UNIVERSIDAD DEL AZUAY.

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.

ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN

Variación en los patrones de diversidad de los murciélagos a través del mosaico de hábitat en el paisaje urbano, Cuenca-Ecuador.

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

BIÓLOGO CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN.

Autores:

SAMUEL ANIBAL FAJARDO REINOSO.

ANDREA MARISOL TAMAYO CHUMBI.

Director:

DAVID SIDDONS.

CUENCA-ECUADOR.

2018

DEDICATORIA

A mis padres Glenda Reinoso Cabrera y Rafael Fajardo Heredia por el apoyo económico y moral.

A mi hermano Juan Fajardo Reinoso por apoyarme y acompañarme en el transcurso de mi carrera.

Samuel Fajardo Reinoso.

DEDICATORIA

A mis padres por el todo el apoyo que me supieron dar en el transcurso de mi carrera.

A mis hermanas por sus concejos.

A ti, por siempre estar ahí. AFUNSHARI.

Marisol Tamayo Chumbi.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los directivos de las distintas instituciones públicas y privadas que nos permitieron el ingreso para llevar acabo nuestro estudio.

Agradecimiento muy especial a los pobladores de las distintas zonas de muestreo por su cordialidad y amabilidad en permitirnos realizar las distintas actividades.

A nuestro director de tesis Blgo. David Siddons, por su asesoramiento en el desarrollo de nuestra investigación.

A Ismael Espinoza por su colaboración en el trabajo de campo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA ii

DEDICATORIA iii

AGRADECIMIENTOS iv

RESUMEN ix

ABSTRACT x

ÍNDICE DE CONTENIDO v

ÍNDICE DE FIGURAS. vii

ÍNDICE DE TABLAS viii

INTRODUCCIÓN 1

Objetivo General. 3

Objetivos Específicos 3

CAPÍTULO I 4

MATERIALES Y MÉTODOS. 4

1.1.Área de estudio. 4

1.2.Puntos de muestreo. 5

1.3.1. Grabaciones. 5

1.3.2. Procesamiento de grabaciones. 6

1.3.3. Medición de pulsos de ecolocación 6

1.3.5.1. Medición de parámetros ambientales. 7

1.3.5.2. Cobertura de vegetación. 8

1.3.5.3. Complejidad vertical de la vegetación. 9

1.3.6 Análisis estadístico 9

Molossus sp. 12

Anoura peruana. 12

Histiotus montanus 12

2.5. Actividad de murciélagos 18

CAPITULO III. 20

RECOMENDACIONES. 21

BILBIOGRAFÍA. 22

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Mapa de la ciudad de Cuenca, división política y ecosistemas presentes. ... 4
Figura 2. Puntos de muestreo distribuidos en toda la ciudad. ... 5
Figura 3. Criterios para medir tiempos y frecuencias de audio ... 7
Figura 4. Metodología usada para medir cobertura vegetal. ... 8
Figura 5. Metodología de muestreo vertical para medir complejidad vegetal. ... 9
Figura 6. Espectro de poder, oscilograma y espectrograma de canto de *Molossus sp.* ... 11
Figura 7. Espectro de poder, oscilograma y espectrograma de canto de *Anoura peruana.* ... 11
Figura 8. Espectro de poder, oscilograma y espectrograma de canto de *Histiotus montanus.* ... 11
Figura 9. Gráfico de prueba de colinearidad. ... 14
Figura 10. Pruebas de PCA entre especies y cobertura vegetal ... 18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros que se toman en cuenta para medir audios. 7
Tabla 2. Especies encontradas y número de audios 12
Tabla 3. Medidas de audio de las tres especies de murciélagos registrados. 13
Tabla 4. Datos ambientales, de especies y valores usados para sacar índice de Shannon y Simpson para cada sitio de muestreo. 15
Tabla 5. Muestra el tamaño de relación existente en cada PCA.....17
Tabla 6. Muestra la relación de los PCA1 y PCA2 con los índices de complejidad vegetal de cada sitio según las especies de murciélagos encontradas. 17

VARIACIÓN EN LOS PATRONES DE DIVERSIDAD DE LOS MURCIÉLAGOS A TRAVÉS DEL MOSAICO DE HÁBITAT EN EL PAISAJE URBANO, CUENCA-ECUADOR.

RESUMEN

La destrucción y alteración de hábitats por consecuencia del crecimiento poblacional humano han generado que varias especies de flora y fauna estén amenazadas. Entre estos están los murciélagos, un grupo de fauna con varias funciones beneficiosas para el ambiente. En este estudio pretendemos saber cómo varían los patrones de diversidad de murciélagos en zonas urbanas y periurbanas; y qué factores ambientales influye en su diversidad en la ciudad de Cuenca - Ecuador. Se establecieron 35 puntos de conteo usando detectores de murciélagos y se medió variables ambientales tales como: estructura de vegetación, temperatura, cantidad de luz y ruido. Registramos tres especies de murciélagos y de estos, dos especies de murciélagos están ligadas a remanentes de vegetación mientras que la última especie se encuentra en zonas altamente urbanas. La distribución de los murciélagos está fuertemente ligada a condiciones ambientales y de hábitat.

Palabras clave: Murciélagos, bioacústica, ecología urbana, actividad.

Antonio Crespo Ampudia.

Director de Escuela.

David Christopher Siddons.

Director de Tesis.

Samuel Fajardo Reinoso.

Autor.

Marisol Tamayo Chumbi.

Autora.

VARIATION IN THE DIVERSITY PATTERNS OF BATS THROUGH THE HABITAT MOSAIC IN THE URBAN LANDSCAPE, CUENCA-ECUADOR.

ABSTRACT

The destruction and alteration of habitats as a result of human population growth have caused that several species of flora and fauna become threatened. Among these are bats, a group of fauna with several beneficial functions to the environment. This study aimed to know how the diversity patterns of bats vary in urban and peri-urban areas, and what environmental factors influence their diversity in Cuenca-Ecuador. Thirty five counting points were established using bat detectors; and environmental variables such as vegetation structure, temperature, amount of light and noise were measured. Three species of bats were documented, and of these, two species of bats were linked to remnants of vegetation, while the last species was found in highly urban areas. The distribution of bats is strongly linked to environmental and habitat conditions.

Keywords: bats, bioacoustics, urban ecology, activity.

Antonio Crespo Ampudia
School Director

David Christopher Siddons
Thesis Director

Samuel Fajardo Reinoso
Author

Marisol Tamayo Chumbi
Author

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Dpto. Idiomas

Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Samuel Anibal Fajardo Reinoso.
Andrea Marisol Tamayo Chumbi.
Trabajo de Grado.
Blgo. David Siddons.
Enero, 2018.

