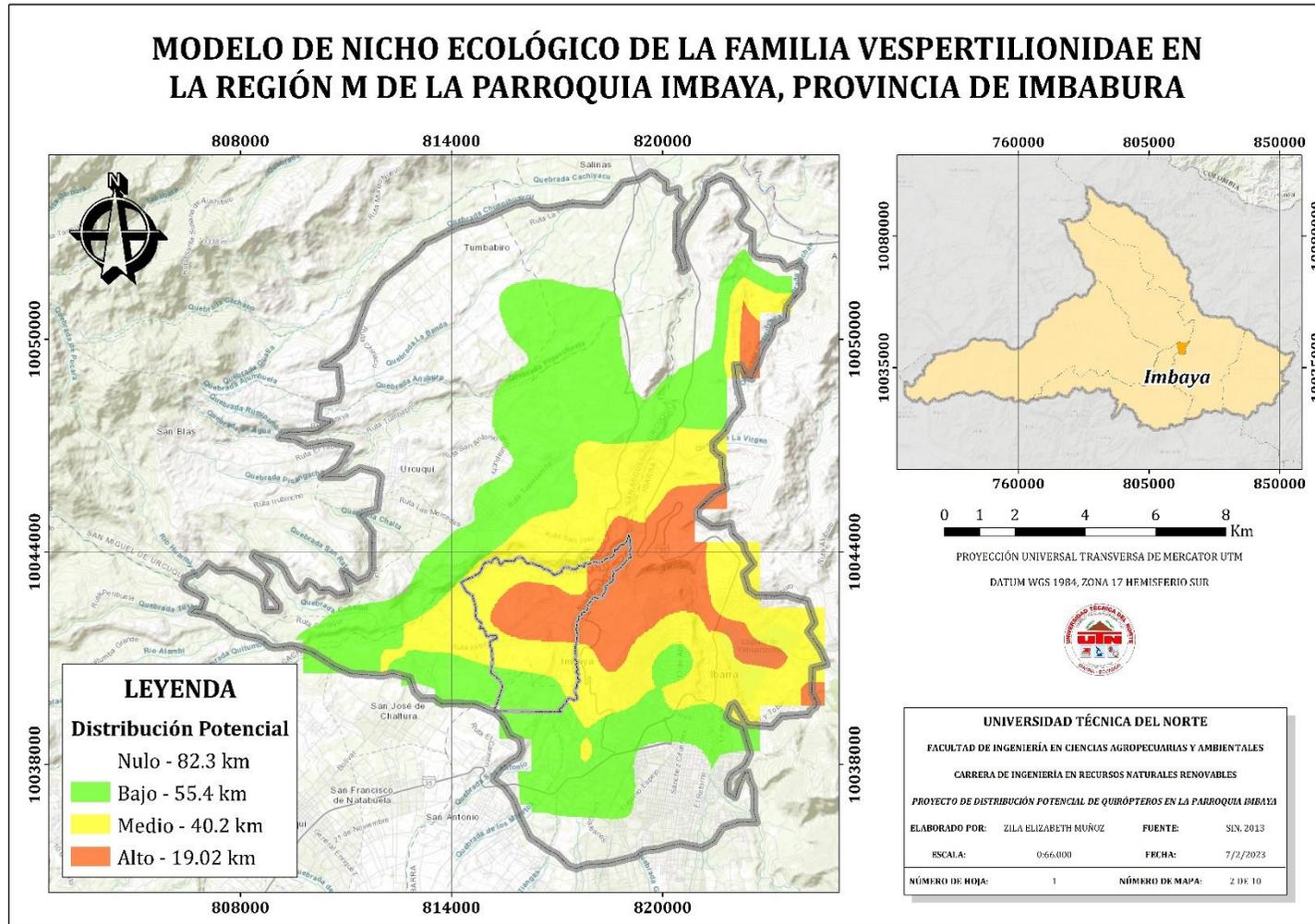
4. Mapa de puntos de presencia de la parroquia Imbaya, provincia de Imbabura



