UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

"MONITOREO PARTICIPATIVO DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS TERRESTRES COMO BIOINDICADORES DE CONSERVACIÓN DE LA PARROQUIA SAN LUCAS DEL CANTÓN LOJA"

Tesis de grado previo a la obtención del título de **INGENIERA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

AUTORA:

Cecilia Marisol Fajardo Aguirre

DIRECTORA:

Dra. Marina Mazón, Ph.D.

LOJA–ECUADOR

2019

CERTIFICACIÓN

En calidad de Directora de la tesis titulada "**MONITOREO PARTICIPATIVO DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS TERRESTRES COMO BIOINDICADORES DE CONSERVACIÓN DE LA PARROQUIA SAN LUCAS DEL CANTÓN LOJA**", de autoría de la señorita **Cecilia Marisol Fajardo Aguirre**, egresada de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, certifico que se ha realizado dentro del cronograma aprobado, por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, 21 de agosto de 2019.

Atentamente,

Marina Mazón, Ph.D.

DIRECTORA DE TESIS

CERTIFICACIÓN

En calidad de Tribunal Calificador de la tesis titulada, "**MONITOREO PARTICIPATIVO DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS TERRESTRES COMO BIOINDICADORES DE CONSERVACIÓN DE LA PARROQUIA SAN LUCAS DEL CANTÓN LOJA**", de autoría de la señorita. **Cecilia Marisol Fajardo Aguirre,** egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, certificamos que la misma ha sido revisada e incorporada todas las sugerencias y observaciones realizadas por los miembros del tribunal, y una vez revisada se ha procedido a la respectiva calificación.

Por lo tanto, autorizamos a la señorita egresada, la publicación de la versión final de la tesis y entrega oficial para su sustentación pública y difusión.

Loja, 21 de agosto de 2019

Atentamente,

Mg.Sc. Katiusca Janet Valarezo Aguilar .....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ph.D. Aura del Carmen Paucar Cabrera .....
VOCAL DEL TRIBUNAL

Mg.Sc. Xavier Alejandro Rojas Ruilova .....
VOCAL DEL TRIBUNAL

AUTORÍA

Yo, Cecilia Marisol Fajardo Aguirre declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

Autor: Cecilia Marisol Fajardo Aguirre

Firma: _____

Cédula: 1105667354

Fecha: 21 de agosto de 2019

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, Cecilia Marisol Fajardo Aguirre, declaro ser autora de la tesis titulada "**MONITOREO PARTICIPATIVO DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS TERRESTRES COMO BIOINDICADORES DE CONSERVACIÓN DE LA PARROQUIA SAN LUCAS DEL CANTÓN LOJA"** como requisito para optar al grado de: INGENIERA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte y uno días del mes de agosto del dos mil diecinueve, firma la autora.

Firma: .....

Autora: Cecilia Marisol Fajardo Aguirre

Número de cédula: 1105667354

Dirección: Loja, Ciudadela las Cascarillas **Correo:** cecifajardo81@gmail.com

Celular: 0969754990

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Dra. Marina Mazón, Ph.D.

Tribunal de Grado: Eco. Katiusca Janet Valarezo Aguilar, Mg.Sc.,
Dra. Aura del Carmen Paucar, Ph.D.,
Biól. Xavier Alejando Rojas Ruilova, Mg.Sc.,

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser el dueño de mi vida, por darme fuerzas para continuar a pesar de cada uno de los obstáculos que se presentaron para alcanzar este triunfo, a mis padres que con su esfuerzo y sus palabras sabias a lo largo de mi vida me impulsaron a seguir adelante, a mi amado esposo e hijo por ser mi apoyo incondicional, quienes con su cariño y esfuerzo me han ayudado a no desmayar hacia mi objetivo.

De manera especial agradezco a mi directora de tesis Dra. Marina Mazón por su paciencia y su tiempo para asesorarme y responder dudas presentadas en la elaboración de la tesis. Al Biól. Jorge Brito y Janny Curay por el apoyo en la identificación de las especies. Al Biól. Andrés Verdezoto, integrante de la Corporación Técnica Alemana (GIZ), por su apoyo logístico. A los miembros del Tribunal Calificador de la Tesis: Ecol. Katiusca Valarezo Aguilar, Dra. Aura Paucar y al Biól, Xavier Rojas, por sus valiosos comentarios y sugerencias en la culminación del presente trabajo de la investigación.

Agradezco a toda la planta docente y Administrativa de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente de la Universidad Nacional de Loja. por las enseñanzas y consejos brindados que marcaron cada etapa de mi camino universitario.

Finalmente agradezco a mis amigos Lino Narváez, Evelyn Jiménez, Katherine Ortiz y Andreina Ordoñez por sus palabras de aliento y su apoyo cuando más lo necesitaba.

La Autora

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi padre celestial, por darme la oportunidad de vivir y estar conmigo en cada paso que doy, por nunca dejarme caer, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme puesto personas extraordinarias que han sido pilar fundamental y compañía durante todo el periodo de mi formación académica. A mis padres quienes siempre anhelaron lo mejor para mi vida, a mi esposo e hijo por su amor incondicional y cada persona que me apoyado a lo largo de mi carrera.

La Autora.

ÍNDICE GENERAL

Contenido **Pág.**

ÍNDICE DE TABLAS.....XI

ÍNDICE DE FIGURAS.....XII

ÍNDICE DE ANEXOS.....XIII

RESUMEN.....XV

ABSTRACT.....XVI

1. INTRODUCCIÓN.....1

Objetivo general.....3

Objetivo específico.....3

2. REVISIÓN DE LITERATURA.....4

2.1. Restauración ecológica.....4

2.2. Bioindicadores ambientales.....4

2.3. Métodos de evaluación de la biodiversidad.....5

2.3.1. Índices de diversidad.....5

2.4. Los mamíferos.....7

2.4.1. Concepto.....7

2.4.2. Características Generales.....8

2.5. Mamíferos del Ecuador.....10

2.5.1. Factores que influyen en la Diversidad del Ecuador.....10

2.5.2. Riqueza de Especies.....11

2.5.3. Diversidad de mamíferos por grupos taxonómicos.....11

2.5.4. Diversidad por Regiones.....11

2.5.5. Endemismo.....12

2.6. Observación de pequeños mamíferos en el campo.....12

2.6.1. Patrón de actividades.....12

2.6.2. Locomoción y uso de hábitat.....12

2.6.3. Alimentación.....13

2.7. Pequeños mamíferos como bioindicadores de estados de conservación.....13

2.8. Métodos de captura de pequeños mamíferos 14

2.9. Antecedentes en el estudio de micromamíferos en relación al estado de conservación del ecosistema 15

2.10. Participación de la población en el monitoreo de pequeños mamíferos silvestres ...16

3. MATERIALES Y MÉTODOS 17

3.1. Descripción del área de estudio.....17

3.1.1. Zona degradada 19

3.1.2. Zona en proceso de restauración pasiva 19

3.1.3. Zona conservada.....19

3.2. Metodología para el primer objetivo "Identificar, dentro del grupo de los pequeños mamíferos terrestres, indicadores de niveles de conservación que puedan ser reconocibles y medibles por finqueros de la parroquia San Lucas" 20

3.2.1. Ubicación de los puntos de muestreo.....20

3.2.2. Identificación de los ejemplares capturados.....23

3.2.3. Recolección de las especies de micromamíferos 23

3.2.4. Esfuerzo de captura 25

3.2.5. Categorías en las que se encuentran las especies registradas en la comunidad Akakana-Mollón, de la parroquia San Lucas.....25

3.2.6. Identificación de especies de pequeños mamíferos como bioindicadores de niveles de conservación.....25

3.2.7. Análisis de datos.....26

3.3. Metodología para el segundo objetivo "Evaluar la factibilidad de toma de datos con rigor científico por parte de los finqueros de la parroquia San Lucas" 27

3.4. Metodología para el tercer objetivo "Realizar una propuesta de monitoreo participativo del avance del proceso de restauración mediante el uso de indicadores seleccionados y evaluados por los finqueros de la parroquia San Lucas".....28

4. RESULTADOS 28

4.1. Identificación de los pequeños mamíferos terrestres, indicadores de niveles de conservación que puedan ser reconocibles y medibles por finqueros de la parroquia San Lucas ……..28

4.1.1. Abundancia 29
4.1.2. Riqueza 31
4.1.3. Diversidad 31
4.1.4. Esfuerzo máximo de trampas y horas de trampeo en cada zona de estudio 32
4.1.5. Categoría de amenaza en las que se encuentran las especies registradas en la comunidad Akakana-Mollón 33
4.1.6. Especies indicadoras de niveles de conservación 33
4.2. Evaluación de la factibilidad de la toma de datos con rigor científico por parte de los finqueros de la parroquia San Lucas 34
4.3. Propuesta de monitoreo participativo del avance del proceso de restauración mediante el uso de indicadores seleccionados y evaluados por los finqueros de la parroquia San Lucas 35
4.3.1. Introducción 35
4.3.2. Conformación del equipo de trabajo 36
4.3.3. Metodología del monitoreo de pequeños mamíferos para evaluación del proceso de restauración en la comunidad Akakana-Mollón 37
4.3.4. Descripción de las especies de pequeños mamíferos indicadoras de cada estado de conservación 38

5. DISCUSIÓN 41

6. CONCLUSIONES 46

7. RECOMENDACIONES 47

8. BIBLIOGRAFÍA 48

9. ANEXOS 55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de cada trampa Sherman colocada en las tres zonas de muestreo de la comunidad Akakana-Mollón. 20

Tabla 2. Coordenadas y altitud de cada trampa Pitfall colocada en las tres zonas de muestreo de la comunidad Akakana-Mollón. 21

Tabla 3. Especie de pequeños mamíferos registrados en la comunidad Akakana-Mollón en las tres zonas de estudio. 29

Tabla 4. Número de individuos por especies y abundancia relativa de pequeños mamíferos presentes en los tres niveles de conservación de la comunidad Akakana Mollón. 30

Tabla 5. Abundancia y diversidad de micromamíferos para las tres zonas de estudio de la comunidad Akakana-Mollón. Se marcan en negrita los valores más altos de cada índice. 32

Tabla 6. Esfuerzo de muestreo y horas de trampeo en cada zona de estudio de la comunidad Akakana-Mollón. 32

Tabla 7. Categoría de amenaza de las especies de pequeños mamíferos registradas en la comunidad Akakana-Mollón, Parroquia San Lucas. 33

Tabla 8. Evaluación de las especies de micromamíferos como indicadores para las tres zonas de estudio, según la calificación de criterios de Noss (1990) y la metodología modificada de Villarreal et al. (2004). 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.....18

Figura 2. Preparación del cebo, mezcla de vainilla con avena 30

Figura 3. Cebo de atún con avena empleado en la captura de los pequeños 30

Figura 4. Trampa Sherman con el cebo activo 31
.
Figura 5. Ubicación de trampa Sherman en zona aérea.....31

Figura 6. Instalación de la trampa pitfall en la zona conservada.. 31

Figura 7. Instalación de la barrera de plástico en la zona conservada. 31

Figura 8. Medición de la variable largo de la cola en los pequeños mamíferos capturados...32

Figura 9. Medición de la variable peso en gramos 32

Figura 10. Marcación de la oreja de los pequeños mamíferos capturados 32

Figure 11. Limpieza del esqueleto de los ejemplares de los pequeños mamíferos en el dermestario.....32

Figure 12. Abundancia relativa de cada especie encontrada en la comunidad Akakana-mollón 32

Figura 13. Número de individuos y especies para cada zona de estudio.....40

Figure 14. Ubicación del balde en el terreno 47

Figure 15. Instalación de la trampa pitfall 47

Figure 16. Trampa pitfall instalada.....47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico del área de estudio de la zona degrada.....55

Anexo 2 . Registro fotográfico de las zonas de estudio en proceso de restauración. 56

Anexo 3. Registro fotográfico del área de estudio la zona conservada. 57

Anexo 4. Plantilla para la toma de datos en campo. Medidas según Voss (2003), datos reproductivos elaborado por Brito (2012).....58

Anexo 5. Registro fotográfico de las pieles preparadas y etiquetadas de las especies capturadas en el estudio 59

Anexo 6. Entrevista aplicada a los 12 participantes del monitoreo participativo de la comunidad Akakana-Mollón 60

Anexo 7. Registro fotográfico de las especies registradas en la comunidad Akakana-Mollón de la Parroquia San Lucas.....61

Anexo 8. Registro fotográfico de la participación de los moradores en los talleres impartidos en la Parroquia San Lucas.....64

Anexo 9. Tabulación de los resultados de la entrevista aplicada a los 12 participantes del monitoreo participativo. 65

“MONITOREO PARTICIPATIVO DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS TERRESTRES COMO BIOINDICADORES DE CONSERVACIÓN DE LA PARROQUIA SAN LUCAS DEL CANTÓN LOJA”

RESUMEN

La restauración en zonas de bosque andino suele ser un proceso lento que por lo tanto requiere de un monitoreo y un control a largo plazo, empleando indicadores efectivos que aporten información válida sobre el avance de la recuperación. El objetivo del trabajo consiste en analizar la efectividad de los pequeños mamíferos terrestres para su uso en el monitoreo participativo del éxito de las estrategias de restauración y conservación en la parroquia San Lucas del cantón Loja.

Para realizar el presente trabajo de investigación se seleccionaron tres zonas de estudio: un área conservada, una degradada y una zona donde se está iniciando un proceso de restauración pasiva, en las cuales se realizó un muestreo con 27 trampas Sherman y 10 trampas pitfall utilizando 2 clases de cebo, avena mezclada con esencia de vainilla y mezcla de atún con avena durante los meses de marzo, abril y mayo. Se obtuvieron 52 individuos con un total de siete especies de micromamíferos: *Akodon mollis* Thomas, 1894, *Caenolestes caniventer* Anthony, 1921, *Cryptotis montivagus (*Anthony, 1921), *Microryzomys altissimus* (Osgood, 1933), *Microryzomys minutus* (Tomes, 1860), *Nephelomys albigularis* (Tomes, 1860) y *Thomasomys caudivarius* Anthony, 1923

Según los resultados obtenidos, *Akodon mollis* se propone como la especie indicadora para la zona degradada y *Nephelomys albigularis* para la zona conservada, mientras que para la zona en proceso de restauración no se propone ningún indicador, sin embargo, se sugiere que en monitoreos posteriores se tome en cuenta a la especie *Cryptotis montivagus*, ya que presenta características muy particulares de fácil identificación. Esta información, que fue compartida con la comunidad, permite tener la línea base del sitio de restauración y los indicadores adecuados para realizar el monitoreo a largo plazo de manera integral y participativa.

Palabras clave: Especies indicadoras, diversidad biológica, Restauración, degradación.

ABSTRACT

Restoration in Andean forests is usually a slow process that therefore requires monitoring and long-term control, using effective indicators that provide valid information on the progress of the recovery. The objective of this research is to analyze small terrestrial mammals to be used in the participatory monitoring of the restoration and success of conservation strategies in the San Lucas parish of the Loja canton.

To carry out the present research fieldwork, three study areas were selected: a conserved area, a degraded one and an area where a passive restoration process was recently initiated. Sampling was done from March to May with 27 Sherman traps and 10 pitfall traps using 2 baits, oatmeal mixed with vanilla essence and a mix of tuna with oats. A total amount of 52 individuals of seven species of micromammals were registered: *Akodon mollis* Thomas, 1894; *Caenolestes caniventer* Anthony, 1921; *Cryptotis montivagus (*Anthony, 1921); *Microryzomys altissimus* (Osgood, 1933); *Microryzomys minutus* (Tomes, 1860); *Nephelomys albigularis* (Tomes, 1860); and *Thomasomys caudivarius* Anthony, 1923.

According to the results, *Akodon mollis* is proposed as the indicator species for the degraded area and *Nephelomys albigularis* for the conserved area. Although no indicator is proposed for the area under restoration it is suggested to take into account the species *Cryptotis montivagus* in subsequent monitoring, which has very particular characteristics that are easy to identify. This information, which was shared with the local community, allows us to have a baseline of micromammals assemblage for the site under restoration, as well as the appropriate indicators to carry out long-term monitoring in an integral and participatory way.

