

**“DIVERSIDAD DE MURCIÉLAGOS EN UN AGROECOSISTEMA
GANADERO DEL CHACO- PARAGUAY”**

MARÍA ELENA TORRES RUÍZ DÍAZ

Proyecto de tesis presentado a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de *Magister Scientiae en Manejo de Recursos Naturales y Gestión Ambiental del Territorio*. Programa de postgrado fortalecido por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Agrarias
Dirección de Postgrado San Lorenzo, Paraguay
2017

**“DIVERSIDAD DE MURCIÉLAGOS EN UN AGROECOSISTEMA
GANADERO DEL CHACO- PARAGUAY”**

MARÍA ELENA TORRES RUÍZ DÍAZ

Orientadora: Prof. Lic. Biól. Andrea Weiler, M.Sc.

Co-Orientador: Dr. Robert D. Owen.

Co-Orientador: Prof. Dr. Alberto Esquivel

Co-Orientador: Prof. Ing. For. Stella Mary Amarilla, M.Sc.

Proyecto de tesis presentado a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de *Magister Scientiae en Manejo de Recursos Naturales y Gestión Ambiental del Territorio*. Programa de postgrado fortalecido por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

Universidad Nacional de Asunción
Facultad de Ciencias Agrarias
Dirección de Postgrado San Lorenzo, Paraguay
2017

**“DIVERSIDAD DE MURCIÉLAGOS EN UN AGROECOSISTEMA
GANADERO DEL CHACO- PARAGUAY”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: MANEJO DE RECURSOS NATURALES

MARIA ELENA TORRES RUIZ DÍAZ

COMITÉ ASESOR DE TESIS

Orientadora: Prof. Lic. Biól. Andrea Weiler, M.Sc.

Co-Orientador: Dr. Robert D. Owen.

Co-Orientador: Prof. Dr. Alberto Esquivel

Co-Orientador: Prof. Ing. For. Stella Mary Amarilla, M.Sc.

REVISOR INTERNACIONAL

Ph.D. Juan Manuel Pech-Canche. Universidad Veracruzana, México.

Aprobación del anteproyecto de tesis

04/Nov/2016

San Lorenzo, Paraguay

2017

DEDICATORIA

A Dios que me dio la fortaleza para llegar hasta aquí.

A mis padres y hermanos. En memoria de mi tía

Petrona, siempre presente.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, hermanos, amigos, a mis profesores que me acompañaron en todo este trayecto de la tesis, a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, a la Universidad Veracruzana de México (FCBA), al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT).

A esas hermosas criaturas llamadas murciélagos, que reflejan la perfección de la naturaleza.

DIVERSIDAD DE MURCIÉLAGOS EN UN AGROECOSISTEMA GANADERO DEL CHACO-PARAGUAY

Autor: Lic. Biol. MARÍA ELENA TORRES RUÍZ DÍAZ

Orientadora: Prof. Lic. Biól. ANDREA WEILER, M.Sc.

Co-Orientador: Dr. ROBERT D. OWEN.

Co-Orientador: Prof. Dr. ALBERTO ESQUIVEL

Co-Orientadora: Prof. Ing. For. STELLA MARY AMARILLA, M.Sc.