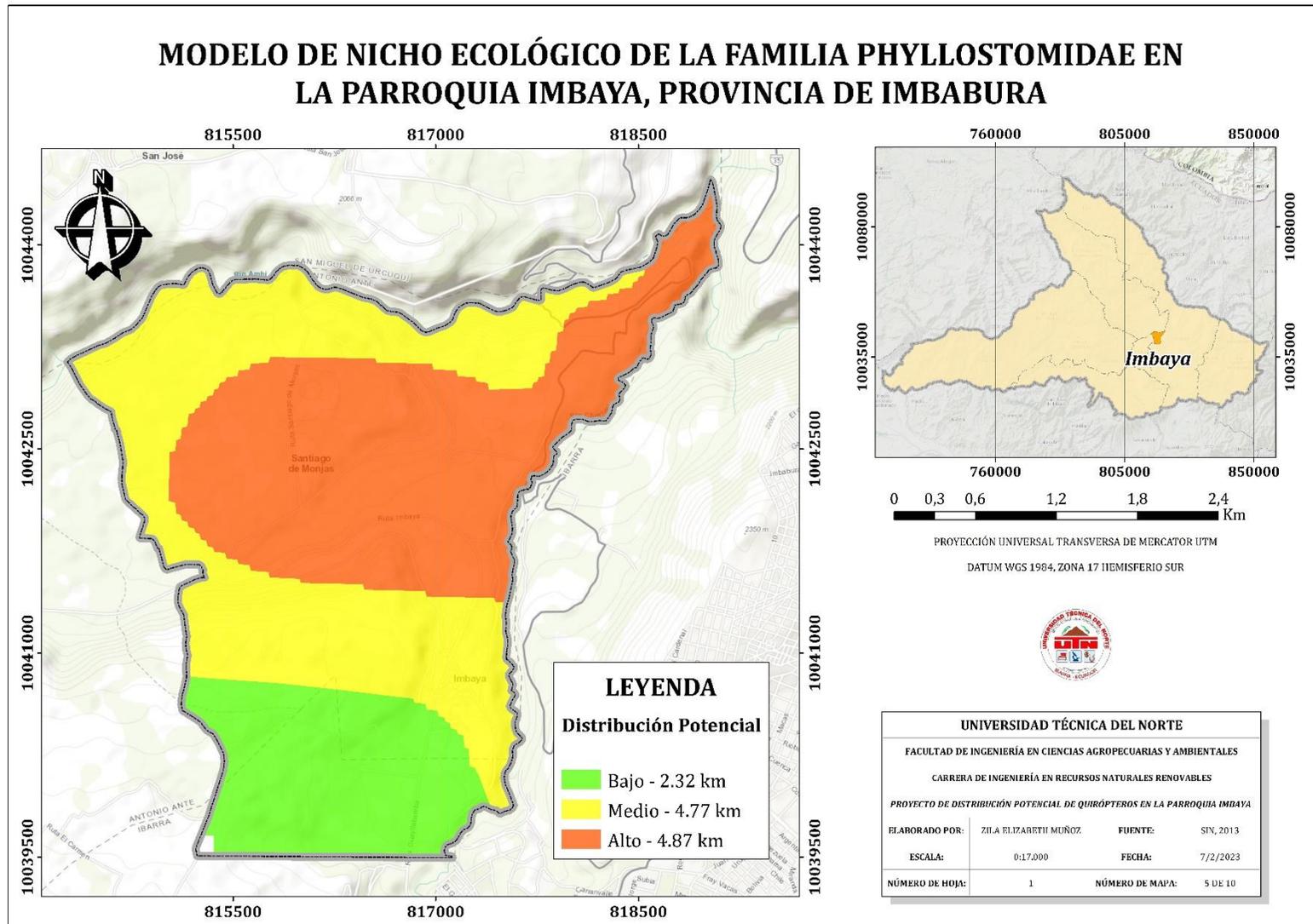
5. Modelo nicho ecológico de la familia Phyllostomidae en la región M