Keywords: Indicator species, biological diversity, restoration, degradation.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel global las diferentes actividades realizadas para el desarrollo humano han propiciado la degradación de varios ecosistemas, lo cual ha llevado a la extinción a una gran cantidad de especies, y ha puesto en riesgo a muchas otras (Illescas, 2016). Tanto el ser humano como el resto de los seres vivos se benefician de los ecosistemas y su dinámica, al proveer de servicios indispensables, tales como provisión de recursos naturales y regulación de las condiciones ambientales (Paliza, 2018). Así, la extinción de las especies ocasiona desequilibrio en la función de los ecosistemas, haciendo que éstos sean más vulnerables a los impactos y las alteraciones, disminuyendo así su capacidad de recuperación (Uribeondo, 2007).

Ecuador es uno de los países megadiversos (Aguirre, 2012), posee varios ecosistemas con una gran diversidad de especies, muchas de ellas endémicas (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], 2016). Estos ecosistemas están siendo alterados por las diferentes actividades humanas, lo cual se evidencia claramente en la zona sur del país, específicamente en la zona 7 conformada por las provincias de Loja, El Oro y Zamora Chinchipe, región que se caracteriza principalmente por poseer importantes ecosistemas con altos niveles de biodiversidad, gracias al privilegio de contar con la presencia de factores climáticos especiales y su peculiar topografía (Aguirre et al., 2015). Debido a la complejidad biológica que posee, esta región nos ofrece múltiples bienes y servicios ecosistémicos, los mismos que nos son indispensables para las diferentes formas de desarrollo y progreso (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], 2001).

Por tal razón, cuando existe degradación y alteración en la calidad del ecosistema puede desembocar en daños irremediables en el ambiente, por ende, es necesario emplear técnicas de detección temprana de problemas ambientales que ayuden del algún modo a evaluar el estado de conservación de una zona. Debido a esta problemática se han estudiado algunas especies que son capaces de indicar el estado de conservación de lugares donde se encuentran, y se las conoce como bioindicadores ambientales (Moreno, Patarroyo y Rodríguez, 2006). Los bioindicadores ambientales son especies o grupos taxonómicos cuyas características particulares son útiles para medir variaciones en la estructura y dinámica de los ecosistemas. Dichas especies presentan ciertos requerimientos físico-químicos y de estructura del hábitat, y se relacionan significativamente con otras especies, siendo el rasgo más importante los límites

ambientales en los que pueden vivir, es decir, mientras más estrecho es su límite de tolerancia y mayor abundancia, servirá mejor como bioindicador ambiental (Moreno et al., 2006).

En la actualidad se considera dentro de los organismos beneficiosos para el ambiente a los pequeños mamíferos, ya que realizan actividades como dispersión de semillas, polinización, control de poblaciones de insectos y además sirven de alimento para otras especies (Charre et al., 2016). Además, han sido identificados como potenciales bioindicadores por su importancia ecológica, sus atributos demográficos y su vinculación a condiciones específicas de hábitat (Marks, 2004). Algunas de sus características ayudan a que sean buenos indicadores de la calidad del ambiente siendo la más importante la sensibilidad a diferentes disturbios antrópicos, las cuales según el grado de perturbación podrían ocasionar la ausencia o la muerte de estas especies (Mbagua, 2002).

Los estudios sobre la mastofauna para determinar bioindicadores para monitoreo de restauración hasta el momento en la región sur del Ecuador aún son insuficientes, por ello se hace necesario definir estrategias encaminadas a investigar este grupo taxonómico, ya que al generar y disponer de información de esta índole se podría contar con bases científicas sólidas para aplicar en ámbitos de restauración y conservación, logrando así una gestión eficiente de la biodiversidad (Aguirre, Aguirre y Muñoz, 2017).

Debido a que los problemas ambientales afectan a la sociedad, es importante que las comunidades se interesen en conocer el estado actual de sus ecosistemas. Una opción sería mediante monitoreos participativos comunitarios, que consisten en involucrar a personas aledañas a la zona de estudio. No es necesario que estas personas sean profesionales, pero sí se requiere que tengan cierto grado de conocimiento, experiencia e intereses en el tema de investigación, con el objetivo de que se involucren en el registro de información, y en consecuencia puedan participar en la toma de decisiones en respuesta a los resultados obtenidos (Evans y Guariguata, 2008).

Una zona de interés para el monitoreo participativo es la comunidad Akakana-Mollón que se encuentra ubicada en la parroquia San Lucas, provincia de Loja. Dicha zona presenta importantes fuentes hídricas para la población de San Lucas, las mismas que están siendo contaminadas con coliformes fecales del ganado, ya que en la parte alta específicamente en la zona de estudio degradada y en zona en proceso de restauración, son áreas dedicadas a la

ganadería extensiva, debido a esto es sumamente importante y necesario que la gente se involucre en conocer el estado de conservación actual de su región, y trabajen en la restauración de las fuentes hídricas en dicha zona.

En este contexto, este proyecto de investigación va orientado a identificar diversas especies de pequeños mamíferos terrestres en tres zonas de estudio: una degradada, una conservada y una donde ya se inició un proceso de restauración pasiva, con la finalidad de establecer bioindicadores de estados de conservación, poder evaluar la factibilidad de toma de datos y finalmente realizar una propuesta para la verificación del avance del proceso de restauración.

Para el cumplimiento del presente tema de investigación se han planteado los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Analizar la efectividad de los pequeños mamíferos terrestres para su uso en el monitoreo participativo del éxito de las estrategias de restauración y conservación en la parroquia San Lucas del cantón Loja.

Objetivo específico

- Identificar, dentro del grupo de los pequeños mamíferos terrestres, indicadores de niveles de conservación que puedan ser reconocibles y medibles por finqueros de la parroquia San Lucas.

- Evaluar la factibilidad de toma de datos con rigor científico por parte de los finqueros de la parroquia San Lucas.

- Realizar una propuesta de monitoreo participativo del avance del proceso de restauración mediante el uso de indicadores seleccionados y evaluados por los finqueros de la parroquia San Lucas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Restauración ecológica

La restauración ecológica es un proceso a largo plazo, donde se pone todo el esfuerzo necesario para recuperar un lugar que fue de alguna manera intervenido, degradado, dañado o destruido parcial o totalmente por causas naturales o antrópicas, con la finalidad de alcanzar su estado natural previo a la intervención. Sin embargo, para que un proceso de restauración tenga éxito es de suma importancia realizar monitoreos periódicos de su avance, los cuales ayudarán a tener un contexto claro del estado de la diversidad, la estructura y la funcionalidad del ecosistema y poder tomar decisiones en caso de ser necesarias (Mazón, Sánchez, Díaz y Gavira, 2016).

La importancia de la restauración ecológica es evidente, ya sea para trabajos de investigación o de desarrollo, primordialmente por la recuperación de los servicios ecosistémicos a diferentes escalas y los beneficios sociales derivados de la mayoría de las condiciones ambientales (Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER), 2004). Sin embargo, a pesar de la evidente importancia que tiene la restauración, en algunos lugares del mundo no es considerado como tal, e incluso cuando su implementación presenta beneficios sociales y económicos (Linding, 2011).

2.2. Bioindicadores ambientales

Los bioindicadores ambientales son organismos vivos o taxones que permiten conocer la situación real de cualquier fenómeno o acontecimiento, y descifrar estados actuales de una determinada zona o del medio ambiente (Moreno et al., 2006). Dichos taxones se utilizan sobre todo para evaluar la eficacia de las medidas compensatorias o restauradoras (Ríos-Touma y Encalada, 2015). Estos taxones presentan ciertas características como sensibilidad a perturbación o contaminantes, relación con otras especies y requerimientos en relación a la estructura del hábitat donde se encuentran, siendo el rasgo más significativo sus límites ambientales en los que pueden vivir: en otras palabras, mientras más estrechos son sus límites de tolerancia, mayor es su potencial para ser utilizado como bioindicador (Moreno et al., 2006).

Se debe seleccionar indicadores que midan las tendencias de interés, ya que en base a ellos se comunica las complejas realidades del cambio de biodiversidad. Es importante seleccionar indicadores que sean cuantificables, replicables, comunicables y de fácil interpretación (Nicholson et al., 2012), además deben aportar información concisa y concreta sobre el estado de un ecosistemas para poder comunicar de manera apropiada a los tomadores de decisiones (Ríos-Touma y Encalada, 2015), y ser ellos quienes se encarguen de describir y predecir cambios ocasionados por las actividades antropogénicas (Dallmeier y Alonso, 1997).

2.3. Métodos de evaluación de la biodiversidad

La medición de la biodiversidad ecológica es una herramienta que evalúa o predice impactos provocados por las diferentes actividades humanas, tanto en la composición como en el funcionamiento de las comunidades de especies silvestres (Hair, 2000). Las comunidades se analizan mediante la composición, observación, distribución espacial y la abundancia de las especies (Saquicela, 2010).

Las mediciones de diversidad de especies se dividen en: a) índices de riqueza de especies, b) modelos de abundancia de especies que describen la distribución de la abundancia (Magurran, 1987), y c) índices basados en la abundancia proporcional de especies. En esta categoría se encuentran los índices de Shannon y Simpson, que determinan la riqueza y la uniformidad en una expresión sencilla (Magurran, 1987; Feinsinger, 2004).

2.3.1. Índices de diversidad

Los índices de diversidad tienen como finalidad confrontar los niveles de diversidad de un ambiente conocido con otro desconocido, y tiene la capacidad de aportar con información resumida acerca de una variable ambiental (Feinsinger, 2004). Se utilizan ampliamente en estudios ecológicos ya que se les considera la herramienta más eficaz de comparación de diversidad de especies. Los resultados que nos proporcionan no proveen la respuesta final para solucionar problemas de degradación del medio ambiente, sin embargo, sirven como el punto clave para que se tomen decisiones (Saquicela, 2010).

La ventaja de estos índices es que comprimen en un solo factor numérico gran parte de las relaciones que puede llegar a tener una comunidad, ya sea por el número de especies o de

individuos. Sin embargo, estos índices no toman en cuenta la identidad de las especies (Feinsinger, 2004), lo cual puede limitar el conocimiento del estado real de salud del ecosistema o de la comunidad, aunque en ocasiones son el único medio para caracterizar dicho ecosistema ante las limitaciones en el conocimiento taxonómico de los grupos de estudio (Saquicela, 2010).

Existen varios índices de diversidad, aproximadamente 20, pero los más empleados en estudios de diversidad son el índice de Simpson y el índice Shannon-Wiener con base en el logaritmo natural (Saquicela, 2010).

2.3.1.1. Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Es empleado para la determinación de especies de un lugar determinado, para ello es necesario contar o identificar cada uno de los individuos, lo que en ocasiones es difícil, por lo que siempre se debe extraer una muestra al azar de individuos de todas las poblaciones de especies presentes. El índice de Shannon tiene la función de medir el grado promedio de incertidumbre de las especies y de ahí predice la especie a la que pertenece un individuo dado, elegido al azar dentro de la comunidad (Davis, 2000).

La estimación del índice Shannon-Wiener en la teoría no depende del tamaño de la muestra, ya que contiene presumiblemente todas las especies de la comunidad en una muestra aleatoria, pero en la práctica estas muestras son imposibles de obtener, debido a que el incremento del tamaño de la muestra casi siempre resulta en el hallazgo de individuos de otras especies menos comunes (Davis, 2000). Su cálculo puede hacerse mediante el logaritmo natural (Ln) u otro, pero siempre debe especificarse el tipo de logaritmo empleado. El valor del índice de Shannon suele hallarse entre 1,5 y 3,5, y rara vez sobrepasa 4,5 (Magurran, 1987). La fórmula para la función Shannon-Wiener es (Moreno, 2001):

$$H' = -\sum \mathrm{Pi} * \mathrm{InPi}$$

Dónde:

H = Índice de Shannon- Wiener

Pi = Abundancia relativa

ln = Logaritmo Natural

2.3.1.2. Índice de Simpson

Este índice mide el grado de dominancia de especies, por lo que su inverso representa la mayor equidad y diversidad de especies en una comunidad (Moreno, 2001). Al ser sensible a la abundancia de una o dos de las especies más frecuentes de la comunidad este índice es considerado como una medida de la dominancia relativa de las especies más dominantes de una zona.

Este índice se adapta de manera fácil a las variaciones de riqueza y distribución del orden, además permite en campo proyectarse a monitoreos periódicos de las estaciones basadas en las especies seleccionadas por su dominancia o rareza. La fórmula empleada en el cálculo es:

$$S = 1/-\sum(ni(ni-1)/N(N-1))$$

Dónde:

S = Índice de Simpson

ni = Número de individuos en la i-ésimo especie

N = Número total de individuos.

El índice de Simpson es un recíproco en su forma 1/D como el medio más efectivo para ponderar diversidad y abundancia proporcional (Moreno, 2001).

2.4. Los mamíferos

2.4.1. Concepto

Los mamíferos forman parte de una de las cinco clases de vertebrados más importantes. Reciben este nombre por la presencia de glándulas mamarias en las hembras, las cuales las utilizan para amamantar a sus crías (Tirira, 2017). Esta clase comprende animales cuyo cuerpo está recubierto de pelo en alguna etapa de su vida. Debido a que algunos mamíferos resulta difícil identificarlos a simple vista, se lo puede lograr tomando en cuenta la forma del cráneo y la especialización de las piezas dentales (Tirira, 1999).

2.4.2. Características Generales

2.4.2.1. Cráneo

Su número de huesos es muy reducido con respecto a los reptiles, a pesar de contar con una mayor cavidad encefálica. El cráneo se une con el atlas por medio de dos cóndilos occipitales. La parte olfato respiratoria se encuentra separada de la destinada a la nutrición por un paladar secundario. El oído se divide en tres partes: externa, media e interna, los huesos del oído medio: martillo y yunque, son propios de los mamíferos (Icarito, 2008).

2.4.2.2. Alimentación

Las costumbres alimenticias son variadas, desde insectívoros primitivos a mamíferos carroñeros, depredadores, frugívoros, hematófagos, malacófagos y nectarívoros (Tirira, 2017). La mayoría de los mamíferos se alimentan especialmente de semillas o frutos que los toman directamente de la planta o del suelo. Este tipo de alimentación variada se conoce como omnivoría. Otros mamíferos como las musarañas se alimentan de insectos (Tirira, 2017).

2.4.2.3. Las glándulas mamarias

Una de las principales características de los mamíferos es la presencia de las glándulas mamarias en las hembras. Las mamas producen leche, secreción líquida que contiene proteínas, grasas, azúcares, vitaminas y sales minerales, cuyo fin es optimizar el crecimiento y proveer energía al recién nacido (Icarito, 2008).

2.4.2.4. La piel y el pelo

Cuando la temperatura ambiental baja, los mamíferos deben impedir la pérdida de calor, por esta razón presenta en su piel pelaje. El tamaño, el color y la distribución varía dependiendo de la especie que se trate (Icarito, 2008).

2.4.2.5. Reproducción

Los mamíferos se reproducen sexualmente. Por ende, es necesario la presencia de una célula sexual masculina y una femenina. Estas células contienen información genética propia de ambos progenitores para que después de la fecundación se origine un individuo con características de su propia especie (Icarito, 2008).

2.4.2.6. Temperatura corporal constante (homeotermia)

La homeotermia no es una característica únicamente de los mamíferos, puesto que las aves también presentan esta particularidad. La única excepción se encuentra en las especies hibernantes que deben bajar su temperatura para entrar en letargo, reduciendo al mínimo sus actividades en temporadas de frío extremo (Icarito, 2008). Cuando los mamíferos entran en letargo, la temperatura corporal desciende hasta tener una semejanza con la temperatura ambiente; las especies que hibernan no sienten frío de la misma manera que los que no hibernan, como las ratas y los ratones (Icarito, 2008). Debido a esto las épocas invernales pueden resultarles muy difíciles a las ratas y ratones, por los factores climáticos, la insuficiencia de alimentos o el desplazamiento de lugar.

2.4.2.7. Dentición

Se conoce como dentición, al desarrollo de los dientes y su disposición en la boca. Los mamíferos son la única clase de vertebrados que presentan morfología dentaria distinta en cuanto a tamaño y forma de los incisivos, caninos, premolares y molares, estas especies portan dos denticiones sucesivas: la de leche (Temporal) y la permanente, excepto los cetáceos, la detención permanente es útil para la identificación de los fósiles (Icarito, 2008).