VARIACIÓN EN LOS PATRONES DE DIVERSIDAD DE LOS MURCIÉLAGOS A TRAVÉS DEL MOSAICO DE HÁBITAT EN EL PAISAJE URBANO, CUENCA-ECUADOR

INTRODUCCIÓN

El país Ecuador, ubicado geográficamente en una zona tórrida en el noroccidente de Sudamérica, atravesado por la cordillera de los Andes (que divide al país en tres regiones costa, sierra y oriente) (Inocar, 2012) y con una zona neo tropical de distintos tipos de variables altitudinales hacen de este territorio un espacio mega-diverso, conocido a nivel mundial (Cayuela y Granzow, 2012). Para comprobar lo antes dicho, basta con evidenciar los estudios efectuados en sus distintos ecosistemas y regiones, que han demostrado una gran diversidad de especies de flora y fauna por cada metro cuadrado (Cano, 2002).

Entre los grupos que conforman la fauna ecuatoriana, los mamíferos son el grupo de fauna más representativo. Dentro de este marco, los murciélagos son los más sobresalientes debido a su gran diversidad, pues "se han convertido en el segundo orden de mamíferos más diverso, con casi un 25% de las especies del mundo" (Tirira, 1998).

El valor que tienen los murciélagos en la naturaleza ha sido muy bien documentado, puesto que: generan un control de plagas, en donde "se ha estimado que una colonia de 20 millones de murciélagos de cola libre puede eliminar en una sola noche unas 200 toneladas de insectos, los cuales en muchas ocasiones son plagas para los cultivos del hombre" (MacSwiney, 2010). También, los murciélagos son grandes dispersores de semillas y polen, permitiendo una regeneración vegetal constante. Así mismo, los murciélagos nos permiten entender cambios ambientales, mediante sus

constantes dinamismos a nivel poblacional, morfológico y alimenticio. Por último, "los murciélagos forman parte de la cadena alimenticia, por lo que son indispensables para mantener otras poblaciones de vertebrados como reptiles, aves y otros mamíferos que se alimentan de ellos" (MacSwiney, 2010).

Históricamente a este grupo de fauna se los ha estudiado mediante métodos convencionales de captura, sirva de ejemplo, las redes de niebla. Actualmente se ha optado por el uso de nuevas herramientas como la bioacústica que genera un desarrollado análisis, registro e identificación de estas especies a nivel mundial. Esta es considerada por los expertos como una herramienta útil y de fácil manipulación en comparación a los métodos de muestreo tradicionales (Ossa, 2010). La utilidad y conveniencia del método bioacústico, ha permitido poder enfatizar estudios más detallados en zonas rurales y especialmente en zonas urbanas en todo el mundo (Zapata, 2006).

En este trabajo se hizo un muestreo poblacional de murciélagos en distintas zonas de la ciudad de Cuenca (urbanas y semiurbanas), para lo cual se hizo una selección de manera aleatoria de 35 puntos de muestreo. Para el registro de los murciélagos se tomó como referencia el método antes descrito, es decir, utilizamos el método bioacústico. De igual manera, se hizo un análisis de cobertura vegetal, ruido y porcentaje de luz en los 35 puntos de muestreo; cuyo objetivo fue evidenciar su influencia en la presencia o ausencia de murciélagos debido a posibles alteraciones de hábitat.

Este estudio nos permite, por otro lado y en concordancia con lo que mencionan Ballesteros y Racero (2012), entender que los ecosistemas urbanos, al conformar parte del paisaje contienen importante diversidad de especies faunísticas, muchas de las veces siendo estas desconocidas, en especial aquellas especies poco atractivas como son los murciélagos.

Objetivo General.

Determinar la variación en la diversidad (riqueza y abundancia) de murciélagos en el mosaico de hábitat del paisaje urbano de la ciudad de Cuenca, Ecuador.

Objetivos Específicos.

- Definir la estructura y composición de hábitat urbanos en donde se registraron murciélagos.
- Examinar los cambios en la riqueza y abundancia de murciélagos en relación con variables de hábitat (estructura y composición).

CAPÍTULO I
MATERIALES Y MÉTODOS.

1.1. Área de estudio.

La ciudad de Cuenca perteneciente a la provincia del Azuay, se encuentra ubicada entre las coordenadas 2°39’ a 3°00’ de latitud sur y 78°54’ a 79°26’ de longitud oeste. El cantón Cuenca posee un área total de 3.086 km², dividido en quince parroquias urbanas y veintiuna parroquias rurales. El conjunto de las quince parroquias urbanas conforman la ciudad de Cuenca, la cual se encuentra a una altitud de 2.560 m.s.n.m. aproximadamente y constituida por un área de 72.32km².

El área de estudio de este trabajo comprende la ciudad de Cuenca con todas sus parroquias (ver figura 1).

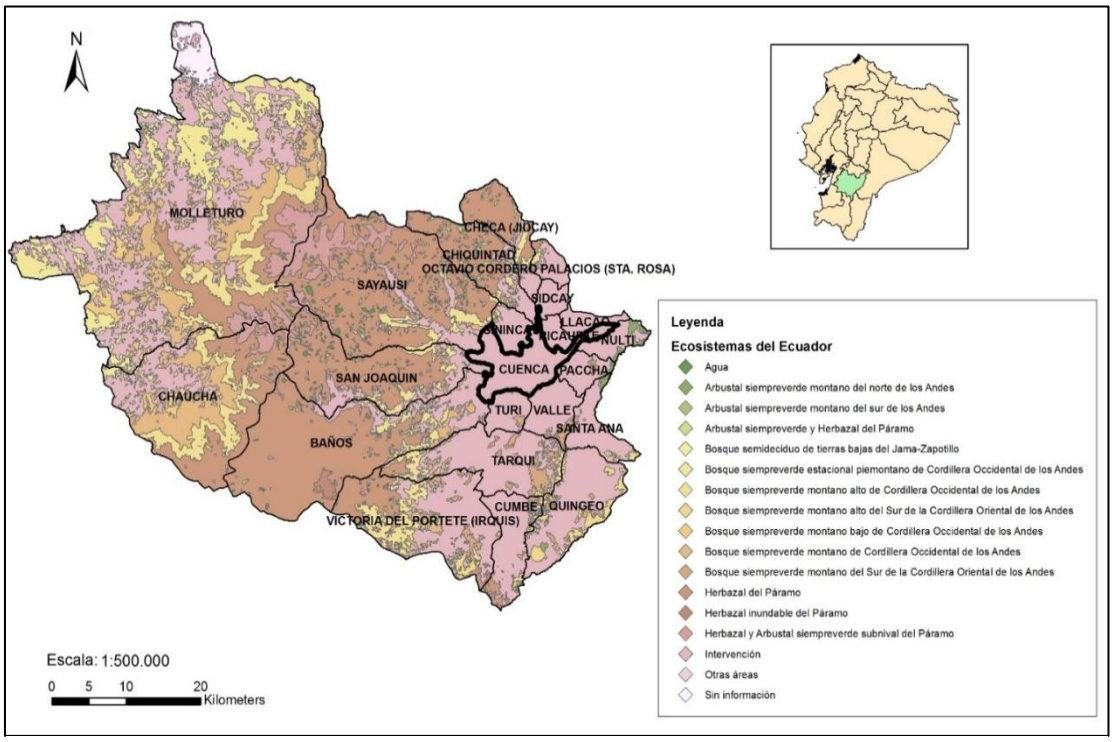

Figura 1. Mapa de la ciudad de Cuenca, división política y ecosistemas presentes.