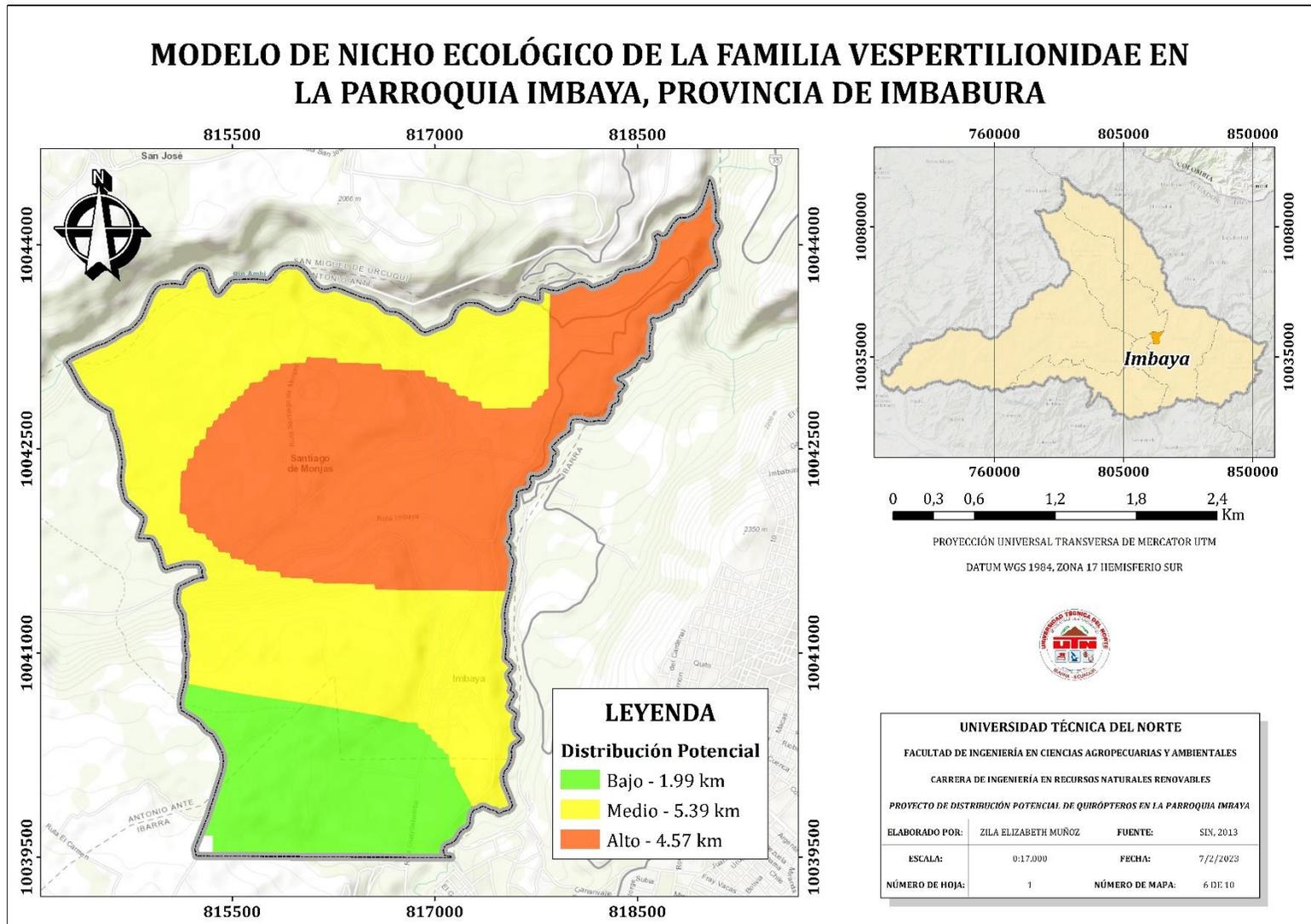
6. Modelo nicho ecológico de la familia Vespertilionidae en la región M