2.4.2.8. Origen de los mamíferos

Según restos fósiles que reposan en los museos se sugiere que los mamíferos se derivaron de un grupo de reptiles primitivos, los sinápsidos. En estos animales ya se habían observado algunas características típicas de los mamíferos, especialmente la diferenciación dental, sobre todo la aparición de caninos desarrollados. A partir de los sinápsidos, los mamíferos dirigieron su evolución tempranamente en dos ramas: los monotremas y los terios, los cuales a su vez se

dividieron en marsupiales y placentarios. Por esta razón, se define a la clase mammalia como "el más reciente ancestro común de los monotremas y theria vivientes" (Hopson, 1991).

2.4.2.9. Clasificación de los mamíferos por su tamaño

Los mamíferos se pueden clasificar en función de su tamaño relativo (Tirira, 1999; 2017):

- **Macromamíferos:** Son mamíferos grandes que se pueden observar de manera directa.

- **Mesomamíferos:** Son mamíferos de menor tamaño que los macromamíferos, se los puede observar a simple vista, pero en algunos casos se necesitará capturarlos para lograr su identificación a nivel de especie.

- **Micromamíferos:** Denominados también "pequeños mamíferos" difíciles de identificar a simple vista. Los micromamíferos se dividen en pequeños mamíferos voladores (murciélagos) y terrestres. Los pequeños mamíferos terrestres son aquellos de menor tamaño que los roedores más grandes (capibara, nutria) y que los lagomorfos (liebres, conejos). En esta subdivisión se incluyen musarañas, la mayoría de las ratas, ratones, lemmings, es decir, todos los que pesan menos de 500g (Delany, 1974).

2.5. Mamíferos del Ecuador

2.5.1. Factores que influyen en la Diversidad del Ecuador

Ecuador es considerado uno de los 17 países más diversos (Aguirre, 2012), diversidad que se ha visto favorecida debido a la presencia de algunos factores determinantes: su ubicación geográfica en la zona ecuatorial, la presencia de la cordillera de Los Andes y la influencia de las corrientes marinas en sus costas, además de la presencia de las Islas Galápagos y las 200 millas de mar territorial e insular que posee el país. Tanto la ubicación ecuatorial como la cordillera de Los Andes son factores importantes que influyen directamente en la formación de varios ecosistemas, siendo la cordillera de Los Andes además una importante barrera geográfica, tanto en los trópicos como los subtrópicos del oriente y occidente, y aportando además a la presencia de zonas templadas y altoandinas, lo que facilitó el proceso de formación de nuevas especies (Tirira, 2017).

De esta forma, en sus 253 370 km^2, Ecuador cuenta con cuatro regiones naturales (Costa, Sierra, Oriente y Galápagos), ocho pisos zoogeográficos, 29 regiones bioclimáticas y 25 zonas de vida (Cañadas y Cruz, 1983). Dentro de la región sierra se enmarca la provincia de Loja, donde la cordillera de Los Andes presenta su más baja distribución altitudinal, la cual se conoce como la depresión de Huancabamba (Herbario LOJA, 2000). Existe una fisiografía muy particular que incluye valles secos, bosque nublados, páramos y bosques amazónicos, con características diferentes a los del norte del país (Aguirre et al., 2017).

2.5.2. Riqueza de Especies

La fauna de mamíferos en Ecuador en los últimos años ha tenido un crecimiento notorio, ya que según el listado de mamíferos publicados por Albuja (1991) y Tirira (2004; 2007) para el territorio ecuatoriano se han registrado 324, 377 y 382 especies respectivamente, número que actualmente se ha incrementado a 431 especies clasificadas en los 14 órdenes (Tirira, 2017).

2.5.3. Diversidad de mamíferos por grupos taxonómicos

La mayor diversidad de mamíferos en el Ecuador corresponde al orden de los murciélagos (Chiroptera), con 170 especies (39 % del total de las especies de mamíferos presentes en el Ecuador). En segundo lugar, se encuentran los roedores (Rodentia), con 119 especies (28 %). Por otra parte, entre los órdenes con un número reducido de especies se encuentran las musarañas (Eulipotyphla) con cuatro especies (1 %), y los ratones marsupiales (Paucituberculata) que están representados por cinco especies (1, 2 %) de los pequeños mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017).

Dentro de los pequeños mamíferos se incluyen todas las especies cuyo peso o tamaño sea menor que una liebre (3,5 Kg). Algunas de estas especies pertenecen al orden Eulipotyphla, Paucituberculata y Rodentia (Delany, 1974).

2.5.4. Diversidad por Regiones

La mayor diversidad de especies de micromamíferos se encuentra en los bosques húmedos tropicales de la Amazonía, con 211 especies que representan el 49% de la mastofauna del Ecuador. La mayor abundancia y diversidad de especies se localiza en los trópicos a ambos

lados de Los Andes, diversidad que disminuye conforme aumenta la altitud, siendo la mayor limitante la temperatura (Tirira, 2017).

2.5.5. Endemismo

El endemismo es una condición muy importante para que un lugar sea megadiverso. El orden con mayor endemismo en Ecuador es Rodentia, con 29 especies (Tirira, 2017), el endemismo que se observa en la región altoandina es debido al aislamiento que presentan estas zonas, pues las altas montañas están rodeadas por otras áreas, lo cual limita el flujo genético entre poblaciones y esto ayuda a la formación de nuevas especies (Tirira, 2017). En la provincia de Loja, la zona que hasta la actualidad ha presentado mayor endemismo con respecto a mamíferos, es el bosque seco con 54 especies endémicas de las 142 especies registradas en la zona. (Paladines, 2003).

2.6. Observación de pequeños mamíferos en el campo

Resulta difícil unificar las técnicas para la observación de pequeños mamíferos en estado silvestre, pues estas especies son heterogéneas, con costumbres, hábitos y preferencias variadas (Tirira, 2017). A continuación, se presentan algunos aspectos a considerar en la observación de pequeños mamíferos terrestres en el campo.

2.6.1. Patrón de actividades

Los diversos patrones de actividad que presentan los pequeños mamíferos terrestres obligan al observador a adaptarse al ciclo de la especie, ya que puede cubrir las 24 horas del día. En el caso de los órdenes Eulipotyphla, Paucituberculata y Rodentia el hábito es nocturno, pero puede existir la posibilidad que también se los encuentre durante el día (Tirira, 2007).

2.6.2. Locomoción y uso de hábitat

Dentro de la clase Mammalia hay una gran variedad de formas corporales externas que representan adaptaciones específicas a un medio ambiente determinado y a una forma de vida particular. Dentro de los pequeños mamíferos terrestres, el orden Rodentia no solo es el más

diverso en especies, sino que además presenta una amplia variedad de formas adaptativas: terrestres, arborícolas, bajo tierra y hasta nadadoras (Rivas y Linares, 2006).

2.6.3. Alimentación

Los pequeños mamíferos terrestres presentan una forma de alimentación variada, dependiendo de la especie pueden tener una dieta insectívora u omnívora (Tirira, 2017).

2.7. Pequeños mamíferos como bioindicadores de estados de conservación

Los pequeños mamíferos cumplen un papel muy importante en el funcionamiento de los ecosistemas, ya que participan en diversos procesos como la dispersión y depredación de semillas, la herbivoría y la polinización, además de actuar tanto como depredadores y como presas (García y Estrada, 2010).

La importancia de los pequeños mamíferos como bioindicadores ambientales aún es un tema de debate (Paliza, 2018). Sin embargo, varias de estas especies tienen el potencial de funcionar como bioindicadores debido a su sensibilidad frente a cambios en el ambiente ya sean naturales o antrópicos, los cuales dependiendo del grado de perturbación pueden ocasionar su ausencia o la muerte (Mbagua, 2002; García y Estrada, 2010). Entre las especies que según la literatura sirven como potenciales bioindicadores están los ratones, lemmings y musarañas (García y Estrada, 2010).

Algunos criterios que Noss (1990) considera que un buen indicador debe cumplir son:

- Que sean sensibles para que puedan proveer una alerta temprana de los cambios provocados por algún tipo de intervención.
- Que presenten una amplia distribución o esté distribuido de manera uniforme en el área que se desee realizar los estudios.
- Que permitan realizar una evaluación continua sobre un amplio rango de perturbaciones.
- Que se los pueda medir de manera económica y sencilla, sin la necesidad de ser medidos por expertos.

- Que sea una especie o grupo taxonómico capaz de diferenciar entre ciclos naturales y antropogénicos.
- Que no sea sujeto de aprovechamiento.
- Que tenga una ecología bien conocida.
- Que presenten corto tiempo de regeneración

Debido a que las especies no suelen cumplir con algunos de estos criterios, es necesario modificarlos de acuerdo a los objetivos de investigación (Noss, 1990; González et al., 2011).

2.8. Métodos de captura de pequeños mamíferos

La captura de animales silvestres se ha venido desarrollando desde la prehistoria, pero las técnicas y objetivos han sido modificadas con el paso del tiempo. Se debe tomar en cuenta que ningún animal debe ser capturado y menos aún sacrificado, a menos que la investigación estrictamente lo requiera. Si se va a capturar un pequeño mamífero terrestre se debe tomar en consideración los siguientes aspectos básicos: (a) si se liberará el animal, (b) si se conservará con vida, (c) si será sacrificado.

Para que la captura de un animal silvestre se justifique, deber al menos cumplir con una de las siguientes condiciones: (Tirira, 1998).

- Si por el patrón de actividad que presentan, en especial animales nocturnos se dificulta su localización y visualización, y por tal razón su estudio.
- Debido a su tamaño corporal pequeño.
- Por la extensión hogareño del animal
- Si se requiere estudios biológicos puntuales, donde se utilizará marcaje.
- Para la identificación de mamíferos pequeños.
- Si pertenece a un grupo no muy bien conocido
- Para fines de investigación o conservación y para la extracción de muestras para análisis.

Dentro del grupo de mamíferos que justifican ser colectados, sacrificados y conservados en colecciones científicas están aquellos sobre los que aún existe cierta deficiencia en cuanto a su sistemática, o cuando sus registros son poco conocidos. Dentro de este grupo se encuentran los

pequeños mamíferos no voladores como las musarañas (Soricidae), los ratones marsupiales (Caenolestidae), ciertos roedores (en especial de la familia Echimyidae y Muridae) y algunos géneros de didélfidos (*Marmosa*, *Marmosops*) (Tirira, 1998).

La cantidad de individuos de la especie a recolectar depende de la decisión del investigador. Hall (1996) sugiere que de las especies más comunes se deben colectar unos pocos individuos por localidad, se considera adecuado sacrificar un par de individuos, de preferencia si son hembra y macho.

2.9. Antecedentes en el estudio de micromamíferos en relación al estado de conservación del ecosistema

Dependiendo de los objetivos que se desea alcanzar en cada estudio realizado, los mamíferos han sido empleados como diferentes tipos de indicadores, algunos micromamíferos han sido empleados como indicadores de procesos de restauración, por ejemplo, ayudando a definir impactos generados por diferentes tipos de perturbaciones (Villarreal et al., 2006). Estas especies también se usan para determinar la calidad del hábitat y evidenciar efectos de alteraciones en los ecosistemas (Paliza, 2018). A continuación, se describen algunos estudios, donde se puede evidenciar claramente la pertinencia de los micromamíferos como indicadores de estados de conservación:

- Bonvicino et al. (2002) realizaron un trabajo de investigación que consistía en evaluar la riqueza y composición de especies de pequeños mamíferos no voladores en dos bosques de Brasil, en el cual se consideraba áreas degradadas y áreas conservadas. Encontraron que existían especies únicamente en áreas conservadas, las cuales podrían servir como indicadores de zonas no alteradas o indicadores de calidad del hábitat.
- Marks (2004) realizó un estudio en un bosque de Canadá, y según los resultados obtenidos, se muestra que los micromamíferos se pueden relacionar con ecosistemas alterados, y que cambios ocurridos en la comunidad de mamíferos pequeños se dan como respuestas a cambios en el hábitat. Además, algunas especies como los ratones de espalda roja *Clethrionomys gapperi* (Vigors, 1830) se encuentran con más frecuencia en zonas donde se han realizado talas, por lo que pueden ser indicadores de zonas alteradas.

- Romero y Medina (2008) realizaron un estudio en el Cerro El Ahuaca (Cariamanga, Cantón Calvas), con muestreo de pequeños mamíferos en zonas alta, media y baja del cerro. Encontraron que las especies *Marsupialis* sp. y *Didelphis pernigra* Allen, 1900 son indicadoras de zonas alteradas e influenciadas por la presencia humana.

2.10. Participación de la población en el monitoreo de pequeños mamíferos silvestres

El involucramiento de las comunidades en proyectos de vida silvestre es de suma importancia, ya que cumplen un papel fundamental al momento de facilitar información (Cuéllar y Noss, 2014). Tirira (1998) menciona que "es aconsejable trabajar con personas que habitan dentro de las zonas o sus áreas de influencia, pues el biólogo tendrá los conocimientos técnicos y la teoría de investigación, pero un poblador nativo tiene la práctica y la rutina de haber transitado por la zona, convirtiéndose en conocedor de su medio", de esta manera la participación de la población es de suma importancia ya que proporcionan información con respecto a senderos del lugar, y en ocasiones son conocedores de nombres comunes de las especies.

Cuando se realizan investigaciones donde se incluye a la comunidad se puede obtener importante información de referencia mediante la aplicación de encuestas y entrevistas informales, además los pobladores pueden ayudar a proporcionar información referente a patrones de actividad como dietas, lugares de refugio y madrigueras (Tirira, 1998).

Cuando se trabaja con nativos se debe tener especial cuidado al momento de manejar la información recibida, pues ellos no cuentan con estudios superiores y menos aún con conocimientos técnicos de la biología, lo que hace que confundan ciertas especies, pues todas les resultan iguales. Es por este motivo que se recomienda escoger las personas que puedan participar en el proyecto y no dejarlo al azar, siguiendo ciertos criterios (Tirira, 1998):

- Personas adultas que han habitado casi toda su vida en la zona de estudio.
- Personas nativas que cuenten con conocimientos en naturaleza.
- Personas residentes o visitantes de la zona dedicadas a la cacería y/o recolección de frutos y otros vegetales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

La comunidad Akakana-Mollón pertenece a la parroquia San Lucas, la cual se ubica a 55 Km de distancia de la ciudad de Loja. Tiene un rango altitudinal que va desde 2 800 hasta 3 413 m de altitud, tiene una latitud de 3º 44’ 10” Sur y una longitud de 79º 15’ 46’’ Oeste. Está limitada al norte con las parroquias Saraguro y San Pablo de Tenta (cantón Saraguro), por el sur con las parroquias Santiago y Jimbilla, por el este con la provincia de Zamora Chinchipe teniendo como límite la línea de la Cordillera de Tambo Blanco y por el oeste con las parroquias Gualel y Santiago (Fig. 1) (Plan de vida de la parroquia San Lucas, 2015).

La parroquia San Lucas posee terrenos con pendientes abruptas > 70 %. El 63,04 % de su superficie parroquial está cubierta por zonas agropecuarias que están siendo usadas en actividades pecuarias, conformadas por pasto cultivado y pasto natural, el 29,07 % están conformadas por bosques (tierra Forestal) y el 7,88 % pertenece a vegetación arbustiva y herbácea. Dicha zona presenta un clima Ecuatorial Semi húmedo, que se caracteriza por tener precipitaciones anuales de 500 a 2 000 mm, tiene dos estaciones lluviosas que van de febrero a mayo y de octubre a noviembre, y su temperatura media está entre 12 y 20 °C (Plan de vida de la parroquia San Lucas, 2015).

La comunidad Akakana-Mollón, es una zona dedicada la mayor parte a la ganadería extensiva, esta actividad está afectando a importantes cuerpos que agua que se encuentran en el área, es por ello que la cooperación Alemana Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), ha implementado trabajos de restauración en uno de los cuerpos de agua, y para poder evidenciar el proceso de restauración pasiva ha sido necesario trabajar en conjunto, mediante la identificación de indicadores de niveles de conservación.