Esta ciudad esta administrativamente dividida en zonas urbanas y rurales, estas últimas están representadas por juntas parroquiales que responden políticamente ante el Municipio de Cuenca (Bermeo, 2006).

1.2.Puntos de muestreo.

Los puntos de muestreo se determinaron por medio del método aleatorio estratificado[1] . Para cartografiar los puntos de muestreo, se usó como herramienta ArcMap 10.3. Luego se trazaron cuadrantes de 300 m^2 según la superficie geográfica, objeto de estudio. Una vez obtenido los cuadrantes se obtuvo 100 puntos de muestreo, de los cuales se escogieron 35 puntos aptos para la toma de datos, basándonos en las características ambientales (parches de vegetación y fuentes hídricas) que nos permitan evidenciar la presencia de murciélagos.

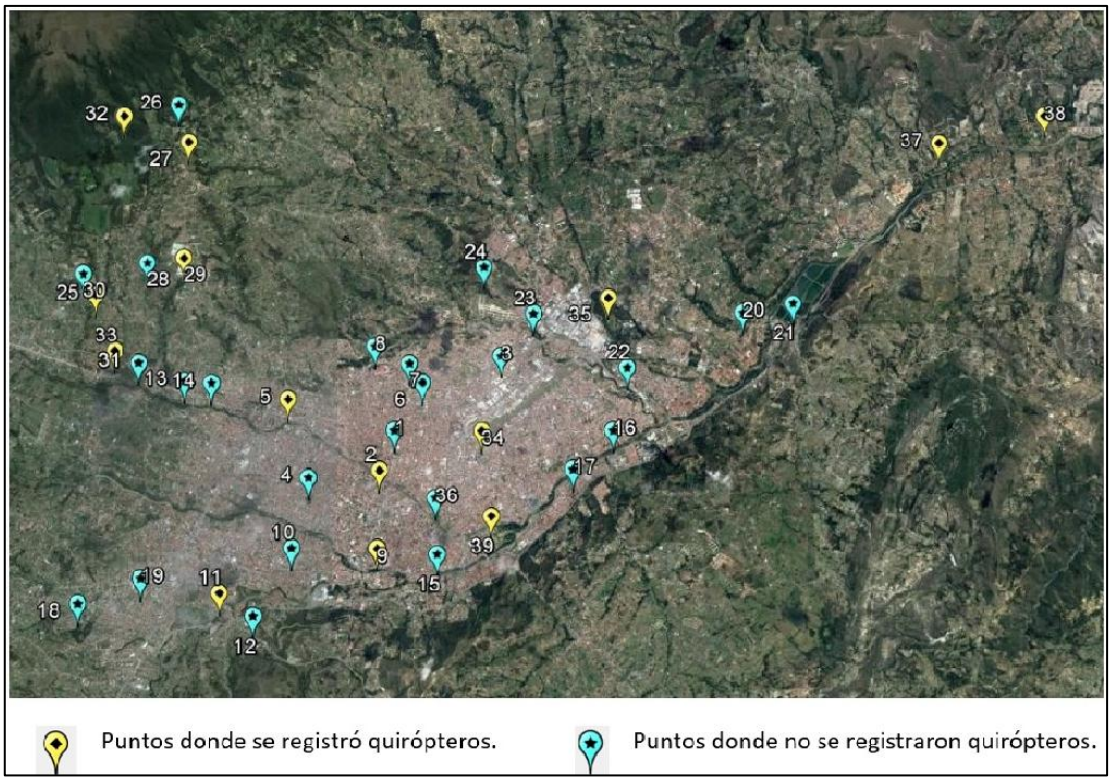

Figura 2. Puntos de muestreo distribuidos en toda la ciudad.

1.3.1. Grabaciones.

De acuerdo al método bioacústico, se realizó una grabación sonora en un tiempo aproximado de cuatro horas por cada punto. El total de horas de grabación corresponde a 150 horas, comprendidas desde el 23 de noviembre del 2015 hasta el 25 de marzo del 2016.

[1] Sobre cómo se hace el muestreo, Gómez y Chacón (2009) nos dicen que "Se divide la población en grupos en función de un carácter determinado y después se muestrea cada grupo aleatoriamente, para obtener la parte proporcional de la muestra. Este método se aplica para evitar que por azar algún grupo de animales este menos representado que los otros".

El muestreo consistió en grabar los llamados[2] de los murciélagos luego procesarlos, limpiar el sonido y proceder a la toma de datos según cada pase.

Todos los murciélagos fueron muestreados a través de grabaciones en la que se utilizó una grabadora Batcorder 3.0 (EcoObs y Germany, 2010).

1.3.2. Procesamiento de grabaciones.

Una vez obtenidas las grabaciones se procedido a la limpieza del sonido por medio del programa *Avisoft SASLab Pro* (Avisoft Bioacoustics, 2009). Según la configuración bibliográfica de estudios de bioacústica (Rojas, 2015; Ossa, 2010), se configuro un filtro *high pass* con umbral inferior a 25 Khz para elimina los sonidos menores a 25 KHz ya que los murciélagos emiten sonidos superiores a este valor. También se utilizó la herramienta de reducción de sonido a 75Db de esta manera dejando solo el sonido de nuestro interés para el análisis acústico.

1.3.3. Medición de pulsos de ecolocación.

Se procedió a utilizar solo llamados en fase de búsqueda, ya que los pulsos son más estables y en una tasa de repetición uniforme (Schniztlery y Kalko, 2001). Luego se utilizó el programa *Avisoft SAS Lab Pro* el mismo que se lo configuró según el manual de *Avisoft* para este tipo de monitor (en nuestro caso Batcorder 3.0); se configuró la longitud de *Fast Fourier Transformation (FFT)*, ventana tipo Hamming con un valor de 256 y traslape de 50%, siendo está la configuración la más utilizada para el estudio de murciélagos (Parra y Burneo, 2007). También se calibró la distancia de chasquido en un umbral de 20 dB, a partir de esto se tomaron de forma manual ocho medidas de cada pulso para proceder a la identificación (Galarza y Aguirre, 2006), mismos que se muestran en la siguiente tabla (ver figura 3).

Parámetro	Abreviatura	Significado
Duración	D	Duración del llamado en segundos.
Tiempo inicial	Ti	Tiempo de inicio.