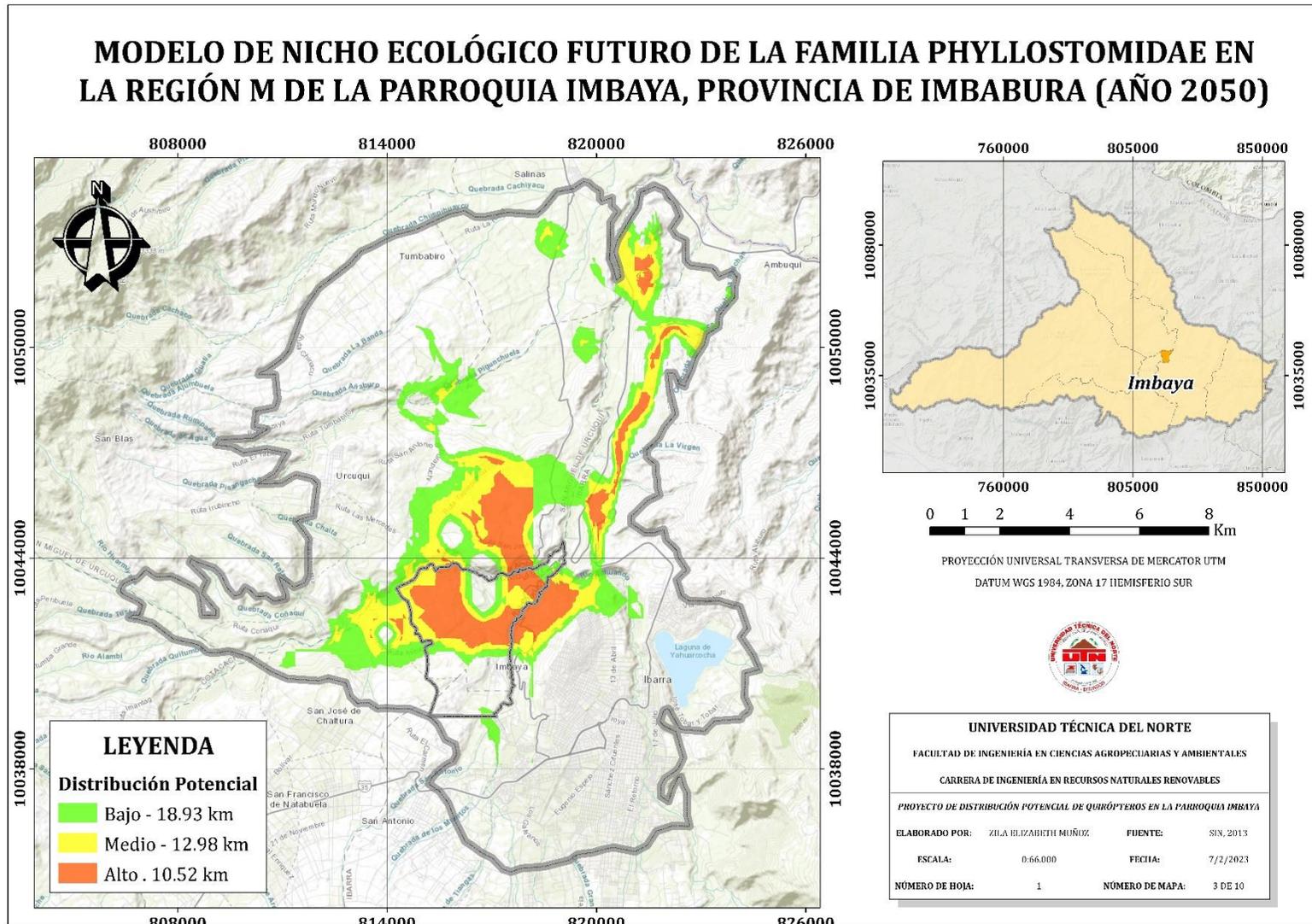
7. Modelo nicho ecológico de la familia Phyllostomidae en la parroquia Imbaya, provincia de Imbabura