RESUMEN

La biodiversidad presente en los agroecosistemas depende de las características propias de la misma. Los murciélagos en agroecosistemas han sido muy poco estudiados, a pesar de que poseen un gran potencial como bioindicadores y del rol que ejercen en el ecosistema por ser tróficamente diversos, reflejando su importancia en cuanto a estudios para la conservación de los ecosistemas. En Paraguay se conoce muy poco acerca de la diversidad, distribución de murciélagos en la Región Occidental-Chaco, por lo que se estableció como objetivo principal del estudio; evaluar la diversidad de murciélagos en una estancia ganadera del Chaco paraguayo, Departamento de Presidente Hayes. Se realizó un muestreo acústico de cinco horas de grabación en el mes de junio del 2017. Mediante las grabaciones se establecieron la identificación de las especies, así como la abundancia relativa, actividad de forrajeo y diversidad en los sitios. Como resultado se obtuvo un listado de diez especies registradas y un sonotipo probablemente perteneciente a la familia Vespertilionidae. Las especies registradas son: *Eptesicus furinalis*, *Lasiurus blossevillii*, *Lasiurus ega*, *Molossus molossus*, *Molossus rufus*, *Myotis nigricans*, *Noctilio leporinus*, *Nyctinomops laticaudatus*, *Tadarida brasiliensis*, y *Eumops* sp. Las especies identificadas como poco frecuentes son *Molossus rufus* y un sonotipo, y como especie más frecuente común *Tadarida brasiliensis*. El sitio que presentó la mayor diversidad fue el P6 (Rio Verde), y la menor diversidad fue el P7 (Laguna Sargento). La mayor actividad de forrajeo registrada fue de *Tadarida brasiliensis* y *Molossus molossus*. Se demuestra que la utilización de los detectores acústicos tiene una implicancia directa en el manejo y conservación de los recursos naturales.

Palabras clave: murciélagos- Chaco- Paraguay- diversidad- conservación- muestreo acústico.

DIVERSITY OF BATS IN AN AGROECOSYSTEM GANADERO DEL CHACO-PARAGUAY.

Autor: Lic. Biol. MARÍA ELENA TORRES RUÍZ DÍAZ

Orientadora: Prof. Lic. Biól. ANDREA WEILER, M.Sc.

Co-Orientador: Dr. ROBERT D. OWEN.

Co-Orientador: Prof. Dr. ALBERTO ESQUIVEL

Co-Orientador: Prof. Ing. For. STELLA MARY AMARILLA, M.Sc.

SUMMARY

The biodiversity present in agroecosystems depends on the characteristics of the same. Bats in agroecosystems have been very little studied, although they have a great potential as bioindicators and their role in the ecosystem because they are trophically diverse, reflecting their importance in terms of studies for the conservation of ecosystems. In Paraguay very little is known about the diversity, distribution of bats in the Western-Chaco Region, so it was established as the main objective of the study; evaluate the diversity of bats in a cattle ranch of the Paraguayan Chaco, Presidente Hayes Department. An acoustic sampling of five hours of recording was carried out in the month of June 2017. The identification of the species was established through the recordings, as well as the relative abundance, foraging activity and diversity in the sites. As a result, a list of ten registered species and a sonotype probably belonging to the Vespertilionidae family was obtained. The recorded species are: *Eptesicus furinalis*, *Lasiurus blossevillii*, *Lasiurus ega*, *Molossus molossus*, *Molossus rufus*, *Myotis nigricans*, *Noctilio leporinus*, *Nyctinomops laticaudatus*, *Tadarida brasiliensis*, and *Eumops sp.* The species identified as infrequent are *Molossus rufus* and a sonotype, and as the most common common species *Tadarida brasiliensis*. The site with the greatest diversity was P6 (Rio Verde), and the lowest diversity was P7 (Laguna Sargento). The highest recorded foraging activity was *Tadarida brasiliensis* and *Molossus molossus*. It is demonstrated that the use of acoustic detectors has a direct implication in the management and conservation of natural resources.

Keywords: bats- Chaco- Paraguay- diversity- conservation- acoustic sampling.

DIVERSIDADE DE BASTÕES EM UM AGROECOSSISTEMA GANADERO DEL CHACO-PARAGUAY.

Autor: Lic. Biol. MARÍA ELENA TORRES RUÍZ DÍAZ

Orientadora: Prof. Lic. Biól. ANDREA WEILER, M.Sc.

Co-Orientador: Dr. ROBERT D. OWEN.

Co-Orientador: Prof. Dr. ALBERTO ESQUIVEL

Co-Orientador: Prof. Ing. For. STELLA MARY AMARILLA, M.Sc.