[2] Por "llamado" ha de entenderse cómo "Los murciélagos perciben el mundo a través de comparaciones entre los pulsos que ellos emiten y los ecos que reciben, para así obtener información sobre su objetivo, que se refleja en los cambios de frecuencia, amplitud y tiempo que demoran los ecos en volver. Citado por (Ossa, G., 2010) de (Neuweiler, 2000; Schnitzler & Kalko, 2001; Solís, 2008)

Tiempo final	Tf	Tiempo de término del canto.
Frecuencia inicial	Fi	Frecuencia inicial Hz.
Frecuencia Final	Ff	Frecuencia final Hz.
Frecuencia mínima:	Fmin	Frecuencia mínima Hz.
Frecuencia máxima	Fmax	Frecuencia máxima Hz.
Pico de amplitud		Pico de amplitud en Db.

Tabla 1. Parámetros que se toman en cuenta para medir audios.

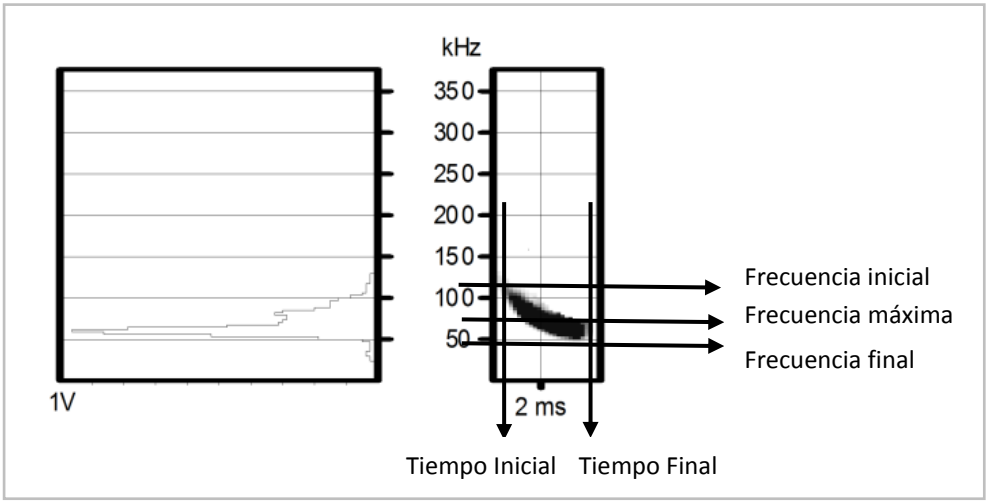

Figura 3. Criterios para medir tiempos y frecuencias de audio

1.3.4. Identificación de especies.

Para la identificación de las especies se obtuvieron promedios de las ocho mediciones realizadas a cada pulso, por cada llamado, en cada uno de los puntos de muestreo. Estos valores se los compararon con bases de datos de llamados de murciélagos de diferentes estudios a lo largo del Ecuador. (Ballesteros y Racero, 2012).

1.3.5. Caracterización de hábitat.

1.3.5.1. Medición de parámetros ambientales.

En cada punto de muestreo se estimó parámetros de luz y ruido por medio de programas Sonómetro y Luxómetro de Android versión 5.0 desde un Smartphone Samsung-SM-G900A. Medimos temperatura usando un termómetro electrónico y tomamos repeticiones de medición cada media hora durante las cuatro horas de recolección de datos.

1.3.5.2. Cobertura de vegetación.

Se aplicaron tres métodos para medir cobertura vegetal según presencia y ausencia de vegetación en cada punto de muestreo, se partió de un punto central de ahí 50 metros a cada punto cardinal (norte, sur, este y oeste) en el caso de árboles se utilizó el método de punto centro cuadrado este ayudando a medir el recubrimiento foliar, en cuanto a hierbas se utilizó el método de cuadrantes este consistió en observar presencia y ausencia de cobertura del suelo y en arbustos se utilizó el método de puntos de intercepción (Mostacedo, 2000), todos estos métodos se realizaron cada 10 metros del punto central y se promedió para determinar el porcentaje vegetal en cada punto de muestreo.

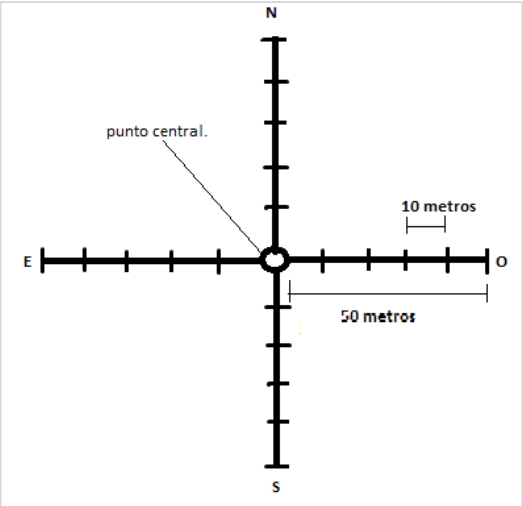

Figura 4. Metodología usada para medir cobertura vegetal.

1.3.5.3. Complejidad vertical de la vegetación.

Se tomó en cuenta un punto central, a partir de estos 50 metros a cada punto cardinal (norte, sur, este y oeste) se observó cada 10 metros la presencia o ausencia de vegetación cada metro hasta 15 metros de altura, luego aplico un índice de Shannon y Simpson para determinar la complejidad y dominancia de estratos vegetales por cada sitio de muestreo.

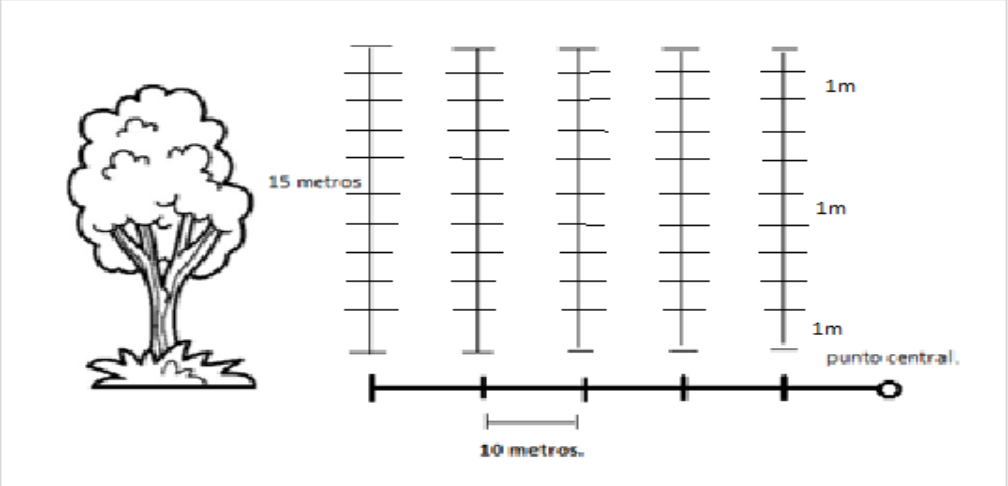

Figura 5. Metodología de muestreo vertical para medir complejidad vegetal.