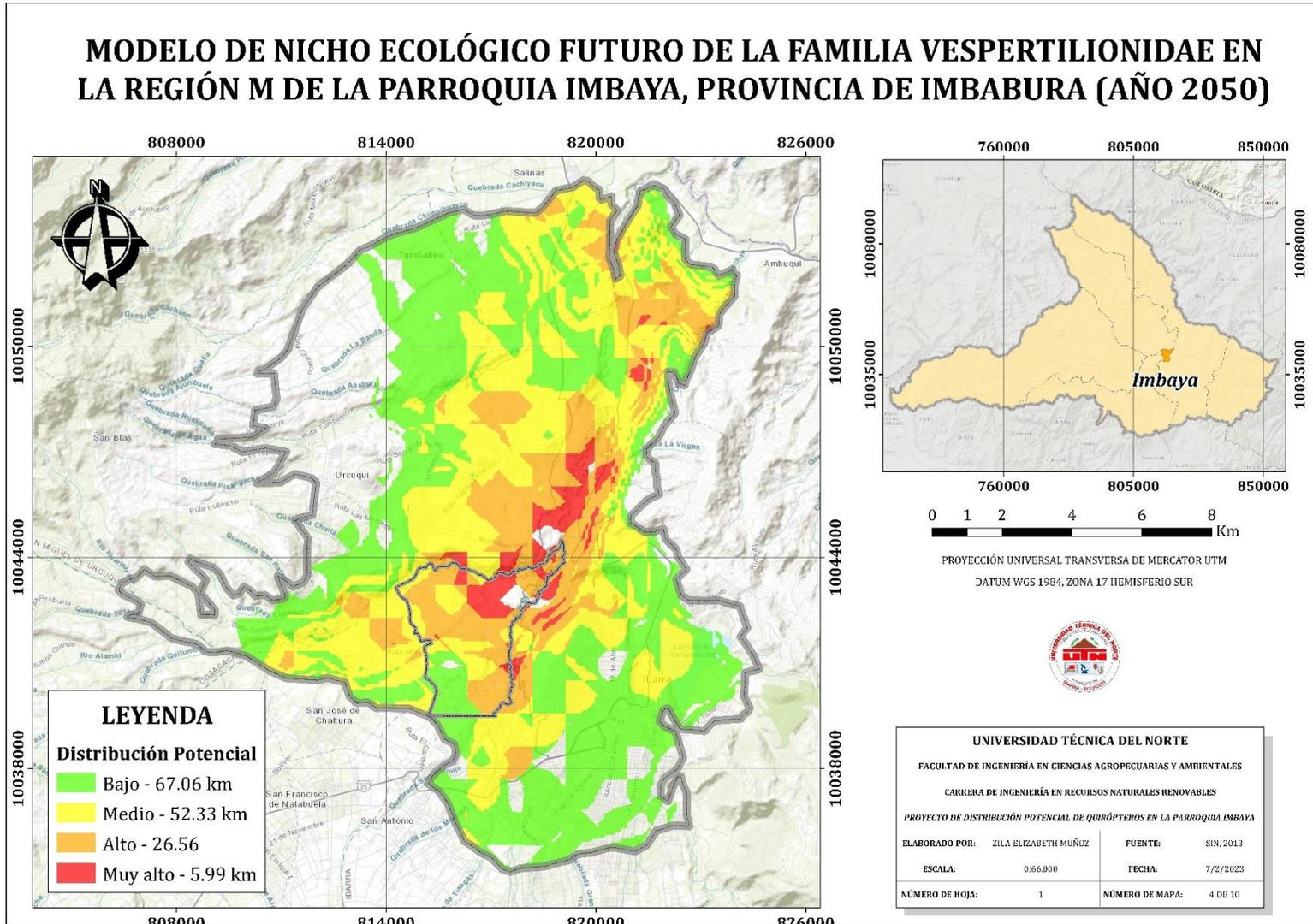
8. Modelo nicho ecológico de la familia Vespertilionidae en la parroquia Imbaya, provincia de Imbabura