RESUMO

A biodiversidade presente nos agroecossistemas depende das características do mesmo. Os morcegos nos agroecossistemas têm sido muito pouco estudados, embora tenham um grande potencial como bioindicadores e seu papel no ecossistema porque são trocamente diversos, refletindo a sua importância em termos de estudos para a conservação dos ecossistemas. No Paraguai, pouco se sabe sobre a diversidade, distribuição de morcegos na região do Chaco Ocidental, por isso foi estabelecido como o objetivo principal do estudo; avaliar a diversidade de morcegos em uma fazenda de gado do Chaco paraguaio, departamento de Presidente Hayes. Uma amostra acústica de cinco horas de gravação foi realizada no mês de junho de 2017. A identificação das espécies foi estabelecida através das gravações, bem como a abundância relativa, atividade de forrageamento e diversidade nos sites. Como resultado, foi obtida uma lista de dez espécies registradas e um sonótipo pertencente à família Vespertilionidae. As espécies são: *E. furinalis*, *Lasiurus blossevillii*, *Lasiurus ega*, *Molossus molossus*, *Molossus rufus*, *Myotis nigricans*, *Noctilio leporinus*, *Nyctinomops laticaudatus*, *Tadarida brasiliensis*, y *Eumops* sp. As espécies identificadas como infreqüentes são *Molossus rufus* e um sonotipo, e como a espécie comum mais comum *Tadarida brasiliensis*. O site com maior diversidade foi P6 (Rio Verde), e a menor diversidade foi P7 (Laguna Sargento). A atividade de forragem registrada mais alta foi *Tadarida brasiliensis* e *Molossus molossus*. Está demonstrado que o uso de detectores acústicos tem implicação direta na gestão e conservação de recursos naturais.

Palavras-chave: bats- Chaco- Paraguai - diversidade - conservação - amostragem acústica.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Portada.....	i
Hoja de aprobación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Resumen.....	v
Tabla de contenido.....	vi
Lista de tablas.....	ix
Lista de figuras.....	x
Lista de anexos.....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Biodiversidad.....	4
2.2 Agroecosistema.....	5
2.3 La biodiversidad de los agroecosistemas.....	7
2.4 Fragmentación, uso de suelo.....	8
2.5 Servicios ambientales proveídos desde los sistemas productivos.....	9
2.6 Los murciélagos su importancia y papel ecológico en los ecosistemas.....	10
2.7 Gremios tróficos en murciélagos.....	12
2.8 Ecolocalización en los murciélagos.....	16
2.9 Parámetros de pulsos acústicos en la llamada de ecolocalización de murciélagos.....	18
2.10 Componentes del pulso de ecolocalización.....	19
2.11 Importancia de los detectores ultrasónicos.....	20
2.12 Murciélagos en Sudamérica.....	21
2.13 Antecedentes de estudios de murciélagos en el Paraguay.....	22
2.14 Murciélagos en agroecosistemas.....	24
2.15 Chaco Americano.....	26
2.16 Chaco del Paraguay.....	28
2.17 Población humana en el Gran Chaco y Chaco paraguayo.....	29

2.17.1 Actividades antrópicas en el Chaco paraguayo.....	29
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1 Localización del sitio de investigación.....	32
3.1.1 Ubicación geográfica.....	32
3.1.2 Vegetación en los sitios de muestreo.....	32
3.1.3 Geología.....	33
3.1.4 Clima.....	33
3.2 Población de unidades y variables de medición.....	34
3.3 Proceso de recolección de datos primarios.....	35
3.3.1 Trabajo de campo.....	35
3.3.2 Trabajo de gabinete.....	37
3.4 Métodos de control de calidad de los datos.....	37
3.5 Modelo de análisis e interpretación de datos.....	38
3.5.1 Representatividad, riqueza específica.....	38
3.5.2 Diversidad alfa.....	39
3.5.2.1 Índice de Simpson.....	39
3.5.3 Diversidad beta.....	40
3.5.3.1 Índice de complementariedad.....	40
3.5.3.2 Índice de Jaccard.....	41
3.5.4 Actividad relativa.....	42
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1 Riqueza y composición de murciélagos en un agroecosistema ganadero del Chaco, Paraguay.....	43
4.2 Listado taxonómico de murciélagos registrados en la estancia ganadera Karanda en los siete sitios de muestreo.....	43
4.3 Representatividad riqueza específica.....	46
4.3.1 Especies raras.....	48
4.3.2 Especie común.....	49
4.3.3 Diversidad alfa.....	50
4.3.4 Rango de abundancia.....	52