1.3.5.4. Actividad de murciélagos.

En cuanto a la actividad de murciélagos, se determinó por medio del análisis de un registro de audios (el cuál consistía en ver el total de audios registrados en un intervalo de tiempo (19h00 – 23h00) en cada sitio de muestreo) cuales tienen mayor actividad; y así definir el tiempo en que los murciélagos están más activos (Broders, 2003).

1.3.6. Análisis estadístico.

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete “vegan” en R. Se determinó la complejidad vegetal en base al promedio de los porcentajes de vegetación de cada sitio. A partir de estos resultados se determinó los índices de Shannon y Simpson para determinar la abundancia y diversidad de la estructura vegetal, para luego utilizar estos resultados en las pruebas de colinearidad conjuntamente con las variables.

Adicionalmente se realizaron dos pruebas de colinearidad las mismas que sirven para determinar la relación entre variables: la primera, determina las correlaciones existentes según perturbaciones, de acuerdo con las variables de temperatura, altura, árboles, hierbas, arbustos, luz, ruido y porcentaje natural. La segunda, que consistió en analizar las variables y los índices de Shannon y Simpson de la complejidad vertical, para determinar si las variables están relacionadas con los índices de forma positiva o negativa en la presencia o ausencia de murciélagos.

Finalmente se efectuaron pruebas de PCA las mismas que determinaron la relación que existe entre las especies y la preferencia de estructura vegetal dentro de los distintos puntos de muestreo que se obtuvieron.

CAPÍTULO II.

RESULTADOS

2.1 Identificación de llamados y acústica.

Se obtuvieron un total de 324 audios, siendo registrados más de 1651 "llamados" georreferenciados pertenecientes a tres especies de quirópteros: *Molossus sp* (sp1), *Anoura peruana* (sp2) e *Histiotus montanus* (sp3).

Sp1: Pulso del *Molossus sp.*

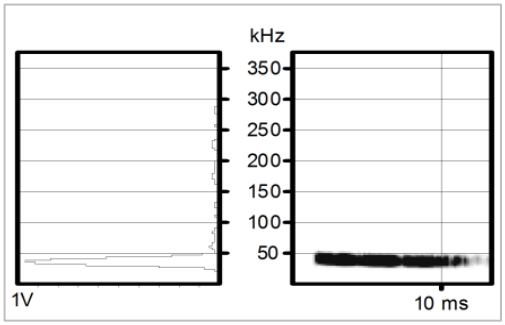

Figura 6. Espectro de poder y espectrograma de canto de Molossus sp.

Sp2: Pulso del *Anoura peruana.*

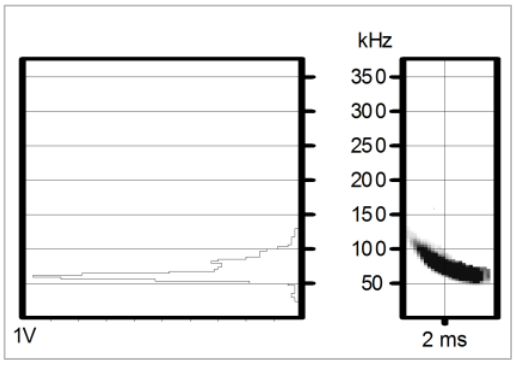

Figura 7. Espectro de poder y espectrograma de canto de Anoura peruana.

Sp3: Pulso del *Histiotus montanus*.

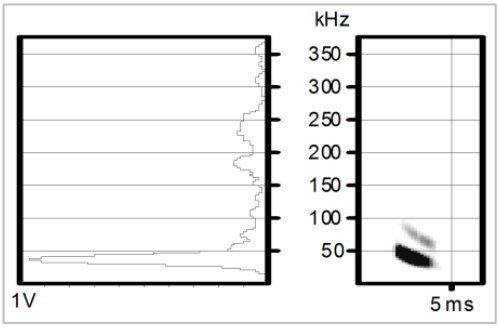

Figura 8. Espectro de poder y espectrograma de canto de Histiotus montanus.

En consecuencia, las especies identificadas en cada zona fueron *Molossus sp* con 28 llamados; *Anoura peruana* con el mayor número de llamados, 278; y la *Histiotus montanus* con 18 llamados.

Especies	Audios.
Molossus sp.	28
Anoura peruana	278
Histiotus montanus	18

Tabla 2. Especies encontradas y número de audios

Molossus sp.

Muestra un audio constante sin picos. El audio fue tomado en vuelo libre. Según análisis y comparación de los promedios de la base de datos, de la especie, se obtuvieron los siguientes promedios para su identificación (Rojas, 2015). (Ver figura 6).

Anoura peruana.

Esta especie muestra un pico sin armónica y el tiempo de duración del llamado es corta. Según el promedio obtenido se identificó la especie analizándola en la base de datos de estudios posteriores (Rojas, 2015). A continuación, se muestra la tabla de promedios de los parámetros obtenidos en el análisis de audios. (Ver figura 7).

Histiotus montanus.

Esta especie, en el análisis de audio, muestra un pico con 3 armónicas. Se compararon los "llamados" con la base de datos para obtener la especie perteneciente a los promedios según el estudio de bioacústica realizados en el Parque Nacional Cajas (Rojas, 2015). (Ver figura 8).

Tabla 3. Medidas de audio de las tres especies de murciélagos registrados.

		Armónico	Duración	Tiempo inicial	Tiempo final	Frecuencia inicial	Frecuencia Final	Frecuencia mínima	Frecuencia máxima	Pico de amplitud
Molossus sp	Promedio	1	0,0178	0,0819	0,0998	56,0626	57,2537	66,6967	62,7030	26,4582
	Desviación		0,0107	0,1128	0,1153	13,1091	11,8578	9,9060	10,7352	9,5081
Anoura peruana	Promedio	1	0,0030	0,0546	0,0577	45,5602	45,3553	61,0729	60,4942	25,9848
	Desviación		0,0022	0,0644	0,0642	6,4596	8,5273	10,3603	10,9174	6,5039
Histiotus montanus	Promedio	1	0,0020	0,0309	0,0324	72,9433	53,5433	36,7933	61,9800	34,3867
	Desviación		0,0000	0,0002	0,0001	4,2513	3,4267	6,1019	5,4371	2,0073
	Promedio	2	0,0010	0,0313	0,0324	58,3600	52,6333	57,0833	56,6900	34,8733
	Desviación		0,0001	0,0002	0,0001	3,7486	1,1184	9,5200	14,1624	2,3756
	Promedio	3	0,0010	0,0319	0,0325	65,5400	51,3000	62,8100	68,1500	40,9850
	Desviación		0,0000	0,0002	0,0000	0,7495	0,0990	5,1619	10,0409	4,9992

2.2. Índice de complejidad de vegetación.