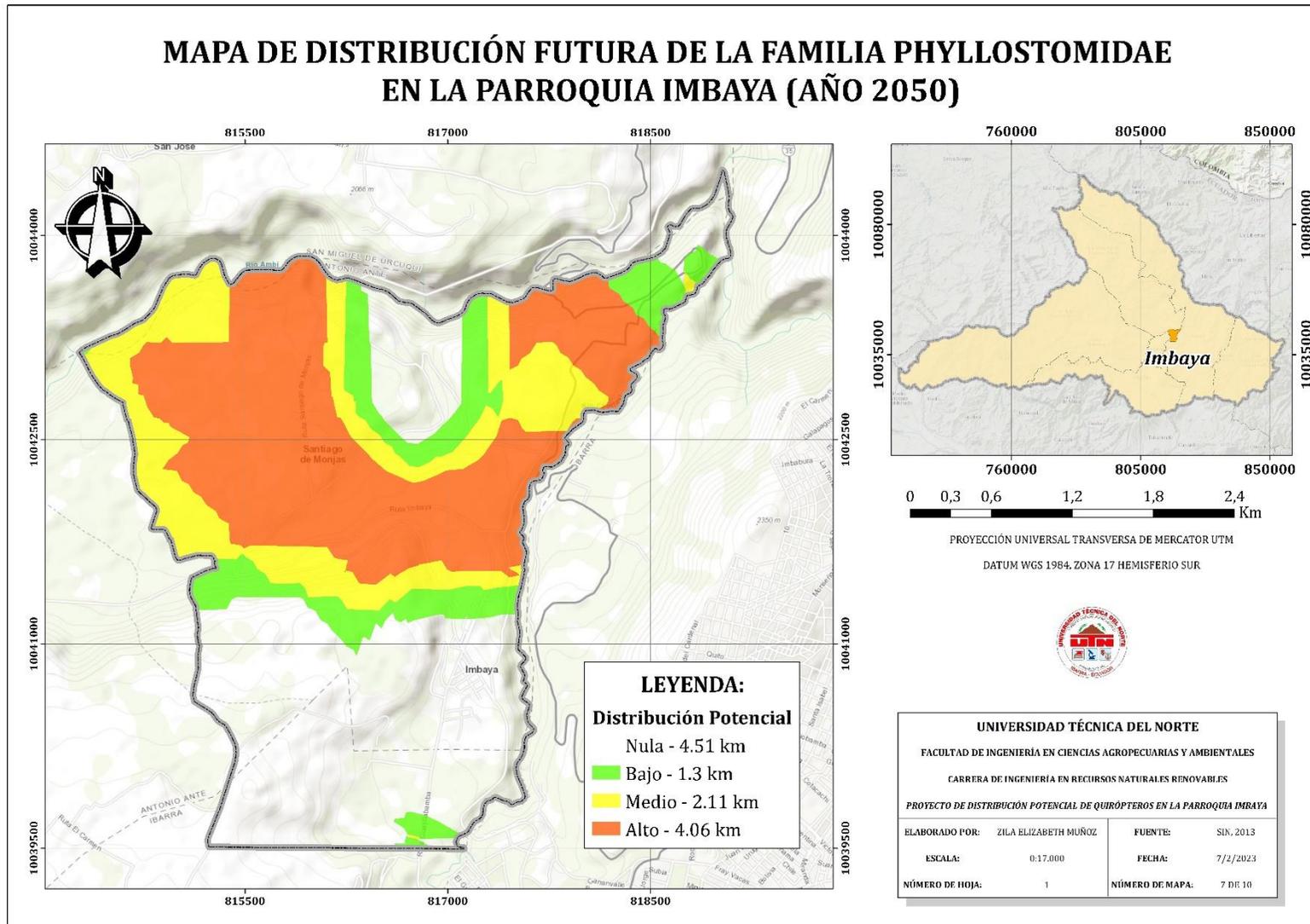
9. Modelo futuro (año 2050) de la familia Phyllostomidae en la región M