En localidades aledañas a la parroquia San Lucas se reportan registros de especies de pequeños mamíferos tales como: *Akodon mollis* Thomas, 1894, esta especie presenta reportes en la parroquia Selva Alegre del cantón Saraguro, de la provincia de Loja (Bioweb, 2019; Tirira, 2017); *Caenolestes caniventer* Anthony, 1921 se reporta para el Lago El Compadre, Cajanuma, Loja; *Microryzomys altissimus* (Osgood, 1933) ha sido registrado en Palenque, Cerro de Arcos ubicado en el cantón Saraguro parroquia Manú y en Bestión provincia de Azuay (Bioweb,

2019), *M. minutus* (Tomes, 1860) se reporta en Bestión provincia de Azuay (Bioweb, 2019) *Nephelomys albigularis* (Tomes, 1860) se reporta para el cantón Catamayo de la provincia de Loja y en Palenque Cerro de Arcos ubicado en el cantón Saraguro parroquia Manú (Bioweb, 2019; Tirira, 2017); existen registros de *Phyllotis andium* (Thomas, 1912) para la provincia de Loja (iNaturalist, 2019) y Valle de Yunguilla, Azuay (GBIF, 2019); *Rhipidomys leucodactylus* (Tschudi, 1845) se reporta para Comuna Bella María, Loja (Bioweb, 2019; Tirira, 2017); *Thomasomys caudivarius* Anthony, 1923 se ha registrado en Palenque, Cerro de Arcos ubicado en el cantón Saraguro parroquia Manú y en El Quimi, Zamora Chinchipe (Bioweb, 2019); y finalmente la especie *Cryptotis montivagus* (Anthony, 1921) se reporta en Saraguro, Loja (Bioweb, 2019).

Los estudios de mastofauna aún son insuficientes en nuestra región, la mayoría de registros de mamíferos se ha llevado a cabo en localidades de bosque seco del suroccidente del Ecuador (Paladines 2003). Considerando que aún es insuficiente los estudios sobre la mastofauna y la importancia que presenta este grupo de especies para la aplicación en ámbitos de restauración y conservación se decidió proponer indicadores de estados de conservación.

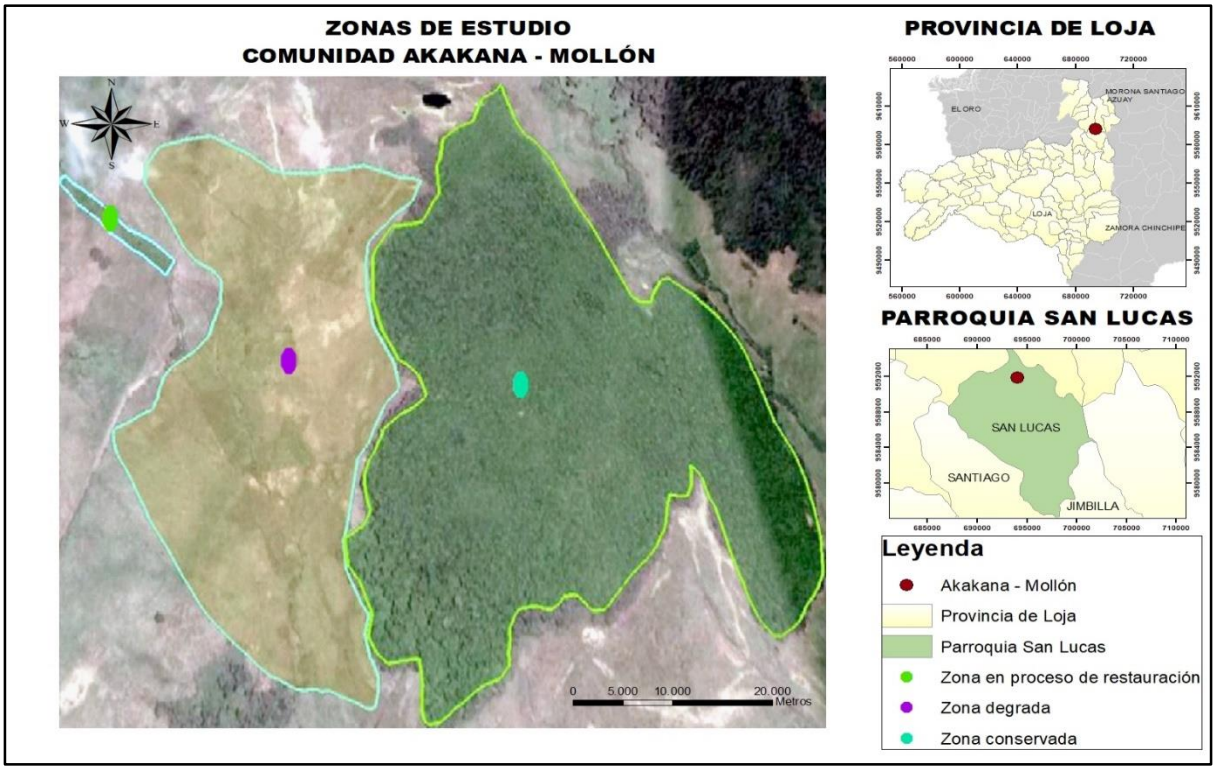


Figura 1. Ubicación del área de estudio

Fuente: Elaboración propia

3.1.1. Zona degradada

Esta zona se encuentra completamente alterada, es una zona de pastizal donde existe ganadería extensiva y tiene aproximadamente 1 000 m^2. Dicha zona de estudio se encuentra contigua a la zona en proceso de restauración pasiva, presenta un rango altitudinal que va desde los 2 896 hasta los 2 944 m de altitud (Anexo 1).

3.1.2. Zona en proceso de restauración pasiva

Esta zona cuenta con un área aproximadamente de 3 000 m^2, tiene un rango altitudinal que va desde los 2 933 hasta 2 949 m de altitud, presenta un relieve irregular con un rango entre el 12 y 25 % (SENPLADES, 2015). En la parte superior de la zona nace una vertiente de agua, que va aumentando su volumen conforme recorre el caudal. Precisamente en torno a dicho caudal, por ser una fuente importante de agua para la población, se ha iniciado el proceso de restauración, gracias a la acción conjunta del GAD parroquial y la Cooperación Alemana Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Con el objetivo de proteger las fuentes hídricas, han colocado una cerca de alambre a ambos lados del caudal, dejando una franja de unos dos metros a cada lado, para que no ingrese el ganado y de esta manera se dé un proceso de restauración pasiva, ya que en todo el lugar existe pastoreo intensivo. Cabe recalcar que al principio del estudio el 90 % era zona de pastizal (Anexo 2); sin embargo, al finalizar el estudio el 90 % del pastizal disminuyó al 70 % aproximadamente.

3.1.3. Zona conservada

En esta zona se encuentra un bosque primario, con presencia de lianas, huicundos, orquídeas, musgos, líquenes y árboles de hasta 30 cm de DAP y de aproximadamente 14 m de altura. Dicha zona tiene aproximadamente 2 000 m^2, presenta un rango altitudinal que va desde los 2 948 hasta los 2 856 m de altitud, es importante mencionar que dicha zona se encuentra rodeada de pastizal donde existe ganadería (Anexo 3).

3.2. Metodología para el primer objetivo "Identificar, dentro del grupo de los pequeños mamíferos terrestres, indicadores de niveles de conservación que puedan ser reconocibles y medibles por finqueros de la parroquia San Lucas"

El estudio de campo se realizó del 19 de marzo al 25 de mayo del 2018. Las tres áreas de estudio se trabajaron al mismo tiempo, los muestreos se realizaron una semana consecutiva y una semana de descanso durante todo el período de muestreo, con una duración total de 30 días de trabajo efectivo en campo. Se aplicaron las metodologías de Tirira y Boada (2009) y de Prado y Bejarano (2009), las cuales consistieron en utilizar trampas de tipo Sherman y trampas de caída o Pitfall.

3.2.1. Ubicación de los puntos de muestreo

En cada zona de estudio se estableció un transecto lineal. El transecto de la zona en proceso de restauración tuvo una longitud de 200 m, en el cual se colocaron 5 trampas de caída y 8 trampas Sherman, las mismas fueron ubicadas en 10 estaciones con una separación de 20 m de distancia entre sí. El transecto de la zona degradada tuvo 300 m de longitud, donde se colocaron únicamente 7 trampas Sherman separadas por 40 m entre ellas, esto debido a que no se pudo colocar las trampas de caída por la negatividad de los dueños, ya que en el lugar existe la presencia de ganado. Finalmente, el transecto de la zona conservada tuvo 600 m de longitud, en el cual se colocaron 5 trampas de caída y 12 trampas Sherman separadas por 50 m de distancia entre sí (Tabla 1 y 2).

Tabla 1. Ubicación de cada trampa Sherman colocada en las tres zonas de muestreo de la comunidad Akakana-Mollón

Zona de estudio	Puntos de muestreo	Coordenada X	Coordenada Y	Trampa Sherman	Uso del suelo	Elevación
Zona en proceso de restauración pasiva	P1	695067	9591253	✓	Pastizal, sotobosque en borde de quebrada	2933 m.s.n.m.
	P2	695063	9591260	✓		2938 m.s.n.m.
	P3	695055	9591267	✓		2943 m.s.n.m.
	P4	6950488	9591273	✓		2944 m.s.n.m.
	P5	695026	9591293	✓		2948 m.s.n.m.
	P6	695017	9591301	✓		2949 m.s.n.m.
	P7	694995	9591317	✓		2949 m.s.n.m.
	P8	694991	9591322	✓		2949 m.s.n.m.
Zona degradada	P1	695302	9591294	✓	Pastizal	2944 m.s.n.m.
	P2	695288	9591284	✓		2942 m.s.n.m.

	P3	695260	9591271	✓		2940 m.s.n.m.
	P4	695228	9591237	✓		2930 m.s.n.m.
	P5	695250	9591145	✓		2925 m.s.n.m.
	P6	695208	9591089	✓		2900 m.s.n.m.
	P7	695217	9591054	✓		2896 m.s.n.m.
Zona conservada	P1	695304	9591268	✓	Bosque	2948 m.s.n.m.
	P2	695283	9591214	✓		2946 m.s.n.m.
	P3	695279	9591228	✓		2946 m.s.n.m.
	P4	695207	959143	✓		2941 m.s.n.m.
	P5	695291	9591122	✓		2931 m.s.n.m.
	P6	695285	9590966	✓		2820 m.s.n.m.
	P7	695964	9590496	✓		2827 m.s.n.m.
	P8	6959979	9590505	✓		2832 m.s.n.m.
	P9	6959977	9590490	✓		2837 m.s.n.m.
	P10	6959978	9590477	✓		2841 m.s.n.m.
	P11	6959988	9590468	✓		2849 m.s.n.m.
	P12	695997	9590456	✓		2856 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Coordenadas y altitud de cada trampa Pitfall colocada en las tres zonas de muestreo de la comunidad Akakana-Mollón

Zona de estudio	Puntos de muestreo	Coordenada X	Coordenada Y	Trampa Pitfall	Uso del suelo	Elevación
Restauración pasiva	P1	695055	9591267	✓	Pastizal, sotobosque en borde de quebrada	2943 m.s.n.m.
	P2	6950488	9591273	✓		2944 m.s.n.m.
	P3	695026	9591293	✓		2948 m.s.n.m.
	P4	695017	9591301	✓		2949 m.s.n.m.
	P5	694995	9591317	✓		2949 m.s.n.m.
Conservada	P1	6959979	9590505	✓	Bosque	2832 m.s.n.m.
	P2	6959977	9590490	✓		2837 m.s.n.m.
	P3	6959978	9590477	✓		2841 m.s.n.m.
	P4	6959988	9590468	✓		2849 m.s.n.m.
	P5	695997	9590456	✓		2856 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia

Tanto en las trampas Sherman como en las de caída se colocaron cebos para atraer a los pequeños mamíferos terrestres. Los cebos fueron una mezcla de avena con esencia de vainilla y mezcla de atún con avena (Brito y Ojala, 2016), los mismos fueron cambiados diariamente en todo el período de la fase de campo (Fig. 2 y 3)

Figura 2. Preparación del cebo, mezcla de vainilla con avena

Figura 3. Cebo de atún con avena empleado en la captura de los pequeños mamíferos

Las trampas Sherman (Fig. 4) se ubican al nivel del suelo, junto a agujeros, senderos de paso, madrigueras y en lugares donde se podía evidenciar indicios de roedores, también algunas trampas en la zona conservada fueron ubicadas a una altura aproximada de 1,50 m del suelo sobre ramas de los árboles (Fig. 5), debido a que algunos micromamíferos tienen sus madrigueras en los árboles (Brito, 2013).

Figura 4. Trampa Sherman con el cebo activo

Figura 5. Ubicación de trampa Sherman en zona aérea

Las trampas pitfall o de caída (Fig. 6), son recipientes enterrados hasta la superficie del suelo (Voss y Emmons, 1996), con un diámetro de 20 cm y 25 cm de profundidad. Se colocaron a lo largo de una barrera de plástico de 50 cm de altura (Fig. 7), dejando la mitad de las trampas al lado derecho y la otra mitad al lado izquierdo, de forma intercalada, con la finalidad de que las especies al querer cruzar para continuar su camino recorran la barrera y al no darse cuenta caigan en la trampa.

Figura 6. Instalación de la trampa pitfall en la zona conservada

Figura 7. Instalación de la barrera de plástico en la zona conservada

En el sitio, las trampas estuvieron activas las 24 horas durante los períodos de muestreo, y los recorridos de revisión de las mismas se realizaron durante el día, de 07h00 hasta las 11h00 am. Se recalca que fue necesario cambiar diariamente los cebos ya que se humedecen con

mucha facilidad dadas las condiciones climáticas adversas (presencia de llovizna y bajas temperaturas) que se presentaron durante la fase de muestreo.

3.2.2. Identificación de los ejemplares capturados

Las especies de pequeños mamíferos capturados fueron identificados preliminarmente en el campo con el uso de las claves taxonómicas de Tirira (2017). Las identificaciones definitivas se realizaron en el centro de investigación del Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO), con la ayuda de técnicos especialistas en mastozoología, mediante la descripción y claves presentes en el Libro de Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017).

3.2.3. Recolección de las especies de micromamíferos

Los individuos capturados en las trampas fueron identificados y evaluados antes de ser liberados: se registraron datos tales como: registro fotográfico, largo total (LT), largo de la cola (LC) (Fig. 8), largo de la pata posterior (LP), largo de la oreja (LO), peso (en gramos) (Fig. 9), sexo (hembra o macho) y estado reproductivo (gestación). Además, se tomaron las coordenadas geográficas, altitud y tipo de trampa en que fue capturado (Anexo 4).

Figura 8. Medición de la variable largo de la cola en los pequeños mamíferos capturados

Figura 9. Medición de la variable peso en gramos

Para evitar que los individuos capturados en una zona fueran recapturados y registrados en otra zona, se marcó sus orejas con un esmalte de color rojo (Fig.10).

Figura 10. Marcación de la oreja de los pequeños mamíferos capturados

Con el fin de llegar a la correcta identificación de los pequeños mamíferos terrestres, se colectaron dos especímenes de cada especie, los cuales se sacrificaron mediante dislocación cervical, y fueron preservados como pieles y cráneos o ejemplares completos en líquido (Fijado en formol al 10 % y luego preservado en alcohol al 70 %) (Brito y Ojala, 2016).

Para la identificación final se procedió a llevar a los especímenes al laboratorio del Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO) Quito - Ecuador, en donde éstos ingresaron al dermestario para poder obtener su esqueleto completamente libre de restos de tejidos muscular (Fig. 11), y así facilitar su correcta identificación. Los especímenes de referencia (Anexo 5) con número de campo CFA01, CFA02, CFA03, CFA04, CFA06, CFA08, CFA09, CFA015, CFA016, CFA017, CFA019, CFA020 se encuentran depositados en el INABIO y los especímenes con número de campo CFA05, CFA07, CFA010, CFA011, CFA012 se encuentran en el Museo de Zoología “LOUNAZ” de la Universidad Nacional de Loja.

Figure 11. Limpieza del esqueleto de los ejemplares de los pequeños mamíferos en el dermestario

3.2.4. Esfuerzo de captura

El esfuerzo de captura, es la estimación de la efectividad de trampeo, se expresa como un porcentaje que indica el número de individuos que activan las trampas, se considera el número de trampas utilizadas y los días de trampeo empleados (Percich, 1988).

Para obtener el esfuerzo de captura en cada zona de estudio se aplicaron los siguientes cálculos (Percich, 1988).

- Número de trampas X días de muestreo = esfuerzo total de trampas.
- Esfuerzo total de trampas X 24 horas del día = horas de trampeo por localidad.