De acuerdo a los valores de índices de diversidad, en todos los sitios sobresalen valores de máximos y mínimos; estos correspondiendo en índice de Shannon con valores de 0 para el sitio 6 y con valor de 1,10 para el sitio 25. En cuanto a valores de Simpson se obtienen valores de 0,24 en el sitio 10, mostrando poca dominancia con bastante biodiversidad de especies; y 0,67 en el sitio 25, mostrando alto índice de dominancia pero poca biodiversidad. (Ver tabla 4).

2.3. Pruebas de colinearidad.

De los resultados de Shannon y Simpson se realizaron pruebas de colinearidad entre diversidad, valores ambientales y perturbación, para poder investigar su dependencia. Obteniendo como resultado que el índice de Simpson no está significativamente representado por variables de índices de cobertura vegetal. Contrariamente, el índice de Shannon posee relación significativa con áreas naturales (árboles, arbustos y altura). De otra manera valores ligados a la luz y ruido no muestran una relación. (Ver figura 9).

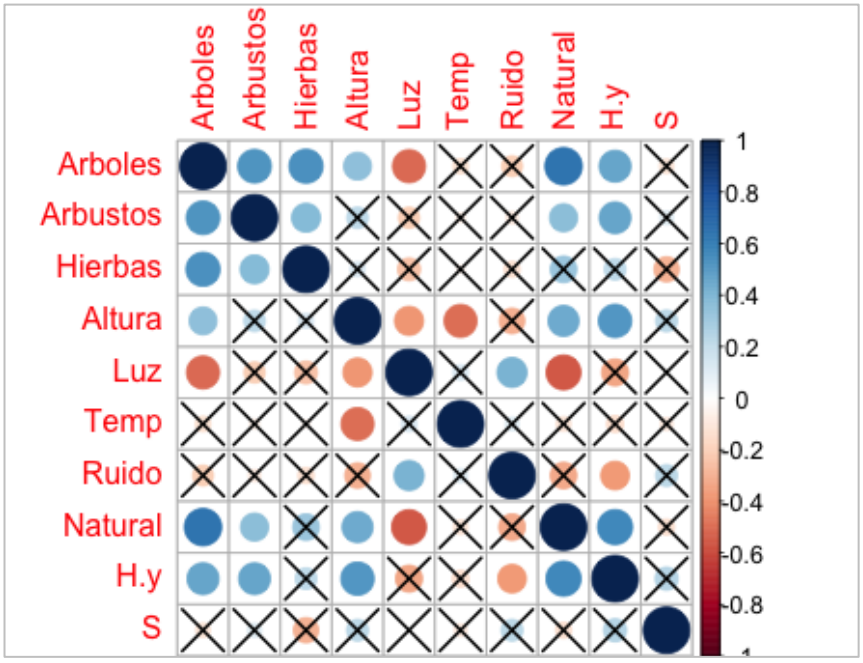

Figura 9. Colinearidad entre variables ambientales, vegetación e índices de diversidad de estructura de vegetación medidas en cada sitio.

Tabla 4. Datos ambientales, de especies y valores usados para sacar índice de Shannon y Simpson para cada sitio de muestreo.

N° Sitio	Lugar	sp1	sp2	sp3	Altura msnm	Luz	Árboles	Arbusto	Hierba	H	Simpson	Temperatura	Ruido	Natural
1	Parque Calderón	0	0	0	2551	4	8	10	9	1,09	0,66	15,00	67	10
2	U.P. S	8	0	0	2526	3,5	5	0	12	0,61	0,42	15,00	40	0
3	Bosque Remigio Crespo	0	0	0	2549	3	14	3	19	0,91	0,56	15,00	20	40
4	Coliseo Mayor	0	1	0	2566	2	11	2	17	0,87	0,54	13,00	58	10
5	Cuartel Tarqui	0	0	0	2562	4	1	1	20	0,37	0,17	15,00	40	1
6	Iglesia Cristo Rey	0	0	0	2595	3	0	0	7	0,00	0,00	13,00	55	2
7	Basílica de la UCACUE	0	0	0	2623	1	5	1	5	0,93	0,58	17,00	51	20
8	Cdla. La Isla (Tres Puentes)	0	1	0	2527	0	18	6	20	1,00	0,61	15,00	49	90
9	Parque de la Inclusión	0	1	0	2561	2	10	5	10	1,05	0,64	16,33	46	50
10	Turi	0	0	0	2595	2	2	0	12	0,41	0,24	14,33	44	90
11	Polígono de Tiro	0	0	0	2606	1	16	4	20	0,94	0,58	17,00	58	50
12	Hotel Pinar del Lago	0	0	0	2593	4	3	2	14	0,75	0,42	17,00	40	20
13	Sector Universidad del Azuay	0	0	0	2505	3	7	0	16	0,61	0,42	17,00	65	30
14	Hospital del IESS	0	0	0	2458	2	6	2	12	0,90	0,54	15,33	57	10
15	Detrás Colegio Borja	0	0	0	2630	2	20	5	20	0,96	0,59	14,33	40	70
16	Ucubamba	0	0	0	2445	2	7	0	10	0,68	0,48	17,00	54	50
17	Lagunas de Oxidación	0	0	0	2424	2	6	0	6	0,69	0,50	14,67	40	50
18	Río Machángara (Eucaliptos)	0	0	0	2471	0	9	6	15	1,03	0,62	15,00	53	90
19	Detrás Cdla. Las Peñas	0	0	0	2511	2	5	9	15	1,01	0,61	15,00	20	20
20	Bosque de Visorrey	0	0	0	2636	1	16	7	11	1,05	0,63	15,00	20	80
21	Puente antiguo El Tejar	0	3	0	2696	0	13	7	13	1,06	0,64	14,33	0	90
22	Puente Rio Sinincay – Racar	0	0	0	2911	2	14	8	16	1,06	0,64	13,00	52	98
23	Barrio Santísima Trinidad - Racar	0	49	3	2887	0	11	8	12	1,08	0,66	14,33	0	90
24	Bosque bajo Mall Racar	0	0	0	2724	0	17	0	20	0,69	0,50	14,33	0	100
25	San Mateo la Cerámica - Racar	3	4	0	2796	0	10	9	9	1,10	0,67	15,00	56	95
26	Barrio 3 de mayo El Tejar	0	0	0	2714	0	11	8	16	1,06	0,64	15,33	20	20
27	Bomba CCLYAN (Av. Ordoñez)	0	0	0	2621	0	11	8	13	1,08	0,65	15,00	56	20
28	Faldas Cerro Cabogana	0	101	0	3006	0	11	14	14	1,09	0,66	13,33	0	100
29	Almacenes ElJuri (Av. Ordoñez)	0	0	14	2644	2	10	0	6	0,66	0,47	16,00	20	50
30	Cementerio Municipal	5	0	0	2517	3	10	7	11	1,08	0,66	15,33	30	2
31	Cuartel de Artillería Cayambe	1	94	0	2484	2	14	9	20	1,05	0,63	17,33	0	96

32	Ruinas Pumapungo	0	0	0	2509	0	12	2	10	0,92	0,57	17,00	30	95
33	Ucubamba1 (CREIAD)	11	0	0	2376	4	6	0	11	0,65	0,46	16,00	55	20
34	Ucubamba	0	17	1	2349	0	10	7	13	1,07	0,65	16,00	0	20
35	Parque el Paraíso	0	7	0	2491	3	9	16	19	1,06	0,64	16,00	61	1

2.4. Análisis de componentes principales.

Las correlaciones de PCA entre especies y los índices de Shannon y Simpson de la cobertura vegetal, muestran una notable relación entre la especie *Anoura peruana y Histiotus montanus;* ambas están negativamente relacionadas con lugares abiertos, es decir, con vegetación no tan densa. Se evidenció una diferencia de la especie *Molossus sp*, que esta negativamente relacionada con la vegetación abundante.