4.3.5 Diversidad beta.....	54
4.4 Patrones de actividad de los murciélagos presentes en los diferentes sitios de muestreo del área de estudio.....	57
4.4.1 Actividad relativa de los murciélagos registrados en el área de estudio.....	57
4.4.2 Actividades de pases y forrajeo registradas en los sitios de muestreo.....	59
4.5 Caracterización de sonidos de ecolocación de los murciélagos registrados en el área de estudio.....	61
4.5.1 Familia Vespertilionidae.....	63
4.5.2 Familia Molossidae.....	65
4.5.3 Familia Noctilionidae.....	69
4.6 Uso y efectividad de equipos acústicos para estudios con murciélagos.....	70
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
5.1 Conclusiones.....	73
5.2 Recomendaciones.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXOS.....	87

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1. Investigación de esquema basado en los objetivos específicos, metodología y actividades.....	35
2 Listado de especies registradas.....	44
3. Estimadores utilizados para evaluar la representatividad en el sitio de muestreo.....	47
4. Diversidad de los sitios muestreados, valores hallados de diversidad verdadera.....	51
5. Riqueza total calculada para los sitios combinados.....	55
6. Número de especies en común entre los sitios combinados.....	55
7. Actividad relativa registrada en los sitios de muestreo.....	59
8. Parámetros acústicos de especies registradas en el área de estudio- Estancia Karandá.....	62
9. Especies capturadas con métodos de redes de niebla y detector acústico.....	72

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1. <i>Eptesicus furinalis</i> A: PCMPY MBOPY <i>Myotis nigricans</i> B: PCMPY	13
2. <i>Sturnira lilium</i> A: PCMPY MBOPI <i>Artibeus lituratus</i> B: PCMPY MBOPI..	13
3. <i>Lonchophylla robusta</i>	14
4. <i>Trachops cirrhosus</i>	14
5. <i>Noctilio leporinus</i> , C.MacSwiney.....	15
6. <i>Diaemus youngi</i> A: PCMPY MBOPI <i>Desmodus rotundus</i> B: PCMPY MBOPI.....	16
7. Descripción de la frecuencia en las llamadas de ecolocalización; fases de búsqueda, aproximación y caza (Moss y Surlykke, 2010).....	18
8. Medición de parámetros de las llamadas de ecolocalización (Jung et al., 2014).....	19
9. Frecuencia y tiempo en los sonidos de ecolocalización de murciélagos más usados: a) frecuencia modulada; b) frecuencia constante; y c) frecuencia casi constante.....	20
10. Diversidad de sonogramas y estructuras emitidos por distintas especies de murciélagos (Torres-Morales, 2007).....	20
11. Curva de acumulación de especies registradas.....	47
12. Curvas de rango-abundancia en los sitios muestreados.....	54
13. Dendrograma de similitud construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia.....	56
14. Porcentaje del número de pases y forrajeo en los sitios de muestreo.....	61
15. <i>Molossus molossus</i> en actividad de forrajeo.....	61
16. <i>Lasiurus ega</i>	64
17. <i>Lasiurus blossevillii</i>	64
18. <i>Myotis nigricans</i>	65
19. <i>Eptesicus furinalis</i>	65
20. Sonotipo.....	65
21. <i>Molossus molossus</i>	67

22. <i>Molossus rufus</i>	68
23. <i>Nyctinomops laticaudatus</i>	68
24. <i>Tadarida brasiliensis</i>	68
25. <i>Eumops sp</i>	68
26. <i>Noctilio leporinus</i>	69