Cabe recalcar que la zona degradada solo cuenta con el esfuerzo de muestreo de las trampas Sherman debido a que el dueño no permitió que se ubicaran trampas de caídas por la presencia de ganado vacuno.

3.2.5. Categorías en las que se encuentran las especies registradas en la comunidad Akakana-Mollón, de la parroquia San Lucas

Después de haber realizado la correcta identificación de las especies en el INABIO (Instituto Nacional de Biodiversidad), se procedió a revisar en la lista roja de UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) (UICN, 2006), el Libro Rojo de Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011) y el Libro de Guía de campo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017), mediante los cuales se determinó el estado de conservación de las especies registradas.

3.2.6. Identificación de especies de pequeños mamíferos como bioindicadores de niveles de conservación

Para la identificación de las especies indicadoras de niveles de conservación en cada zona de estudio para su uso en el monitoreo de la restauración ecológica, se utilizó los criterios de Noss (1990) y la metodología modificada de Villarreal et al. (2006) los cuales someten a las especies a una evaluación según una serie de criterios.

Siguiendo dicha metodología,

Primero.- Se seleccionaron de menor a mayor importancia los criterios establecidos, tomando en cuenta que la sensibilidad a cambios o disturbios antrópicos es el objetivo del estudio, quedando por tanto que una especie indicadora será aquella que cumpla los siguientes criterios:

1) No sujeta de aprovechamiento.
2) Abundantes.
3) Ecología bien conocida.
4) De amplia distribución.
5) Medición de manera económica y sencilla, sin la necesidad de ser medidos por expertos.
6) Fácil identificación, sin necesidad de un laboratorio.
7) Sensibles a perturbaciones de su medio.

Segundo.- Se calculó la importancia de las especies sumando las puntuaciones de los criterios seleccionados y luego comparando con el valor máximo hipotético. Es decir, el valor máximo es: 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 = 28 = 100 %, si la especie cumplía con cualquiera de los criterios establecidos se le asigna el mismo valor del criterio evaluado, caso contrario se le asigna el valor de cero, por ejemplo, si la especie no cumplía con el criterio 1 y 7, entonces el porcentaje es 0 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 0 = 20 = 71, 42 %.

Tercero.- Se realizó una comparación del porcentaje obtenido con las siguientes categorías establecidas por Villarreal et al. (2006), que cual indica:

> 90 % = Muy buen indicador

75-89 % = Buen indicador

< 74 % = No se sugiere como indicador.

3.2.7. Análisis de datos

Para realizar los cálculos de diversidad de pequeños mamíferos, se emplearon los índices de Shannon-Wiener (H´) y Simpson (D), considerando que los valores más altos de diversidad están asociados a los valores altos de estos índices. Todos estos cálculos se realizaron mediante el programa estadístico PAST (Paleontological statistics) versión 3.22 (Hammer et al., 2001).

La eficiencia de muestreo fue corroborada mediante la aplicación de tres estimadores: estimador de Cobertura basado en la Incidencia (ICE), Chao 2 y Jackknife de primer orden (Jack 1) (Gonzáles et al., 2010), los mismos que permiten determinar el número máximo posible de especies basado en el número de especies raras (Moreno, 2011), dichos cálculos se realizaron mediante el programa EstimateSWin 9.1.0 (Colwell, 2016).

3.3. Metodología para el segundo objetivo "Evaluar la factibilidad de toma de datos con rigor científico por parte de los finqueros de la parroquia San Lucas"

La factibilidad de la toma de datos con rigor científico (registro de información e identificación de especímenes de manera correcta) se evaluó tomando en cuenta los siguientes parámetros: 1) facilidad para registrar información e identificar los indicadores propuestos en cada zona de estudio y 2) disponibilidad de los moradores para realizar el registro de información e identificación de los indicadores propuestos.

Con moradores de la parroquia San Lucas se desarrolló un taller que consistió en una salida de campo realizada el 29 de agosto de 2018. Además de una socialización de resultados el 6 de mayo de 2019. En la salida de campo se abordaron conceptos básicos de biodiversidad y restauración ecológica como herramienta de recuperación de ecosistemas fragmentados. También se habló de pequeños mamíferos como especies indicadoras de recuperación de ecosistemas.

En la parte práctica se impartió tanto la metodología utilizada para el monitoreo como también para la captura, montaje y preservación de las especies. Los participantes aprendieron sobre el manejo y funcionamiento de las trampas Sherman y las trampas pitfall, el montaje de las especies y la identificación de especies indicadoras para las diferentes zonas de estudio. Se aprovechó la presencia de los asistentes a la socialización para aplicar una encuesta a los 12 participantes, con la finalidad de indagar sobre el interés de éstos en realizar monitoreos futuros del proceso de restauración en la zona de estudio, donde se emplearían los indicadores propuestos en la presente investigación (Anexo 6).

3.4. Metodología para el tercer objetivo "Realizar una propuesta de monitoreo participativo del avance del proceso de restauración mediante el uso de indicadores seleccionados y evaluados por los finqueros de la parroquia San Lucas"

El monitoreo participativo es una herramienta que permite recoger y analizar datos para identificar problemas potenciales en el ambiente (Tacuri Bravo, 2018). Para realizar un monitoreo participativo se requiere de la participación de personas locales que, aunque no tengan conocimientos científicos, cuentan con conocimientos de la realidad del área de estudio, información valiosa que nos ayuda a tener mejores resultados. El principal objetivo del monitoreo es involucrar y fortalecer a las personas locales, para que se empoderen en el registro de información periódica y sistemática, y de esta manera puedan tomar decisiones con base en los resultados obtenidos (Samamé y Martínez, 2014).

Para la elaboración de la propuesta de monitoreo participativo se consideró tanto la experiencia que se tuvo en campo con los participantes del trabajo investigativo como también los talleres impartidos, la propuesta servirá como guía para futuros monitoreos participativos ya que incluye la siguiente información:

- Conformación del equipo de trabajo.
- Monitoreo de las especies que se encuentran en las tres zonas de estudio.
- Efectividad de las trampas.
- Horarios para los muestreos.
- Meses para la realización del monitoreo.
- Características para la identificación de las especies indicadoras en campo.

4. RESULTADOS

En el siguiente apartado se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos planteados.

4.1. Identificación de los pequeños mamíferos terrestres, indicadores de niveles de conservación que puedan ser reconocibles y medibles por finqueros de la parroquia San Lucas

Se capturaron 52 individuos, agrupados en 7 especies y 3 órdenes, distribuidos de la siguiente manera (Tabla 3, Anexo 7):

Tabla 3. Especie de pequeños mamíferos registrados en la comunidad Akakana-Mollón en las tres zonas de estudio

Orden	Familia	Género / Especie	Nombre común	T. S	T. P	# individuos			T
						D	R	C	
Eulipotyphla	Soricidae	*Cryptotis montivagus*	Musaraña montana	x	-	-	1	-	1
Paucituberculata	Caenolestidae	*Caenolestes caniventer*	Ratón marsupial de vientre gris	-	x	-	-	1	1
Rodentia	Cricetidae	*Akodon mollis*	Ratón campestre delicado	x	x	8	4	4	16
Rodentia	Cricetidae	*Microryzomys altissimus*	Ratón arrocero altísimo	x	x	1	5	2	8
Rodentia	Cricetidae	*Microryzomys minutus*	Ratón arrocero diminuto	x	x	-	6	1	7
Rodentia	Cricetidae	*Nephelomys albigularis*	Rata de bosque nublado de garganta blanca	x	x	-	-	18	18
Rodentia	Cricetidae	*Thomasomys caudivarius*	Ratón andino de cola variada	x	-	-	-	1	1
	Total								**52**

Fuente: Elaboración propia

***** D = degradada, R = restaurada, C = conservada, T. S = trampa Sherman, T. P = trampa Pitfall, T = Total.

4.1.1. Abundancia

Se registraron 52 individuos, con un total de 7 especies, de las cuales las más abundantes en todo el estudio fueron *Nephelomys albigularis* (Tomes, 1860) *y Akodon mollis* (Thomas, 1894), las especies menos abundantes fueron: *Cryptotis montivagus (*Anthony, 1921), *Thomasomys caudivarius (*Anthony, 1923) y *Caenolestes caniventer* (Anthony, 1921). La abundancia por zona de estudio fluctuó entre 5 y 27 individuos; siendo la zona conservada el sitio con mayor abundancia, seguido de la zona restaurada y por último el nivel degradado (Tabla 4, Fig. 12).

Tabla 4. Número de individuos por especies y abundancia relativa de pequeños mamíferos presentes en los tres niveles de conservación de la comunidad Akakana-Mollón

Familia	Género / Especie	Zona degradada	Zona restaurada	Zona conservada	Pi %
Caenolestidae	*Caenolestes caniventer*	-	-	1	1,92
Cricetidae	*Akodon mollis*	4	8	4	30.77
Cricetidae	*Microryzomys minutus*	-	6	1	13,46
Cricetidae	*Microryzomys altissimus*	1	5	2	15,38
Cricetidae	*Nephelomys albigularis*	-	-	18	34,62
Cricetidae	*Thomasomys caudivarius*	-	-	1	1,92
Soricidae	*Cryptotis montivagus*	-	1	-	1,92
Total		**5**	**20**	**27**	100%

Fuente: Elaboración propia

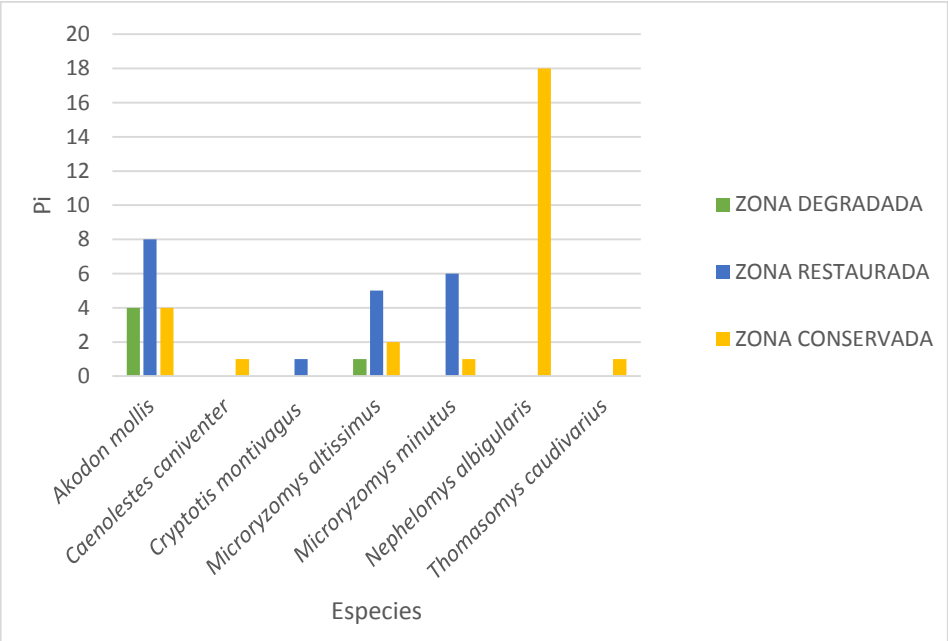


Figure 12. Abundancia relativa de cada especie encontrada en la comunidad Akakana-Mollón

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Riqueza

Se registraron 7 especies en total. En la zona degradada se registraron 2 especies, siendo la zona con menor riqueza; en la zona restaurada se registraron 4 especies; mientras que en la zona conservada se puede observar que existe la mayor riqueza, con un total de 6 especies (Fig. 13).

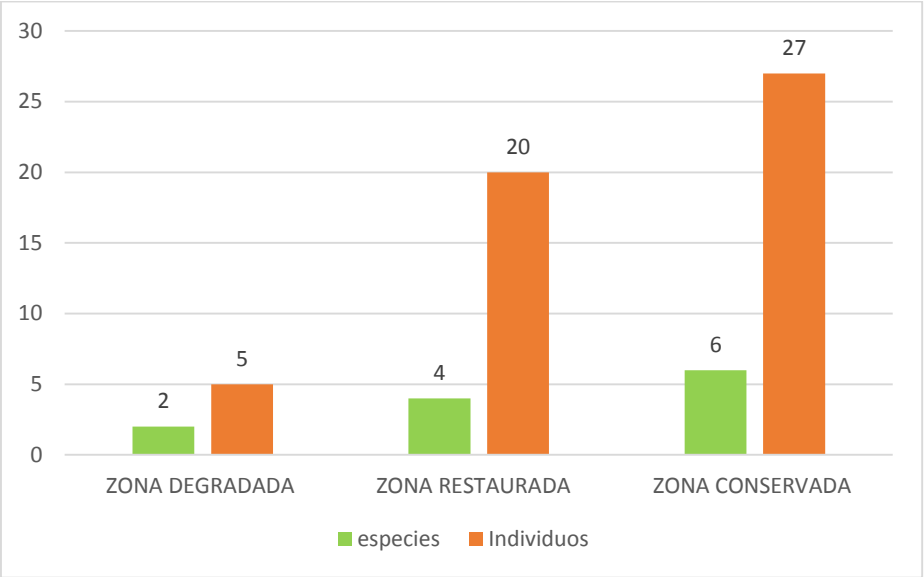


Figura 13. Número de individuos y especies para cada zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Según los estimadores de riqueza, en la zona degradada se obtuvo una riqueza de dos especies, con un esfuerzo de muestreo de ICE 64 %, Chao2 100 % y Jack 1 un 67 %, así mismo en la zona restaurada, donde se registraron cuatro especies, se obtuvo un esfuerzo de muestreo de ICE 90 %, Chao2 100 % y Jack 1 un 80 %, de igual manera para la zona conservada se obtuvo una riqueza de seis especies, representando un esfuerzo de muestreo de 33 %, 51 % y 60 % según los estimadores seleccionados respectivamente.

4.1.3. Diversidad

Según los resultados obtenidos mediante el cálculo del índice de Shannon-Wiener tanto la zona conservada como la zona degradada presenta una diversidad baja, mientras que la zona restaurada presenta una diversidad media (Tabla 5).

El cálculo realizado con el índice de Simpson para las tres zonas de estudios sugiere que la zona degrada cuenta con una dominancia baja, mientras que para la zona restaurada y conservada tiene una dominancia alta y media, respectivamente.

Tabla 5. Abundancia y diversidad de micromamíferos para las tres zonas de estudio de la comunidad Akakana-Mollón. Se marcan en negrita los valores más altos de cada índice

Zonas de estudio	Abundancia	Riqueza de especies	Índice de Shannon-Wiener (H)	Índice de Simpson (1-D)
Degradada	5	2	0,5004	0,32
Restaurada	20	4	**1,224**	**0,685**
Conservada	27	6	1,112	0,524
Total	52			

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Esfuerzo máximo de trampas y horas de trampeo en cada zona de estudio

El esfuerzo de muestreo fue diferente para cada zona de estudio debido al número disponible de trampas Sherman y pitfall, el esfuerzo total en la zona conservada fue mayor al realizado en las otras zonas, dado que se instalaron un mayor número de trampas Sherman, debido a la extensión del terreno. Las horas empleadas en la presente investigación se pueden observar en la Tabla 6.

Tabla 6. Esfuerzo de muestreo y horas de trampeo en cada zona de estudio de la comunidad Akakana-Mollón

Esfuerzo de muestreo	Zona degradada	Zona en proceso de restauración		Zona conservada	
	Sherman	**Sherman**	**Pitfall**	**Sherman**	**Pitfall**
Esfuerzo total trampas	210	240	150	360	150
Horas de trampeo por localidad	5 040	5 760	3 600	8 640	3 600

Fuente: Elaboración propia

***** En la zona degradada no se cuenta con datos de las trampas Pitfall, ya que no se colocaron por negatividad de los dueños debido a que tenían ganado vacuno en el lugar.

4.1.5. Categoría de amenaza en las que se encuentran las especies registradas en la comunidad Akakana-Mollón

Se determinó que la mayoría de las especies registradas en la comunidad Akakana-Mollón de la parroquia San Lucas se encuentran en la categoría de preocupación menor, excepto *Caenolestes caniventer* que según UICN (2006) y Tirira (2011; 2017) se encuentran en la categoría de casi amenazado/ datos insuficientes respectivamente y *Thomasomys caudivarius* que según Tirira (2011; 2017) se encuentra en estado vulnerable (Tabla 7).