En cuanto a la variable ambiental de temperatura en el PCA no muestra ninguna relación con las perturbaciones ni las especies, sino más bien muestra influencia negativa en cuanto a la altura. Sin embargo, no infiere en los índices de diversidad de especies (Grafico 4.) Por lo tanto, la incidencia que tiene relación con el estudio se orienta al impacto que tiene sobre las formas vegetales y no al desarrollo de la especie directamente.

Se comprobó que el índice de Shannon que representa a la proporción de complejidad vegetal, muestra mayor relación con los dos PCA (tanto PCA1 de forma negativa y PCA2 de forma positiva). El índice de Simpson no muestra relación significativa con ninguno de los dos factores de PCA.

Tabla 5. Muestra la relación de los PCA1 y PCA2 con los índices de complejidad vegetal de cada sitio según las especies de murciélagos encontradas.

	PC1	PC2	r^2
Temp	0.26651	0.96383	0,64%
H	-0.96421	-0.26516	27%
S	-0.78411	0.62062	3%

En el *biplot*, PC1 nos muestra áreas de alta diversidad estructural hasta el más bajo; y en PC2 muestra del más bajo al mayor valor de perturbación (temperatura) que se tomó para este análisis. Se demostró también, que *Molossus sp* esta negativamente relacionada con los índices de complejidad vertical y de forma equilibrada con la temperatura, esto debido a que esta especie prefiere lugares abiertos de poca vegetación y de temperaturas medias.

Los índices de Shannon y Simpson al ser valores de diversidad, se ven estrechamente relacionados entre la presencia de murciélagos, perturbaciones y vegetación. El

índice de Shannon demuestra diversidad, lo que coincide con registros de *Anoura peruana;* mientras que índice de Simpson va en conjunto con *Molossus sp.*

En cuanto a *Histiotus montanus* muestra una relación positiva con el índice de Simpson de la complejidad vertical y la temperatura, sin embargo se relaciona de manera negativa al índice de Shannon, debido a que prefieren lugares con poca vegetación, pero con alta complejidad vertical y se adapta bien a las temperaturas frías.

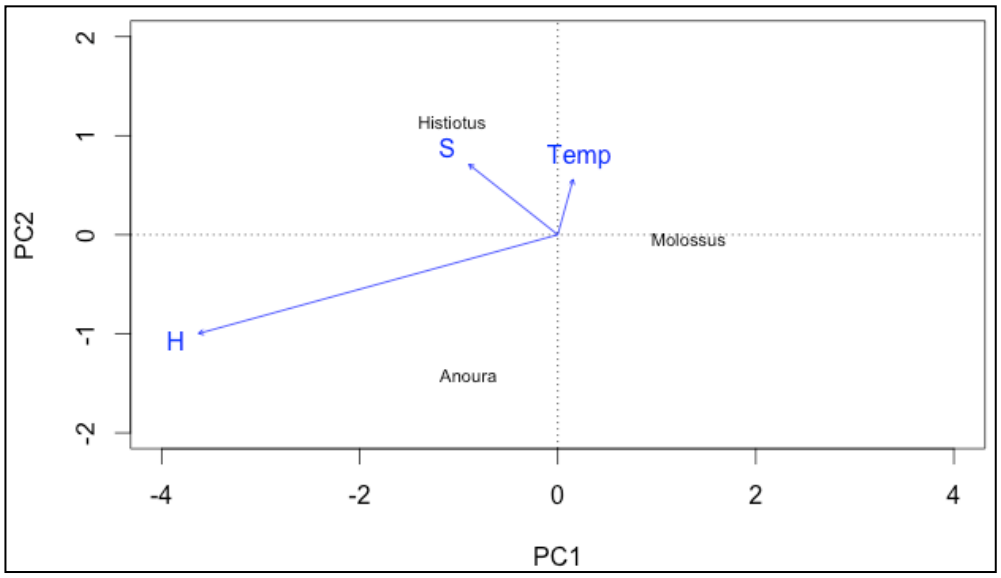

Figura 10. Pruebas de PCA entre especies y cobertura vegetal.

Anoura peruana se encuentra relacionada negativamente con el índice de Simpson y con la temperatura, pero relacionada con el índice de Shannon. Se debe indicar que esta especie prefiere sitios con vegetación abundante.

2.5. Actividad de murciélagos.

Se determinó la actividad de murciélagos de forma adicional para estudios futuros. Se pudo observar mayor actividad y mayor número de registros de murciélagos de la especie *Anoura peruana* en los distintos sitios de estudio, los cuales fueron registrados desde las 19:00 hasta las 21:30 horas en el Cuartel Cayambe y desde las 19:00 hasta las 21:00 horas en las faldas del Cabogana.

A continuación, se puede observar las horas de mayor actividad de murciélagos por sitios de registro y el promedio total de tiempo.

Tabla 6. Sitios e intervalo de hora de mayor actividad de murciélagos.

LUGAR	Hora inicio.	Hora final.
Cementerio	20:00	22:00
Coliseo Mayor	20:20	21:30
Comercial ElJuri	20:15	22:00
Cuartel Cayambe	20:00	21:00
Faldas de Cabogana	19:00	21:00
Cdla. La Isla	20:30	22:15
Parque Inclusión	20:00	20:45
Parque Paraíso	21:00	21:30
Puente viejo el Tejar	21:00	22:00
San Mateo la cerámica	19:00	21:00
Santísima Trinidad	19:00	22:11
CREIAD	20:30	22:00
Ucubamba 2	21:30	22:30
Universidad UPS	19:11	20:11

CAPITULO III.

DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.

Se obtuvo resultados relevantes porque muestran que las especies como *Molossus sp* e *Histiotus montanus* se encuentran en ambientes con menor complejidad vegetal, en contraste con la especie *Anoura peruana,* que prefieren lugares abiertos y con mayor complejidad de vegetación (esto refiriéndose a gran cantidad de vegetación y estructuras de árboles hierbas y arbusto), basándonos en la composición según los 35 puntos de muestreo donde se obtuvo llamados.