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
A1. Sitios de muestreo.....	88
A2. Muestreo acústico.....	88
A3. Equipo de trabajo de campo.....	88

1. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad presente en los agroecosistemas depende de las características propias de la misma, que son las siguientes; la diversidad de la vegetación dentro y alrededor del agroecosistema, la permanencia de los varios cultivos dentro del agroecosistema; la intensidad del manejo, y el grado de aislamiento del agroecosistema de la vegetación natural (Altieri 2002). También Salinas et al. (2007) menciona que existen diversos estudios que han examinado la influencia de los agroecosistemas sobre una variedad de taxones incluyendo plantas, escarabajos, mariposas, polillas y aves, concluyendo que los agroecosistemas existentes pueden contribuir de alguna manera a la conservación de la biodiversidad.

La pérdida y fragmentación del hábitat están consideradas como unas de las causas principales de la actual crisis de biodiversidad. Los procesos responsables de esta pérdida son múltiples como la pérdida regional de hábitat, y el aislamiento progresivo de los fragmentos de hábitat, alteración de ecosistemas, entre otros (Santos y Telleria 2006).

Por otro lado, Sanz (2007) menciona que la diversidad es esencial para el correcto funcionamiento de los ecosistemas naturales. El aumento de la diversidad favorece la diferenciación de hábitat, incrementa las oportunidades de coexistencia y de interacción entre las especies y generalmente lleva asociado una mayor eficiencia en el uso de los recursos. A la vez explica que agroecosistemas bien gestionados también tienen ventajas, dentro de sus limitaciones impuestas por la necesidad de extraer biomasa, pueden tender a presentar niveles de diversidad parecidos a los sistemas naturales, a su vez de beneficiarse se encuentra asociada a su conservación. Muriel citado por Almeida (2013) señala que los agroecosistemas interesan desde el

punto de vista de la conservación de la biodiversidad debido a que hoy se reconoce que las áreas naturales restantes no son suficientes para albergar toda la biodiversidad existente.

Los murciélagos en agroecosistemas han sido muy poco estudiados, sin embargo, Medellín (1999) señala que los murciélagos poseen gran potencial como indicadores de los niveles de intervención humana en los trópicos más que nada porque son tróficamente diversos, es decir explotan diferentes dimensiones del nicho alimentario en los bosques tropicales, por lo que tienen una importancia en cuanto a estudios para la conservación de los ecosistemas. Constituyen uno de los grupos de mamíferos con mayor distribución en el mundo y presentan una gran abundancia en los ecosistemas Neotropicales (Estrada-Villegas et al. 2010).

Finalmente cabe destacar que en Paraguay se han realizado pocos estudios acerca de la diversidad de murciélagos en la Región Occidental del Paraguay. Por tanto, se establece como objetivo general de la investigación, evaluar la diversidad de murciélagos en la estancia ganadera “Karanda”, Chaco- Paraguay. Para el mismo se formulan los siguientes objetivos específicos: (1) determinar la riqueza y composición de murciélagos en un agroecosistema ganadero del Chaco, Paraguay; (2) analizar las actividades de forrajeo de los murciélagos presentes en los diferentes sitios de muestreo del área de estudio; (3) caracterizar los sonidos de ecolocación de los murciélagos registrados en el área de estudio; y (4) valorar el uso y efectividad de equipos acústicos para estudios con murciélagos y posteriores planes de manejo y conservación.

Estudios de la biodiversidad asociados a sistemas ganaderos en los trópicos y sub-trópicos son muy escasos, pero no deja de ser un elemento importante de estudio para implementación de nuevas estrategias de conservación. Teniendo en cuenta la problemática sobre la modificación de ecosistemas naturales, y considerando a los murciélagos como elementos indicadores del estado de conservación de un ecosistema, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la diversidad de quirópteros en un agroecosistema ganadero en la Región Occidental, Chaco- Paraguay?