Tabla 7. Categoría de amenaza de las especies de pequeños mamíferos registradas en la comunidad Akakana-Mollón, Parroquia San Lucas

Género	Especie	UICN	Libro rojo de mamíferos del Ecuador	Guía de campo mamíferos del Ecuador
Akodon	*mollis*	LC	LC	Común
Caenolestes	*caniventer*	NT	DD	Datos insuficientes
Cryptotis	*montivagus*	LC	LC	Datos insuficientes
Microryzomys	*altissimus*	LC	LC	Común
Microryzomys	*minutus*	LC	LC	Común
Nephelomys	*albigularis*	LC	LC	Común
Thomasomys	*caudivarius*	LC	VU	Vulnerable

Fuente: UICN (2006), Tirira (2011), Tirira (2017)

*LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazado, DD = datos insuficientes, VU = vulnerable.

4.1.6. Especies indicadoras de niveles de conservación

Luego de la evaluación de las especies, según los criterios seleccionados, *Akodon mollis* obtuvo un porcentaje de 75 %, lo que significa que se considera como buen indicador para la zona degradada. De la misma forma se obtuvo un porcentaje de 89,28 % para *Cryptotis montivagus*; sin embargo, *C. montivagus* no puede ser propuesta como indicador para la zona en proceso de restauración ya que se registró una sola vez y las demás especies registradas no cumplen con los criterios necesarios como para poder proponerlas como indicadores para dicha zona. Por su parte, para la zona conservada se propone como indicador a *Nephelomys albigularis* con un porcentaje de 100 % (Tabla 8).

Tabla 8. Evaluación de las especies de micromamíferos como indicadores para las tres zonas de estudio, según la calificación de criterios de Noss (1990) y la metodología modificada de Villarreal et al. (2004)

ZONAS / ESPECIES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN							TOTAL	%
	1	2	3	4	5	6	7		
	No sujeta de aprovechamiento	Abundantes	Ecología bien conocida	De amplia distribución	Medición de manera económica y sencilla, sin la necesidad de ser medidos por expertos	Fácil identificación, sin necesidad de un laboratorio	Sensibles a perturbaciones de su medio		
Degradada									
Akodon mollis	1	2	3	4	5	6	0	21	**75,00**
Microryzomys altissimus	1	2	3	4	5	0	0	15	53,57
Restaurada									
Akodon mollis	1	2	3	4	5	6	0	21	75,00
Cryptotis montivagus	1	0	0	4	5	6	7	23	82,14
Microryzomys minutus	1	2	3	4	5	0	0	15	53,57
Microryzomys Altissimus	1	2	3	4	5	0	0	15	53,57
Conservada									
Akodon mollis	1	2	3	4	5	6	0	21	75,00
Caenolestes caniventer	1	0	0	4	5	6	7	23	82,14
Microryzomys minutus	1	2	3	4	5	0	0	15	53,57
Microryzomys altissimus	1	2	3	4	5	0	0	15	53,57
Nephelomys albigularis	1	2	3	4	5	6	7	24	**100,00**
Thomasomys caudivarius	1	2	3	4	5	0	7	22	78,57

Fuente: Elaboración propia

4.2. Evaluación de la factibilidad de la toma de datos con rigor científico por parte de los finqueros de la parroquia San Lucas

En el taller teórico – práctico se trabajó con un total de ocho personas, quienes asistieron de manera voluntaria. Los asistentes percibieron los estados en que se encontraban las tres zonas de estudio y mediante esta experiencia lograron interiorizar la importancia de conservar los bosques, las funciones que cumplen los mismos, además de la importancia y funciones de los pequeños mamíferos terrestres. De igual forma pudieron conocer las especies de pequeños mamíferos que se registraron en cada zona de estudio y las que se propusieron como

indicadoras de los diferentes niveles de conservación. También se les hizo conocer la metodología que se utilizó tanto en campo como en laboratorio.

Además, en el conversatorio mantenido durante el taller teórico desarrollado el 6 de mayo de 2019, donde se contó con la participación de 12 moradores de la parroquia San Lucas (Anexo 8), se manifestó que las principales actividades que afectan al ambiente son la ganadería, agricultura, mal uso del agua y los incendios. Por otra parte, de las 12 personas encuestadas, 10 estarían dispuestas a trabajar con bioindicadores, principalmente con insectos (en horas de la tarde) y solamente 3 personas quisieran trabajar con micromamíferos (Anexo 9).

Los participantes coincidieron que el tema de investigación es de gran relevancia, y en algunos casos causó admiración por conocer especies que, a decir de ellos, creían que no existían dada la alteración que tienen en el lugar. También mencionaron que la metodología empleada para monitorear era de fácil ejecución; sin embargo, no fue factible la toma de datos y la identificación de los pequeños mamíferos por parte de los finqueros de la parroquia San Lucas, por ende, no se pudo evaluar si la toma de datos sería llevada a cabo con rigor científico o no.

4.3. Propuesta de monitoreo participativo del avance del proceso de restauración mediante el uso de indicadores seleccionados y evaluados por los finqueros de la parroquia San Luca

A partir de la información colectada en campo, los talleres y conversaciones con los pobladores de San Lucas, se ha generado una propuesta de monitoreo participativo, la cual se expone a continuación:

4.3.1. Introducción

La participación de pobladores en monitoreos participativos para determinar el avance del proceso de restauración mediante el monitoreo de pequeños mamíferos terrestres es de suma importancia debido a que, al estar los participantes relacionados directamente con el problema, entienden lo importante que es restaurar las zonas degradadas y más aún si son zonas hídricas indispensables para la misma población.

El monitoreo de las especies indicadoras es clave para determinar si la restauración está ocurriendo conforme se esperaría, dichas especies ayudan a enfocar los problemas y posibles soluciones de estructura y función del ecosistema. Los pequeños mamíferos terrestres constituyen un componente muy importante de todos los ecosistemas terrestres, debido a su abundancia y su amplio rango de tolerancia ecológica, además de ser unos de los eslabones más importantes de la cadena alimenticia. A esto se suma su importancia como dispersores de semillas.

En la propuesta se incluye una guía que contiene las principales características para la identificación de las especies indicadoras de cada zona de conservación. Esta guía se convierte en una herramienta básica necesaria para el estudio del proceso de restauración de las diferentes zonas.

Objetivo de la propuesta

- Guiar los procesos que deben ejecutarse en campo para el registro periódico de pequeños mamíferos como bioindicadores del avance de restauración ecológica.
- Proponer una guía que contenga características propias de las especies indicadoras de cada zona de estudio, como herramienta básica para los pobladores de las áreas aledañas a la comunidad Akakana-Mollón.

4.3.2. Conformación del equipo de trabajo

Para ejecutar esta fase es importante contar con el apoyo de las autoridades competentes de la zona de estudio, como los integrantes del GAD parroquial e instituciones que se encuentren ejecutando proyectos en la zona, ya que unir esfuerzos podría facilitar aspectos de logística o consecución de materiales necesarios para realizar el trabajo.

El equipo para el monitoreo puede ser integrado por hombres, mujeres y niños; los mismos pueden ser de diferentes barrios de la parroquia San Lucas; sin embargo, se debería integrar personas que conozcan la zona de estudio o a su vez que sean propietarios de predios donde se va a realizar el monitoreo, dicho grupo puede estar conformado con un número mínimo de 3 personas, de preferencia adultas y que hayan habitado por más de 20 años en el lugar y que tengan interés en el tema de investigación.

4.3.3. Metodología del monitoreo de pequeños mamíferos para evaluación del proceso de restauración en la comunidad Akakana-Mollón

Para evaluar el proceso de restauración es importante que se realice un monitoreo a mediano plazo (cada año) y a largo plazo (mínimo 10 años), con la finalidad de observar si la zona en proceso de restauración está recuperándose.

En cada zona de estudio se debe establecer un transecto lineal, donde se distribuyan 10 trampas Sherman y 5 trampas Pitfall o de caída para cada zona: las trampas Sherman deben ubicarse con una distancia entre sí de 40 m, mientras que las trampas Pitfall pueden ubicarse con una distancia entre sí de 15 m.

Las trampas Sherman deben ser colocadas en lugares con las siguientes características: 1) debajo de las raíces de los árboles o de troncos, 2) en madrigueras y 3) en lugares donde existan indicios de tránsito de pequeños mamíferos. Para evitar que dichas trampas se extravíen se debe señalar el lugar donde se las ubica con una cinta plástica de color llamativo (rojo, azul o fosforescente).

Por otra parte, para las trampas Pitfall se deben ubicar baldes de 20 litros enterrados al ras del suelo, de modo que solo quede descubierto la entrada del recipiente (Fig. 14), también se debe templar de forma lineal un plástico de 50 m de largo por 60 cm de altura apoyándose de balizas (Fig. 15), de tal forma que cruce justo por el centro de cada uno de los recipientes (Fig. 16).

Figure 14. Ubicación del balde en el terreno.

Figure 15. Instalación de la trampa pitfall.

Figure 16. Trampa pitfall instalada.

Para los dos tipos de trampas se recomienda utilizar los siguientes tipos de cebos, mezcla de avena con esencia de vainilla y mezcla de atún con avena, de manera alternada, en una salida de campo el primer cebo y en la siguiente el otro cebo hasta terminar la fase de muestreo. Para obtener mejores resultados se deben reponer los cebos diariamente.

Se recomienda que el monitoreo se realice durante los meses de marzo, abril y mayo. Cada monitoreo consistirá en cinco días de descanso y cinco días de trabajo en campo, revisando las trampas en horarios de 7 a 9 am. Al realizar el monitoreo deben contar con la guía de identificación de las especies indicadoras y la plantilla de datos de campo (Anexo 4). En dicha guía se pueden observar las fotos con las principales características de las especies indicadoras de cada zona, la misma que facilitaría el reconocimiento por parte de los participantes, mientras que la plantilla de datos de campo permitiría tener la información de forma ordenada.

4.3.4. Descripción de las especies de pequeños mamíferos indicadoras de cada estado de conservación

A continuación, se presenta la descripción de cada especie indicadora por zona de conservación de la comunidad Akakana-Mollón, las mismas facilitan la identificación tanto en campo como en laboratorio. Cabe recalcar que para la zona en proceso de restauración no se propone ningún indicador, dado que las especies registradas en dicha zona no cumplen con la mayoría de los criterios de evaluación propuestos por Noss (1990) y Villarreal (2006).

Zona degradada.- Para esta zona se propone a *Akodon mollis*, la misma se la identifica tomando en consideración la siguiente descripción.

Orden Rodentia, Familia Cricetidae
Akodon mollis
Ratón campestre delicado
Thomas, 1894
Descripción basada en Vallejo y Boada (2018).

Generalidades: Son individuos de tamaño pequeño, su cuerpo es de forma redondeada; su rostro es bastante robusto; las orejas son pequeñas; sus bigotes no sobrepasan el pabellón auditivo cuando se extienden hacia atrás; la cola es corta y robusta en la base, ésta se adelgaza hacia la punta, puede ser peluda o moderadamente peluda.

Medidas: Los individuos registrados en la zona presentan las siguientes medidas: largo total de 155–170mm, cola 66–85mm, pata 20–21mm, oreja 10–12mm, peso 19–27g.

Coloración: Su pelaje dorsal es variable, de color oliva oscuro a marrón amarillento, este color combina con los pelos del vientre que son de color beige grisáceo a beige opaco y con una franja dorsal más oscura en la línea media del lomo; la superficie dorsal de las extremidades es de color marrón pálido a gris, cubierta con pelos bicolor de base oscura; los pelos de las garras son de color marrón grisáceos o claros, estos suelen sobrepasar el largo de las garras; su cola suele ser o no bicolor; la parte del mentón presenta una coloración blanquecina; sus orejas son de color negro.

Diagnóstico de la especie indicadora: *Akodon mollis* se diferencia de *Nephelomys abigularis* principalmente por la forma del cuerpo, los individuos de la primera especie son de forma redondeada; mientras que de la segunda son robustos y largos. *A. mollis* tiene un pelaje dorsal variable, de color oliva oscuro a marrón amarillento, mientras que *N. albigularis* presenta una coloración dorsal de anaranjado canoso brillante con café oscuro a ocráceo intensamente canoso con café oscuro. *Akodon mollis* es un ratón, mientras que *N. albigularis* es una rata. La medida de la pata de *A. mollis* está en un rango de 20–21mm, mientras que la medida de la pata de *N. albigularys* está en un rango de 32–35mm.

Zona conservada. – *Nephelomys albigularis*, es una rata que presenta registros en zonas conservadas, debido a esta información y de acuerdo con la evaluación, se la propone como la especie indicadora para dicha zona. A la misma se la puede identificar considerando la siguiente descripción:

Orden Rodentia, Familia Cricetidae
Nephelomys albigularis
Rata de bosque nublado de garganta blanca
(Tomes 1860)
Descripción basada en Vallejo (2018).

Generalidades: Especie de tamaño mediano, con cola más larga que el cuerpo; presentan pelaje dorsal largo, denso y suave; tiene orejas grandes, sus dientes son bastantes filudos y tan duros que son capaces de poder romper la lata de trampa.

Medidas: Los individuos registrados presentan las siguientes medidas: largo total 190–285mm; cola 120–135mm; pata 32–35mm; oreja 15–21 mm; peso 59–72g.

Coloración: Su pelaje dorsal presenta una coloración de anaranjado canoso brillante con café oscuro a ocráceo intensamente canoso con café oscuro; el pelaje ventral es blanquecino a amarillento. Su cola puede ser o no bicolor; puede o no presentar parches de pelos de un solo color en la garganta; la base de la superficie dorsal de las extremidades es de color rosado, cubierta con pelos de color ceniza a blancos.

Diagnóstico de la especie indicadora: *Nephelomys albigularis* se diferencia de *Akodon mollis* principalmente por la forma del cuerpo, la primera especie es robusta y larga, mientras que la segunda es de forma redondeada, en cuanto a la coloración del pelaje *N. albigularis* presenta una coloración dorsal de anaranjado canoso brillante con café oscuro a ocráceo intensamente canoso con café oscuro, mientras que *A. mollis* tiene un pelaje dorsal variable, de color oliva oscuro a marrón amarillento. *Nephelomys albigularis* es una rata, mientras que *A. mollis* es un ratón. La medida de la pata de *N. albigularis* está en un rango 32- 35 mm, mientras que la medida de la pata de *A. mollis* está en un rango de 20- 21 mm.

Para poder identificar estas especies también se puede revisar el Libro “Guía de Mamíferos del Ecuador” (Tirira, 2017). Es importante mencionar que, si existen dudas sobre la identificación de las especies, es recomendable solicitar la ayuda de un especialista.

5. DISCUSIÓN

En el presente estudio se obtuvieron un total de 52 individuos de micromamíferos, el mayor número de registros tanto de especies como de individuos pertenece al orden Rodentia, resultados que concuerdan con la riqueza habitual de ecosistemas altoandinos del país (Rivas y Linares, 2006; Tirira, 2007). Según Tirira (2017) estas especies ocupan el segundo lugar más diverso de pequeños mamíferos del Ecuador, sin embargo, la creciente fragmentación de los hábitats ha puesto en riesgo a varias especies y a otras ha causado su extinción (Ron et al., 2011; Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), 2012). El orden Paucituberculata y Eulipotyphla presentaron el menor número de registros, lo que se atribuye según Tirira (2017) al número reducido de especies que presentan estos órdenes en el Ecuador.

La mayoría de las especies registradas en el presente estudio sí se han reportado anteriormente para la Provincia de Loja, tales como *Akodon mollis*, *Microryzomys altissimus*, *Nephelomys albigularis*, *Thomasomys caudivarius* y *Cryptotis montivagus*, que presentan registros en el cantón Saraguro, localidad cercana a la zona de estudio. Sin embargo, para *Caenolestes caniventer* el registro más cercano que existe es Lago El Compadre, Cajanuma, Loja y para *M. minutus* es la provincia de Azuay; este estudio, registra por primera vez a estas dos especies en la parroquia San Lucas, comunidad Akakana-Mollón. La zona de estudio presenta características similares en altitud y vegetación a las zonas donde estas especies se han reportado anteriormente en otras localidades hacia el norte y occidente (Bioweb, 2019; Tirira, 2017).