No todas las especies de murciélagos se encuentran en todos los puntos de muestreo. La especie de las subfamilias Molossinae se encuentra en zonas netamente urbanas donde se presentan altos índices de ruido e iluminación. Estos ambientes les provee de recursos como el alimento, ya que se ha comprobado que los insectos se concentran ante fuentes de luz artificial, lo cual les facilita la caza y beneficio para la obtención de este recurso (López y Díaz, 2013).

Se observa que los murciélagos están estrechamente relacionados con la complejidad vegetal según nuestros resultados.

También se determinó que todas las especies conviven con perturbaciones ambientales como luz y ruido; siendo estas variables las que menos favorecen a la presencia de estos animales.

Se determinó que las especies de murciélagos en toda la ciudad dependen de un entorno natural, esto nos lleva a una problemática debido a que las zonas naturales se están reduciendo por el crecimiento poblacional que se manifiesta en la ciudad de Cuenca.

La medición de acústica fue el único método que se pudo utilizar en estas áreas debido a la disponibilidad de espacios. Este método permite mayor facilidad de estudio, pues rompe con las dificultades de acceso difícil para colocación de redes como en zonas netamente urbanas (Rojas,2015; Ballesteros y Racero,2012).

Detectamos mayor actividad en lugares con mayor vegetación. Al comparar con estudios actuales se afirmó que en lugares con mayor vegetación existe mayor

actividad de ciertas especies a diferencia que en la zona urbana existe poca actividad debido a que los recursos para murciélagos son limitados (Broders, 2003; Rojas, 2015; Castañeda y Moreno, 2013).

RECOMENDACIONES.

Ante la evidente muestra y comprobación de resultados, se recomienda ampliar el estudio a otras zonas del país, es decir, lograr un estudio a mayor escala y de mayor impacto debido a la importancia de los murciélagos en los ecosistemas.

Adicional a esto, es viable, se estudie el impacto que tiene la ecología en zonas urbanas en posibles cambios morfológicos y cambios en su dieta.

También se podría implementar nuevos métodos y grabadoras con mayor fidelidad de grabación, para poder establecer la eficiencia de muestreo en las distintas zonas, así se podría establecer una mejor calidad de datos de audios para estudios posteriores, de esta manera generando y aportando con datos de estas especies.

BILBIOGRAFÍA.

Aguirre A y Guevara L . «Murciélagos: controladores naturales de plagas agricolas.» *Academia* (2012): 31.

Arias A, González J y Víquez J. «Conservación de mamíeros del Chocó: distribución, riqueza y representatividad de las áreas protegidas.» *Biodiversidad Neotropical* (2012): 71-72.

Avisoft Bioacustics. «Bioacustics. »(2009) Http//www.avisoft.com/soundanaliysis.htm.

Ballesteros J y Racero J. «Murciélagos del área urbana en la ciudad de Montería, Córdoba - Colombia.» (2012).

Barboza K. «Protocolo para la utilización del equipo acsuticos Petterson para la detección de murciélagos.» (2006).

Barreiro P y Albandoz J. «Population and sample sampling techniques.*Management mathematics for European Shools.* » (2001).

Bermeo H. «Análisis de vunerbilidad del cantón Cuenca. .» *Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos.* (2006): 12-13.

Broders G. «Museum and institute of zoology. *PAS.* » (2003): 2-3.

Cano J. «Diversidad de especies en el Ecuador.» (2002).

Capaverde U, Pacheco S y Duarte M. «Murciélgos(Mammalia:Chiroptera) del área urbana del municipio de Boa Vista, Roraima, Brasil. .» *SECEMU* (2014).

Casal J y Mateu E. «Tipos de muestreo.» *Revista Epidem* (2003).

Cayuela L y Granzow I. «Biodiversidad y conservación de bosques neotropicales.» *Ecosistemas* (2012): 1-2.

Cortés P. «Ecolocalización (Una visión hacia los quirópteros).» *Thrya* (2013): 13.

Diderot D. «Los métodos y las técnicas de recogida y recolección de datos.» *Encyclopedie ou dictionnaire raisonne des sciences des arts et des metiers.* (2005): 67-71-72.

ESRI. «ArcGIS Desktop relase 10. *Enviromental Systems Research Institue*.» (2011).

Galarza B y Aguirre V. «Protocolo para la utilización del equipo acústico Petterson para la detección de murciélagos.» Cochabamba, Bolivia. (2006).

Gomez C y Rosero L. «Tipos de muestreo - Estadística II.» *EcoTec* (2009): 5.

Helversen D. «Claves de identificación ilustrada de murciélagos de Europa.» (2004).

Inocar. «Información general de la República del Ecuador.» *Fuerza Naval de la República del Ecuador* (2012): 13-14.

López B y Díaz M. «Diversidad de Murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en la ciudad de Tucumán Lules.» *Acta zoológica mexicana.* (2013): 236-237.

McSwiney M. «Murciélagos.» *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. (2010).

Mostacedo B. «Manual de metodos basicos de muestreo y analisis en ecologia vegetal.» Bolivia. (2000).

Municipalidad de Cuenca. «Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca.» (2011).

Nuñez G. «Grupo de investigación de murciélagos.» (2006): 2-3.

Parra P y Burneo S. «Estudios de ecolocación de murciélagos.» (2015).

Ríos J. «Caracterización de la comunidad de mamíferos no voladores en la estribaciones de la cordillera amazónica.» *Mastozoología tropical.* (2015.).

Rojas P. «Clasificación de llamadas de ecolocación de las especies de murciélagos en lo osques altoandinos del sur del Ecuador.» (2015): 11-20.

Ossa G. «Conociendo a los murciélagos a través de ultrasonidos.» *La Chiricoca.* (2010).

Schniztlery U y Kalko V. «Echolocating by insect eating bats.» *Bioscience* (2001): 558.

Siles L, Selaya A y Gonzales M . «Estructura de la comunidad, monitoreo y conservación de mirciélagos del gran Chaco, Bolivia.» (2002): 106-108.

Suárez L y Lizcano D. «Uso de refugios por tres especies de murciélagos filostómidos (Chiroptera: Phyllostomidae) en el Área Natural Única Los Estoraques, Norte de Santander, Colombia.» *Scielo* (2011): 2.

Tapia M. «Diversidad y abundancia de murciélagos en la concesión Oquiriquia.» (1995).

Tecnology EcoObs Germany. «EcoObs Tecnology.»(2010).Http: //www.ecoobs.com/cnt-batcorder.html.

Tirira D. «Historia natural de los murciélagos neotropicales.» (1998).

Universidad de Cuenca. «Crecimiento urbano y paisajístico desde 1950-2008.» *Facultad de Filosofía y Letras.* (2008).

Venegas J. «Caracterización de la estructura vertical y horizontal en bosques de pino-encino.» (2000): 117.

Zapata G. «Caracterizacion de la comunidad de mamiferos no voladores en las estribaciones de la cordillera amazonica. *Maztozoologia neotropical.*» (2006): 2.