La investigación se enmarca en el eje temático de manejo y conservación de la biodiversidad dentro de la línea de investigación de manejo de recursos naturales. Contribuirá en dicha línea vinculando los resultados de la investigación con la sociedad proponiendo mejores acciones de gestión para un aprovechamiento sustentable de los recursos en cuestión, de tal forma que permita un uso productivo y la conservación de la biodiversidad.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Biodiversidad

Esta investigación acogió las definiciones de Fauth et al. (1996) y Moreno (2001) para los términos de: biodiversidad, diversidad alfa, diversidad beta, diversidad gamma, riqueza específica y gamma, gremios tróficos.

Moreno (2001) define a la biodiversidad o diversidad biológica como la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas. El término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región.

La diversidad biológica representa un tema central de la teoría ecológica y ha sido objeto de amplio debate. La falta de definición y de parámetros adecuados para su medición hasta principios de los años 70 llevó incluso a declarar la falta de validez del concepto. Actualmente el significado y la importancia de la biodiversidad no están en duda y se han desarrollado una gran cantidad de parámetros para medirla como un indicador del estado de los sistemas ecológicos, con aplicabilidad práctica para fines de conservación, manejo y monitoreo ambiental (Spellerberg 1991).

La diversidad alfa es una función del número y la abundancia relativa de las especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la

diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Moreno 2001).

El mismo autor también señala que la riqueza específica, es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxas bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces se recurre a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad, para estos muestreos ya se cuentan con varios índices de medición de riqueza de especies.

Fauth et al. (1996) define el término gremio como un grupo de especies dentro de una comunidad que explotan la misma clase de recursos ambientales de manera similar.

2.2 Agroecosistema

La aplicación y concepto de la palabra agroecosistema tiene sus bases en el enfoque de sistemas y la teoría general de sistemas (TGS) propuesta por Bertalanffy (1976). La idea esencial del enfoque de sistemas radica en que, en los sistemas no hay unidades aisladas, todas sus partes actúan con una misma orientación y finalidad común, siendo necesario el funcionamiento correcto de los elementos que lo integran para el eficaz desempeño del todo en su conjunto (Chiavenato 1976). Checkland (1990) menciona que la teoría general de sistemas se presenta como un enfoque científico de representación de la realidad; ya que incorpora los principios de las disciplinas científicas tradicionales para resolver problemas complejos, utilizando los paralelismos de una ciencia para aplicarlos a otras.

Hernández (1988) fue el pionero en introducir el concepto de agroecosistema en las investigaciones; y lo define como un ecosistema modificado en menor o mayor grado por el hombre para la utilización de los recursos naturales en los procesos de producción agrícola.

También Montaldo (1982) señala que el hombre es quien origina el sistema por su acción en el ecosistema natural teniendo como objetivo la utilización del medio en forma sostenida para obtener productos agropecuarios. Odum (1985) menciona que los agroecosistemas son ecosistemas domesticados por el hombre, el hombre domina a las especies vegetales y animales con el fin de obtener productos y servicios que le sirvan para satisfacer sus necesidades.

También Mariaca (1993) define al agroecosistema como un área de estudio con ciertas propiedades o características que la diferencian de otras por encima de lo que puede ser un ecosistema natural y para Ruiz (1995) un agroecosistema es la unidad de estudio donde interactúan diversos factores (tecnológicos, socioeconómicos y ecológicos) para obtener productos que satisfagan las necesidades del hombre por un período de tiempo.

Ruíz (2006) menciona el concepto de agroecosistema en la ganadería, señala que el agroecosistema es entendido como un modelo conceptual y método de investigación que se aplica a los sistemas de producción bovinos para abordar aspectos agroecológicos, físicos, químicos, biológicos, económicos y sociales, entre otros, que ocurren en las unidades de producción (ranchos ganaderos) de los productores; permitiendo abarcar la complejidad de fenómenos desde diversos enfoques, dependiendo del interés de la investigación.