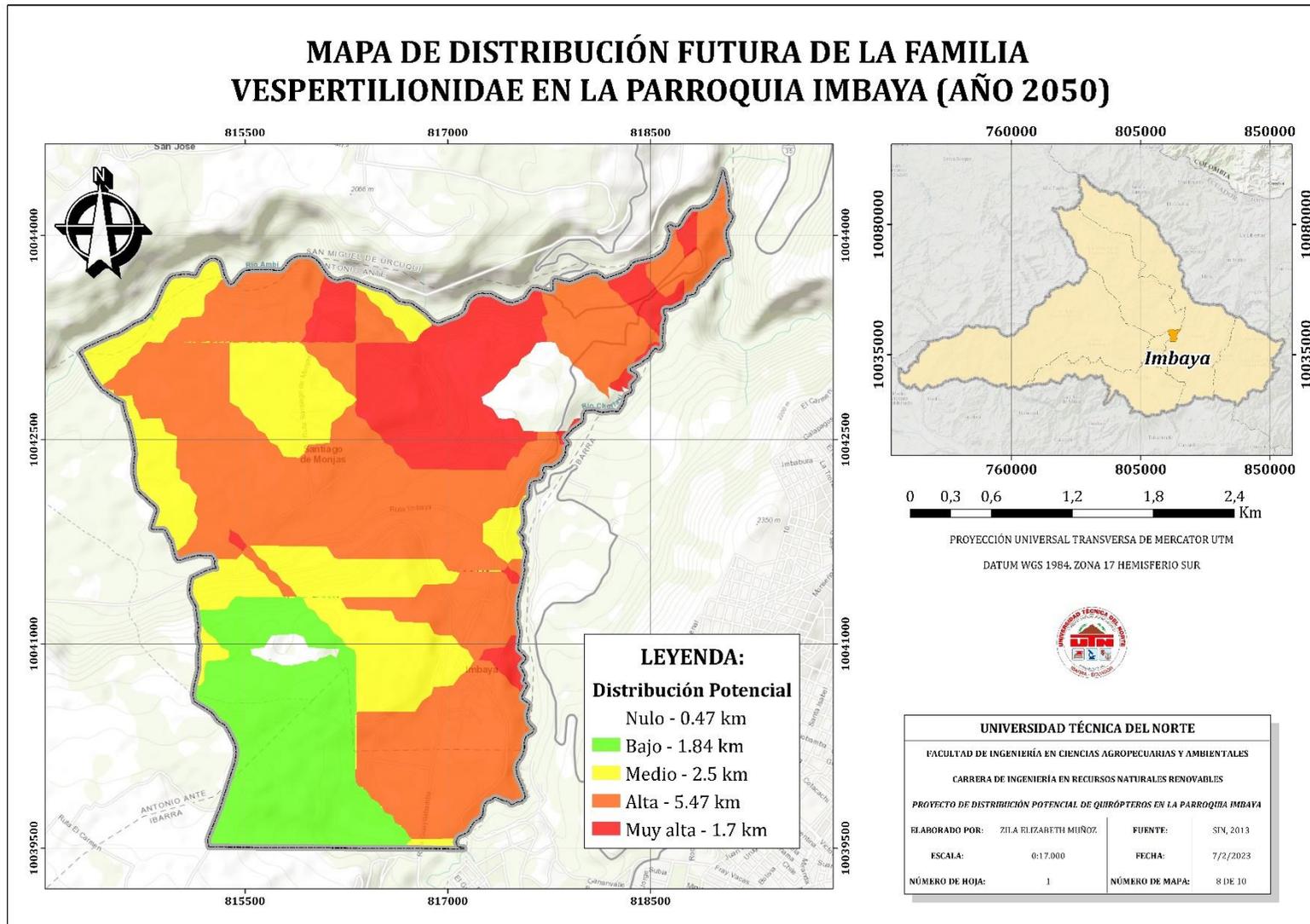
10. Modelo futuro (año 2050) de la familia Vespertilionidae en la región M