La zona degradada presenta un área totalmente abierta con presencia de pastizales que se emplean para ganadería, allí se obtuvieron los valores más bajos de diversidad. A pesar de que varias de las especies registradas pueden ser clasificadas como generalistas, únicamente se registraron dos especies con un número de cinco individuos en total. Estos bajos valores de diversidad son debidos a que en la zona existe una gran cantidad de ganadería lo cual no les favorece y hace que estas especies tengan que migrar a nuevos hábitats (Schmidt et al., 2005; Evans et al., 2015). Para esta zona, se obtuvo una eficiencia de muestreo relativamente buena

(77 % en promedio), lo que señala que se debería ampliar el esfuerzo de muestreo para lograr registrar una mayor riqueza de especies en el área.

De las tres zonas investigadas, la que está en proceso de restauración fue la que tuvo mayor diversidad de especies. Esta zona a inicio del estudio era pastizal de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* [Hochstetter]) y Holco (*Holcus lanatus* [Linneo]) en un 90 %, con dos pequeños parches de matorral en cada extremo de la zona, la diversidad encontrada en esta zona podría atribuirse a que justo por el centro cruza un cuerpo de agua, indispensable para la vida de estas especies y debido a que las zonas riparias son lugares preferenciales por especies registradas para dichas zonas. Según los estimadores el esfuerzo de muestreo fue alto, es decir, superior al 90 % en promedio entre los distintos estimadores.

En cuanto a la zona conservada, no se obtuvieron valores altos de diversidad, según los estimadores el esfuerzo de muestreo fue de (48 % en promedio), este bajo porcentaje puede deberse a que el estimador Chao2 se basa en la incidencia, es decir que necesita datos de presencia-ausencia de especies en una muestra dada. Este estimador toma en cuenta especies que ocurren solo en una muestra y las que ocurren exactamente en dos muestras, por lo tanto, no toma en consideración las especies que presentan 4 y 18 registros en este estudio. Sin embargo, es imprescindible ampliar el esfuerzo de muestreo. Existe la posibilidad de que el resto de especies que puedan encontrarse en esta zona se encuentren más dispersas y por tanto sean más difíciles de capturar, requiriendo un mayor número de trampas o un mayor tiempo de muestreo (Brito, 2013). Castiglioni et al. (2017) menciona que a mayor frecuencia de muestreo la eficiencia del mismo aumenta, en términos de representación de abundancia de especies en el lugar de estudio. La ubicación de las trampas y la orientación de las mismas también son aspectos importantes que se deben tomar en cuenta para una mejor captura de especies (Brito et al., 2012).

La especie más abundante para la zona conservada fue *Nephelomys albigularis*, y según los criterios de evaluación ha sido considerada como la potencial especie indicadora del estado de conservación. Esta especie habita en ambientes húmedos, como bosques adyacentes a cuerpos de agua o arroyos de caudal rápido, vive dentro o alrededor de árboles caídos (Vallejo, 2018). Cabe recalcar que esta especie fue únicamente registrada en la zona catalogada para este estudio como conservada, lo que hace pensar que se trata de un especialista de dicho hábitat. Cuando

las especies presentan esta característica se las considera como indicadores de hábitat de buena calidad (Bonvicino et al., 2002).

Para la zona en proceso de restauración no se pudo proponer una especie indicadora, debido a que las especies que fueron registradas no cumplen con la mayoría de los criterios establecidos, ya que al proponer un indicador hay que tomar en cuenta que permita monitorear, medir en escala de tiempo y espacio y evaluar características de los ecosistemas (Caro et al., 2007).

Akodon mollis es una especie de roedor de amplia distribución y habitualmente común en muchas localidades. Sin embargo, se lo ha registrado la mayor parte en herbazales, pudiendo suponer más del 60 % de las capturas en este tipo de ecosistema (Barnett, 1999). Esta especie fue registrada en las tres zonas de estudio, pero la mayor abundancia se dio en la zona en proceso de restauración, dicha zona se encuentra aledaña a la zona degradada. Vallejo y Boada (2018) aseguran que *A. mollis* puede ser propuesta como indicadora de zonas degradadas, lo que la convierta en un excelente indicador para estas zonas. En el presente estudio únicamente se registraron cuatro individuos en esta zona, lo que podría deberse a la presencia de ganado que tendería a disminuir las fluctuaciones periódicas de los roedores, así como afectar sus picos de densidad, principalmente por la eliminación de biomasa vegetal (Schmidt et al., 2005; Evans et al., 2015).

Aunque localmente no existen estudios donde se propongan especies como indicadoras de niveles de conservación, existen investigaciones en otros lugares donde los pequeños mamíferos, principalmente roedores, son empleados como buenos indicadores en diversas evaluaciones ambientales, tomando en cuenta la vulnerabilidad a la pérdida del hábitat, el endemismo, la variedad de nichos que ocupan y los rangos de distribución, estas características hacen de estos animales buenos indicadores (Paliza, 2018).

El monitoreo de pequeños mamíferos como indicadores de niveles de conservación es una tarea compleja y más aún cuando se incluye a la comunidad, sin embargo, es necesario y fructuoso, ya que es una manera de que la gente conozca la realidad de su medio y además porque estas pequeñas especies son componentes claves en los procesos de sucesión y regeneración, ya que juegan un papel importante en la post dispersión de semillas (Adler 1998; Demattia et al., 2006).

La mayoría de especies registradas en este estudio como *A. mollis, C. montivagus, M. minutus, M. altissimus* y *N. albigularis* se encuentran según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2006) y Tirira (2011) en la categoría de preocupación menor (LC), debido principalmente a la fácil adaptación a los diversos hábitats que estas especies pueden llegar a colonizar, ya que la mayoría son consideradas comunes y fácil de registrar. Sin embargo, en el libro actualizado de guía de campo de Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017), estas especies se catalogan de manera diferente. Así, *C. montivagu*s la considera como datos insuficientes, *A. mollis, M. altissimus, M. minutus* y *N. albigularis* son consideradas como común.

Tal es el caso de *Thomasomys caudivarius,* cuyo estatus de conservación ha ido cambiando conforme se han realizado mayores investigaciones sobre ésta, ya que en el 2006 estuvo considerada como preocupación menor según (UICN, 2006), mientras que en el 2011 (Tirira, 2011) fue catalogada como vulnerable y finalmente Tirira (2017) la considera igualmente como vulnerable. Esta última categoría podría ser más realista que las demás, dado que se trata de una especie que habita en zonas con abundantes arbustos y árboles enanos (Anthony, 1923). Teniendo en cuenta el registro de un solo individuo se asume que la zona de estudio catalogada para efectos de la presente investigación como conservada, quizá no reúne las condiciones que ésta requiere. Además, la misma se encuentra rodeada de pastizal donde existe ganadería extensiva.

Caenolestes caniventer en el año 2006, fue catalogada como casi amenazado (UICN, 2006), mientras que para el año 2011 según Tirira (2011) es considera como datos insuficientes, y finalmente en un estudio más actualizado de Tirira (2017) la considera como datos insuficientes nuevamente. Esta última categoría tiene más validez por su actualización, los datos insuficientes que se tiene de esta especie, se puede asumir que es debido a la acelerada degradación que se da por las diferentes actividades para el desarrollo humano, lo cual ha ido terminando con su hábitat natural, y por ende poniendo en riesgo esta especie ya que estos individuos necesitan de un lugar conservado para su desarrollo, o a su vez se deba a una insuficiente investigación en nuestro país de estas especies (Vallejo y Boada, 2018).

En la presente investigación se buscó implementar el monitoreo participativo de pequeños mamíferos, con el fin de que la gente se involucre y en monitoreos futuros del avance del proceso de restauración sean ellos quienes generen este tipo de información, además para que sean ellos mismos los que puedan percibir la realidad del ambiente. Esto se corrobora con el

estudio realizado por Lagunas, Beltrán, Urciaga y Ortega (2008), donde mencionan que llevar a cabo este tipo de investigación participativa acerca al verdadero uso de los recursos naturales y además les permite conocer la realidad del medio que los rodea. Sin embargo, resulta difícil involucrar personas a este tipo de investigación, porque en ocasiones los grupos participantes son heterogéneos y cada uno posee sus propios intereses, y se vuelve aún más complicado cuando no hay un estipendio.

Ante lo mencionado, resultó imposible evaluar la rigurosidad científica en la toma de datos principalmente porque los pobladores del sector no disponen de tiempo en horas de la mañana, por las condiciones climáticas extremas y en casos muy particulares, incluso se debió al temor que les causan los roedores. A pesar de ello se logró que 12 personas participaran en los talleres de capacitación tanto en campo como en las aulas, a quienes de una u otra forma les interesaba el proyecto. En los talleres impartidos los participantes mencionaron que este tipo de estudios les llamaba la atención, pero que también les gustaría que se implementen investigaciones del manejo sustentable de ganadería, ya que es una de las principales actividades que realizan en la zona y que están conscientes que mediante esta actividad contribuyen a la degradación del medio ambiente.

6. CONCLUSIONES

- En las tres zonas de estudio de la comunidad Akakana-Mollón, los roedores fueron los más representativos entre los pequeños mamíferos terrestres y entre éstos, la familia Cricetidae fue la más representativa con la especie *Nephelomys albigularis*. No obstante, la zona en proceso de restauración pasiva presentó la mayor diversidad de especies de micromamíferos.

- *Akodon mollis* fue propuesta como la especie indicadora más apropiada para la zona degradada, mientras que para la zona conservada se propuso a *Nephelomys albigularis*.

- El mayor número de especies registradas en la presente investigación, se encuentran en la categoría LC (Preocupación menor), siendo *Caenolestes caniventer* el único registro que se encuentra en la categoría NT/DD (casi amenazado/datos insuficientes), además *Thomasomys caudivarius* se encuentra en la categoría vulnerable, lo que demuestra la importancia de conservar estos bosques.

- No se puede contestar que los participantes de la comunidad Akakana-Mollón de la parroquia San Lucas, registren datos con rigor científico, debido entre otras causas, a las horas en que se realizan los muestreo y a la disponibilidad de tiempo que tenían.

- Se cuenta con una propuesta, herramienta necesaria para futuras evaluaciones del avance del proceso de restauración, realizada con base en la experiencia que se obtuvo durante la ejecución del presente estudio.

7. RECOMENDACIONES

- Utilizar igual esfuerzo de muestreo para las tres zonas de estudios, con la finalidad de aplicar análisis estadísticos que permitan comparar la diversidad entre zonas. Ello implica extender el período de muestreo tomando en cuenta las condiciones climáticas y aumentar el número de trampas utilizadas.

- No solo trabajar con personas adultas sino tratar de incluir escuelas primarias cercanas a los sitios de estudios, con la finalidad de que se involucren en los procesos a largo plazo de monitoreos participativos y puedan generar datos con rigor científico que puedan ser utilizados en diferentes estudios de investigación.

- Implementar planes de educación ambiental y capacitación para los pobladores de la zona, en temas de restauración de zonas riparias y manejo de ganadería sustentable.

- En monitoreos futuros tomar en cuenta la especie *Cryptotis montivagus* para que se proponga coma indicadora de la zona en proceso de restauración, ya que cuenta con características particulares de fácil identificación con respecto a las otras especies registradas en la zona.

8. BIBLIOGRAFÍA

Adler, GH (1998). Impactos de la abundancia de recursos en las poblaciones de un roedor de bosque tropical. Ecología , 79 (1), 242–254.

Aguirre M, Z., Aguirre, N. y Muñoz Ch, J. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. Arnaldoa, 24(2), 523–542.

Aguirre, N., Eguigure, P., Maita, J., Coronel, V., Samaniego, N., Ojeda, T. y Aguirre, Z. (2015). Vulnerabilidad al cambio climático en la Región Sur del Ecuador: Potenciales impactos en los ecosistemas, producción de biomasa y producción hídrica. Loja, Ecuador.

Aguirre, Z. (2012). Biodiversidad Ecuatoriana. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja, Ecuador.

Albuja, L. (1991). Lista de vertebrados del Ecuador, mamíferos. Revista Politécnica, 16(3), 160 –200.

Allen, J. A. (1900). Un estudio preliminar de las zarigüeyas norteamericanas del género *Didelphis* . La prensa Knickerbocker.

Anthony, AW (1923). Emigraciones periódicas de mamíferos. Diario de Mammalogía, 4 (1), 60 –61.

Anthony, H. E. (1923). Preliminary report on Ecuadorian mammals. American Museum novitates, 55.

Anthony, H. E. (1921). Preliminary report on Ecuadorian mammals. American Museum Novitates 20 (1), 1–6.

Barnett, A. A. (1999). Small mammals of the Cajas Plateau, southern Ecuador: ecology and natural history. Bulletin of the Florida Museum of Natural History, 42(4), 161–217.

Bonvicino, C. R., Lindbergh, S. M. y Maroja, L. S. (2002). Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic Forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. Brazilian Journal of Biology, 62(4B), 765 –774.

Brito, J. (2013). Composición y abundancia de los pequeños mamíferos terrestres en dos tipos de hábitats, Páramo de Frailejón y bosque de *Polylepis* en la Reserva Ecológica El Ángel, (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Carchi, Ecuador.

Brito, M. y Ojala, B. R. (2016). Mamíferos no voladores del Parque Nacional Sangay, Ecuador. Papéis Avulsos de Zoología, 56(5), 4.

Brito, M., Teska, W. R. y Ojala-Barbour, R. (2012). Descripción del nido de dos especies de *Thomasomys* (Cricetidae) en un bosque alto-andino en Ecuador. Therya: 3(2), 263–268.

Cañadas y Cruz. (1983). El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional de Regionalización Agraria. Banco Central del Ecuador. Quito.

Caro, C., Quinteros, Z. y Mendoza, V. (2007). Identificación de Indicadores de Conservación para la Reserva Nacional de Junín, Perú. Ecología Aplicada, 6(1,2). Lima, Perú.

Castiglioni, E., Perioto, N., Lara, R. I., Burla, J. P., Arbulo, N. y Aldabe, J. (2017). Análisis de esfuerzo de muestreo de himenópteros parasitoides en tres ambientes del este Uruguayo. Innotec, 98–105.

Charre, J. F., Magaña, G., Monterrubio, T. C., Tafolla, R., Charre, J. L. y Botello, F. (2016). Mamíferos medianos y grandes del municipio de Victoria, Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato, México. Acta Universitaria, 26(2), 62 - 63. doi: 10.15174/au.2016.1438

Colwell, R. K. (2016). EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples: User's Guide and application.

Cuéllar, E. y Noss, A. (2014). Diversidad de mamíferos y participación local en la conservación en el Gran Chaco Boliviano. Therya, 5(1), 39–60.

Davis, D. (2000). Estimación del tamaño de poblaciones de vida silvestre. Universidad de Indiana-Pennsylvania-Estados Unidos de América.

Dallmeier, F., y Alonso, A. (1997). Biodiversity Assessment and Long-term Monitoring of the Lower Urubamba Region. Perú: San Martín-3 and Cashiriari-2 Well Sites, SI/MAB Series, 1.

Delany, M. J. (1974). The ecology of small mammals. Studies in biology; 51. México.

Demattia, E. A., Rathcke, B. J., Curran, L. M., Aguilar, R.. y Vargas, O. (2006). Effects of Small Rodent and Large Mammal Exclusión on Seedling Recruitment in Costa Rica 1. Biotropica: The Journal of Biology and Conservation, 38(2), 196–202.

Evans, D. M., Villar, N., Littlewood, N. A., Pakeman, R. J., Evans, S. A., Dennis, P. y Redpath, S. M. (2015). The cascading impacts of livestock grazing in upland ecosystems: a 10-year experiment. Ecosphere, 6(3), 1–15.

Evans, K. y Guariguata, M. R. (2008). Monitoreo participativo para el manejo forestal en el trópico: una revisión de herramientas, conceptos y lecciones aprendidas. Bogor, Indonesia: Cifor.

Feinsinger, P. (2004). El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad (tesis de pregrado). Universidad de la república, Uruguay Facultad de Ciencias, Uruguay.

García, V. y Estrada, A. (2010). Estudio para la identificación de especies de mamíferos medianos y grandes en el Parque Nacional Palenque, Palenque. Chiapas, México.

Informe del proyecto CONANP/DRFSIPS/AD-ES-003/2010. Recuperado de https://www.academia.edu/36147200.