11. Modelo futuro (año 2050) de la familia Phyllostomidae en la parroquia Imbaya, provincia de Imbabura



12. Modelo futuro (año 2050) de la familia Vespertilionidae en la parroquia Imbaya, provincia de Imbabura



Anexo 4. Puntos de presencia

FAMILIA	X	Y	FAMILIA	X	Y
PHYLLOSTOMIDAE	817392	10042264	VESPERTILIONIDAE	817382	10042311
PHYLLOSTOMIDAE	817400	10042261	VESPERTILIONIDAE	817401	10042273
PHYLLOSTOMIDAE	817350	10042506	VESPERTILIONIDAE	817392	10042264
PHYLLOSTOMIDAE	817313	10042642	VESPERTILIONIDAE	817910	10042923
PHYLLOSTOMIDAE	816892	10042031	VESPERTILIONIDAE	818152	10043279
PHYLLOSTOMIDAE	816916	10042064	VESPERTILIONIDAE	818152	10043279
PHYLLOSTOMIDAE	816897	10042085	VESPERTILIONIDAE	818151	10043282
PHYLLOSTOMIDAE	817465	10042254	VESPERTILIONIDAE	818151	10043282
PHYLLOSTOMIDAE	817465	10042254	VESPERTILIONIDAE	817382	10042311
PHYLLOSTOMIDAE	818175	10043310	VESPERTILIONIDAE	817382	10042311
PHYLLOSTOMIDAE	818679	10043873	VESPERTILIONIDAE	817382	10042311
PHYLLOSTOMIDAE	818679	10043873	VESPERTILIONIDAE	817382	10042311
PHYLLOSTOMIDAE	817464	10042257	VESPERTILIONIDAE	817382	10042311
PHYLLOSTOMIDAE	817464	10042257	VESPERTILIONIDAE	817382	10042311
PHYLLOSTOMIDAE	817464	10042257	VESPERTILIONIDAE	818679	10043873
PHYLLOSTOMIDAE	817464	10042257	VESPERTILIONIDAE	816055	10042228
PHYLLOSTOMIDAE	817464	10042257	VESPERTILIONIDAE	816869	10040119
PHYLLOSTOMIDAE	817464	10042257	VESPERTILIONIDAE	816869	10040099
PHYLLOSTOMIDAE	817464	10042257	VESPERTILIONIDAE	815888	10043037
PHYLLOSTOMIDAE	817464	10042257	VESPERTILIONIDAE	818005	10042889
PHYLLOSTOMIDAE	816178	10042011			
PHYLLOSTOMIDAE	815966	10042232			
PHYLLOSTOMIDAE	816713	10039426			
PHYLLOSTOMIDAE	817960	10042960			
PHYLLOSTOMIDAE	816033	10042293			
PHYLLOSTOMIDAE	815732	10043144			
PHYLLOSTOMIDAE	815854	10043029			
PHYLLOSTOMIDAE	816055	10043420			
PHYLLOSTOMIDAE	815231	10041652			
PHYLLOSTOMIDAE	815108	10042550			
PHYLLOSTOMIDAE	815776	10043084			

Anexo 5. Certificado de validación de especies



UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO



CERTIFICADO DE VALIDACIÓN

Quito, 10 febrero 2023

A petición verbal de la interesada **Zila Elizabeth Muñoz Sánchez** con C.C. # 0401911557, estudiante de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Universidad Técnica del Norte, quien solicitó al suscrito apoyo en su investigación de campo para el trabajo de titulación "Diversidad y distribución ecológica de quirópteros en un escenario presente y futuro dentro de la parroquia Imbaya, Provincia de Imbabura". En calidad de Biólogo especialista en zoología e Investigador de quirópteros; emito el presente certificado de Validación de Identificación de Especies de Quirópteros, utilizado.

Cabe señalar que la identificación taxonómica y verificación de las especies, se realizó con base al material fotográfico y datos morfométricos remitidos por la estudiante. De los cuales se deja constancia en la siguiente tabla:

Familia	Género	Especie
Vespertilionidae	<i>Myotis</i>	<i>oxyotus</i>
Vespertilionidae	<i>Myotis</i>	<i>nigricans</i>
Phyllostomidae	<i>Anoura</i>	<i>Peruana</i>
Phyllostomidae	<i>Desmodus</i>	<i>Rotundus</i>
Phyllostomidae	<i>Phyllostomus</i>	<i>Discolor</i>
Phyllostomidae	<i>Lionycteris</i>	<i>sp</i>
Mollosidae	<i>Tadarida</i>	<i>brasiliensis</i>

Atentamente,

Jaime Guerra Dr.
Profesor Tiempo Completo
Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, COCIBA
Universidad San Francisco de Quito
T: (+593) 2 297-1700 ext.1365
Correo: jguerra@usfq.edu.ec
Diego de Robles y Vía Interoceánica, Quito, Ecuador <http://www.usfq.edu.ec>