González, J. A., Díaz, A. A., Hernández, L., Buzo, D. y Bonache, C. (2010). Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de puebla, México. Animal Biodiversity and Conservation.

Hair, J. (2000). Medida de la diversidad ecológica. Departamento de zoología y bosques de la universidad del Norte de Carolina, Estados Unidos de América.

Hall, E. (1996). Collecting and preparing study specimens of vertebrates. The university of Kansas Natural History Museum. Miscellaneous Publication 30: 1–46 Hammer, Harper.

Hammer, Haper. y Ryan. (2001). PAST: Paquete de software de estadísticas paleontológicas para educación y análisis de datos. Paleontología electrónica, 4(1), 9.

Herbario, Loja. (2000). Diagnóstico de la vegetación natural y de la intervención humana en los páramos del Parque Nacional Podocarpus. Programa Podocarpus. Informe final. Loja, Ecuador.

Hopson, J. A. (1991). Systematics of the non-mammalian Synapsids and implications for patterns of evolution in synapsids. In: Controversial Views on the Origin of Higher Categories of Vertebrates (Ed. by H. P. Schultze y L. Trueb), Ithaca: Cornell University Press.

Icarito. (2008). Enciclopedia Virtual (en línea). Disponible en: http://www.icarito.cl/?s=mam%C3%ADferos.

iNaturalist, CONABIO http://www.naturalista.mx/taxa/43155- *Phyllotis andium* Acceso 14 de agosto de 2019.

Illescas, F. (2016). Área biológica y biomédica (tesis doctoral). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.

Lagunas-Vázquez, M., Beltrán-Morales, L. F., Urciaga-García, J. y Ortega-Rubio, A. (2008). Evaluación rural participativa: uso de los recursos naturales en la reserva de la biosfera El Vizcaíno, BCS, México. Economía, sociedad y territorio, 8(26), 451–476.

Linding, R. (2011). La restauración ecológica como una construcción social, La restauración ecológica en la práctica: Simposio llevado a cabo en el I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Magurran, A. (1987). Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedra. Barcelona, España.

Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. Current Biology, 15(4), R116-R118.

Marcks, H. (2004). Small Mammals as Bioindicators: An Assessment of Ontario's Boreal Forest (Doctoral dissertation), from the Faculty of Forestry, University of Toronto.

Mazón, M., Sánchez, D., Díaz, F. A. y Gaviria, J. C. (2016). Metodología para el monitoreo participativo de la restauración ecológica con estudiantes de primaria en plantaciones de cacao de Mérida, Venezuela. Biota Colombiana, 17(1), 17–23. doi: 10.21068/C2016v17r01a02.

Mbagua, M, S. (2002). Influence of land use patterns on diversity, distribution and abundance of small mammals in Gachoka division of Mbeere District, Kenya.

Ministerio del Ambiente, EcoCiencia y Union Mundial para la Naturaleza (UICN). (2001). La biodiversidad del Ecuador. Informe 2000. Ed. Por Carmen Josse. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2016). Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015–2030. Quito, Ecuador.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M y T - Manuales y Tesis. SEA.

Moreno, J., Patarroyo, N. y Rodríguez, H. (2006). Importancia del uso de los indicadores biológicos en los estudios de impacto ambiental (tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander. Bogotá.

Moreno, P., Vallejo, A. F. y Boada, C. (2018). Cryptotis equatoris 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/Cryptotis%20equatoris, acceso Jueves, 15 de Agosto de 2019.

Nicholson, E., Collen, B., Barausse, A., Blanchard, J. L., Costelloe, B. T., Sullivan, K. M. y McRae, L. (2012). Making robust policy decisions using global biodiversity indicators. PloS one, 7(7), https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041128

Noss, R, (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation Biology, 4(4), 340–345.

Osgood, W. 1933. The South American mice referred to *Microryzomys* and *Thallomyscus*. Field Museum of Natural History, Zoological Series (20), 18.

Paladines, R. (2003). Propuesta de conservación del Bosque seco en el Sur de Ecuador. Lyonia, 4(2), 180–190.

Paliza, E. (2018). Pertinencia de los mamíferos como indicadores de diversidad biológica n las evaluaciones ambientales (tesis de pregrado). Universidad nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.

Percich, R. E. (1988). Dinámica poblacional del ratón del pastizal pampeano (*Akodon azarae*) en ecosistemas agrarios de Argentina. Revista Chilena de Historia Natural, 61, 231–244.

Plan de vida de la parroquia San Lucas. (2015). Actualización del plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015–2019. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1160028090001_ACTUALIZACI%C3%93N%20PDOT%20SAN%20LUCAS%20_30-10-2015_02-08-56.pdf.

Prado, C. y Bejarano, B. (2009). Pequeños mamíferos no voladores de la reserva natural Ibanasca. Tolima, Colombia. Tumbaga, (4), 121–134.

Repositorio Institucional Universidad Industrial de Santander. Recuperado de la importancia del uso de los indicadores Biológicos en las estudios de impacto ambiental; http//repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7597/2/122608.pdf.

Ríos-Touma, B. y Encalada, A. (2015). Biomasa de algas bentónicas en ríos de páramo. In C. Larrea, F. Cuesta, A. López, N. Greene, P. Iturralde, G Maldonado y Suárez Duque (Eds.), Propuesta de Indicadores Nacionales de Biodiversidad, una contribución para el sistema nacional de monitoreo del patrimonio natural y para la evaluación del impacto de la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción 2015- 2 (1st ed., pp. 131–133). Quito – Ecuador: MAE, CONDESAN, GIZ, PNUD-FMAM, USAB.

Rivas, B. A. y Linares, O. J. (2006). Cambios en la forma de la pata posterior entre roedores sigmodontinos según su locomoción y hábitat. Mastozoología Neotropical, 13(2), 200–215.

Romero, J. y Medina, M. (2008). Micro y mesomamíferos del área de influencia del cerro el Ahuaca (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Calvas, Loja.

Ron S., Guayasamin J. y Menéndez, P. (2011). Biodiversity and conservation status of Ecuadorian amphibians. En: Heatwole H, Barrio-Amoros CL, Wilkinson HW, editors. Amphi Biol. 9(2), 129–170.

Samamé, M. y Martínez, J. L. (2014). Construyendo un sistema de monitoreo participativo: el caso de comunidades nativas de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul, Perú. 4, 1–29.

Saquicela, J. (2010). Análisis preliminar de riqueza y diversidad de lepidópteros diurnos promisorios en dos unidades de vegetación andina de la cuenca alta y media de Río Paute (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca.

Schmidt, N. M., Olsen, H., Bildse, M., Sluydts, V. y Leirs, H. (2005). Effects of grazing intensity on small mammal population ecology in wet meadows. Basic and Applied Ecology, 6(1), 57– 66.

Senplades, S. (2015). Agenda Zonal: Zona 7-Sur. Provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe, 2013–2017.

Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER)–Society for Ecological Restoration International. (2004). Principios sobre SER. Internacional sobre la restauración ecológica. Grupo de Trabajo sobre Ciencia y Política.

Tirira, D. G. (1998). Tecnicas De Campo Para El Estudio De Mamíferos Silvestres. Biología, Sistemática y Conservación de Los Mamíferos Del Ecuador.

Tirira, D. G. (1999). Mamíferos del Ecuador (Vol. 2). Museo de Zoología, Centro de Biodiversidad y Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

Tirira, D. G. (2004). Nombres de los Mamíferos del Ecuador. Quito, Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco.

Tirira, D. G. (2007). Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador. Publicación especial sobre los Mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco.

Tirira, D. G. (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.

Tirira, D. G. (2017). Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador, Incluye las Islas Galápagos y la Zona Antártica Ecuatoriana. Quito, Ecuador: Ediciones Murciélago Blanco.

Tirira, D. G. y Boada, C. E. (2009). Diversidad de mamíferos en bosques de Ceja Andina alta. Boletín Técnico 8, Serie Zoológica, 4, 1–24.

Tomes, R. F. (1860). Notes on a second collection of Mammalia made by Mr. Fraser in the Republic of Ecuador. Proceedings of the Committee of Science and Correspondence of the Zoological Society of London, 211–221.

Thomas, O. (1894). Descriptions of some new Neotropical Muridae. Annals and Magazine of Natural History (6), 346 –366.

Union Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2006). Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Recuperado de www.iucnredlist.org.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2011) Red List of Threatened Species. Version 2011.2.

Uribeondo, J. (2007). Biodiversidad El Mosaico de la Vida (tesis doctoral). Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, España.

Vallejo, A.F y Boada, C. (2017). *Phyllotis andium* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Phyllotis%20andium, acceso Jueves, 15 de Agosto de 2019.

Vallejo, A. F. y Boada, C. (2018). *Akodon mollis* en: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. y Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontifica Universidad Católica del Ecuador. Recuperado de https://biowed.biowed.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Akodon%20molli.

Vallejo, A. F. y Boada, C. (2018). *Akodon mollis* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Akodon%20mollis, acceso Jueves, 15 de Agosto de 2019.

Vallejo, A. F. y Boada, C. (2018). *Microryzomys altissimus* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Microryzomys%20altissimus, acceso Jueves, 15 de Agosto de 2019.

Vallejo, A. F. y Boada, C. (2018). *Microryzomys minutus* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Microryzomys%20minutus, acceso Jueves, 15 de Agosto de 2019.

Vallejo, A.F. (2018). *Nephelomys albigularis* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Nephelomys%20albigularis, acceso Jueves, 15 de Agosto de 2019.

Vallejo, A. F. y Boada, C (2017). *Rhipidomys leucodactylus* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Rhipidomys%20leucodactylus, acceso Jueves, 15 de Agosto de 2019.

Vallejo, A. F. y Boada, C. (2018). *Thomasomys caudivarius* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Thomasomys%20caudivarius, acceso Jueves, 15 de Agosto de 2019.

Vallejo, A. F. (2018). *Nephelomys albigularis.* En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. y Vallejo, A. F. (eds). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. recuperado de https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Nephelomys%20albigularis.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., fagua, G., Gast, F. y Unaña, A. M. (2006). Manual De Métodos Para el Desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Voss, R. S. y Emmons, L. (1996). Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. Bulletin of the AMNH; 230.

9. ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico del área de estudio de la zona degrada

Zona de estudio degradada

Zona de pastizal, lugar de muestreo en zona degradada

Anexo 2 . Registro fotográfico de las zonas de estudio en proceso de restauración

Zona de estudio, al inicio del proceso de restauración

Cercamiento de la zona a restaurar

Zona en proceso de restauración

Avance del proceso de restauración

Avance del proceso de restauración

Anexo 3. Registro fotográfico del área de estudio la zona conservada

Parche de bosque, determinada como zona de conservación

Zona de estudio conservada

Parte interna del bosque conservado

Anexo 4. Plantilla para la toma de datos en campo. Medidas según Voss (2003), datos reproductivos elaborado por Brito (2012)

PROTOCOLO PARA LA TOMA DE MEDIDAS Y DATOS REPRODUCTIVOS PARA PEQUEÑOS MAMÍFEROS EN EL CAMPO							
Localidad							
Fecha:		**coordenadas:**					
Colector:		**altitud(msnm)**		**tipo de hábitat:**			
Núm.	**Especie**	**Sex**	**LT**	**LC**	**LO**	**LP**	**Gets**

***** Núm.= número de registro; Sex= sexo de los individuos; LT= largo total; LC= largo de la cola; LP= largo de la pata, LO= largo de la oreja; Gest= gestante.

Anexo 5. Registro fotográfico de las pieles preparadas y etiquetadas de las especies capturadas en el estudio

Especímenes conservados como pieles

Anexo 6. Entrevista aplicada a los participantes del monitoreo participativo de la comunidad Akakana-Mollón

ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS PARTICIPANTES DE LOS TALLERES TEÓRICOS-PRÁCTICOS ENFOCADOS A MONITOREO DE PEQUEÑOS MICROMAMÍFEROS TERRESTRES INDICADORES DE NIVELES DE CONSERVACIÓN.

1. **Datos del participante**

parroquia:
sexo: masculino ( ) femenino ( )
edad: ( )

2. **Responda las siguientes preguntas**

¿Cuáles son las actividades que afectan al ambiente en su parroquia? ordene de la más importante a la menos.

☐ minería ☐ agricultura ☐ mal uso de agua

☐ ganadería ☐ extracción de madera ☐ incendios

otros _____

¿Estaría usted dispuesto a reconocer y trabajar con los pequeños mamíferos como indicadores seleccionados para las tres zonas de estudio?

☐ **si**

☐ **no.**

¿Por qué no? _____

Si la respuesta fue sí, ¿con qué indicador estaría dispuesto a trabajar?

☐ insectos ☐ micromamíferos

otros _____

¿Si la respuesta fue sí, cuánto tiempo estaría dispuesto a dedicar al monitoreo? considere que el monitoreo sería cada seis meses.

☐ una hora en la mañana ☐ una hora en la tarde

☐ una mañana entera ☐ una tarde entera

☐ un día entero ☐ más de un día en una semana

otros _____

Anexo 7. Registro fotográfico de las especies registradas en la comunidad Akakana-Mollón de la Parroquia San Lucas

Akodon mollis

Cryptotis montivagus

Nephelomys albigularis

Microryzomys altissimus.

Microryzomys minutus

Thomasomys caudivarius

Anexo 8. Registro fotográfico de la participación de los moradores en los talleres impartidos en la Parroquia San Lucas.

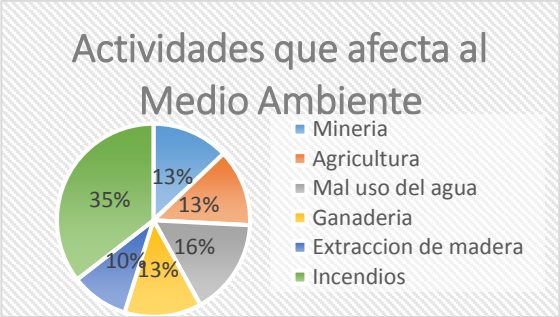
Participación de la comunidad en el taller impartido en el campo.

Enseñanza de la ubicación de las trampas Sherman a los participantes.

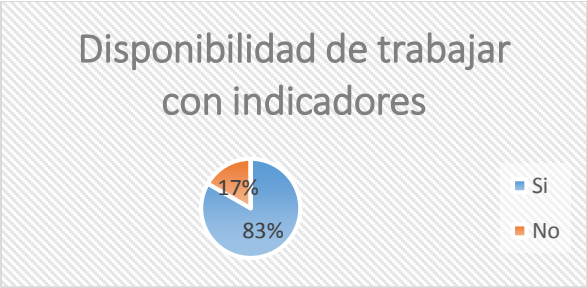
Participación de la comunidad en el taller impartido en el aula.

Anexo 9. Tabulación de los resultados de la entrevista aplicada a los 12 participantes del monitoreo participativo

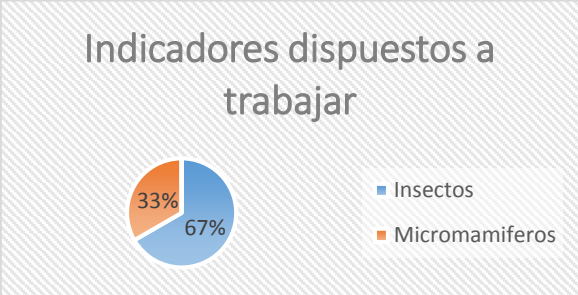
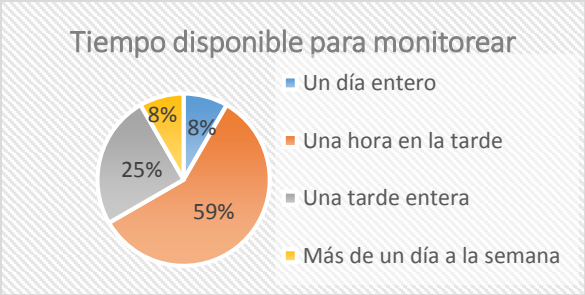
¿Cuáles son las actividades que afectan al medio ambiente en su parroquia? Ordene de la más importante a la menos.



¿Estaría Ud. Dispuesto a reconocer y trabajar con los indicadores seleccionados para las zonas de estudio?



Si la respuesta fue sí, ¿con qué indicador estaría dispuesto a trabajar?



¿Si la respuesta fue sí, cuánto tiempo estaría dispuesto a dedicar al monitoreo? Considere que el monitoreo sería cada seis meses.