Vieira (1999) menciona que el agroecosistema bovino (ganadero) es la unidad de estudio conformada por un componente biótico, definido por la cobertura vegetalanimal, que interactúa con un componente abiótico (suelo, aire, agua, temperatura, precipitación, entre otros) el cual es manejado por el ente controlador

(productor, familia, empresa) y condicionado su funcionamiento por condiciones socioeconómicas y culturales del mismo.

En la ganadería, bajo la denominación de ganadería bovina se incluye una inmensa variedad de sistemas productivos manejados por distintas etnias y grupos sociales con variados niveles de inserción a la economía de mercado, situados en distintos biomas terrestres y por lo tanto enmarcados en diferentes regímenes climáticos, tipos de suelos y formaciones vegetales (Murgueitio y Calle 1993).

2.3 La biodiversidad de los agroecosistemas

Según Almeida (2013) los agroecosistemas difieren en edad, diversidad, estructura y manejo, menciona que existe una gran variabilidad en los modelos ecológicos y agronómicos básicos que caracterizan los agroecosistemas dominantes.

Por otro lado, Altieri (2002) señala que el grado de biodiversidad en los agroecosistemas depende de cuatro características principales del agroecosistema que son las siguientes.

- a) La diversidad de la vegetación dentro y alrededor del agroecosistema.
- b) La permanencia de los varios cultivos dentro del agroecosistema.
- c) La intensidad del manejo.
- d) El grado de aislamiento del agroecosistema de la vegetación natural.

Salinas citado por Almeida (2013) señala que existen diversos estudios que han examinado la influencia de los agroecosistemas sobre una variedad de taxones incluyendo plantas, escarabajos, mariposas, polillas y aves. Estos mismos autores realizaron una investigación en el desierto de Ica en Perú sobre la biodiversidad de aves que se pueden presentar en cultivos de espárragos y de uvas concluyendo que este tipo de agroecosistemas son importantes para la conservación de la biodiversidad de aves.

Se debe destacar la importancia de reconocer la diversidad funcional más que la específica, es decir tener especies que cumplan los distintos roles o funciones en el agroecosistema, más que el cúmulo de especies per-sé. Por lo tanto, es fundamental identificar aquellos componentes claves de la biodiversidad en los agroecosistemas, responsables del mantenimiento de los procesos naturales y ciclos, a su vez monitorear y evaluar los efectos de las diferentes prácticas y tecnologías agrícolas sobre esos componentes (Greco y Tonolli 2012).

2.4 Fragmentación, uso de suelo

La reducción, fragmentación y transformación de los hábitats naturales representan las principales causas de pérdida de biodiversidad en el planeta. Estos tres fenómenos son los principales causantes de las elevadas tasas de extinción de especies y de la pérdida de la biodiversidad (Primack 2000). También Alpizar (2014) menciona que los principales factores que causan estos fenómenos de alteración de hábitat serían múltiples factores antropogénicos como la urbanización, la agricultura, la ganadería y la silvicultura.

También Pardini et al. (2004) indica que la expansión e intensificación del uso de la tierra por parte de los humanos es la principal causa de la fragmentación del hábitat, la cual incluye tres espacios claves: la pérdida del hábitat original, la reducción del tamaño del parche y el aumento del aislamiento de los parches. Se debe considerar la capacidad que tienen los organismos para sobrevivir y utilizar la matriz en la que los parches se encuentran inmersos.

El reconocimiento y monitoreo de la biodiversidad de un área en particular, nos permite documentar el estado de conservación que guardan las comunidades biológicas de un ecosistema. A su vez, es el paso inicial de cualquier plan de manejo de los recursos naturales. La velocidad y el incremento del cambio de uso del suelo en diferentes regiones del planeta obligan a realizar nuevas caracterizaciones del estado de la biodiversidad con el objeto de entender el efecto de la perturbación humana en las comunidades biológicas. En este sentido, los ecosistemas que están sujetos a

presiones antropogénicas sufren cambios acelerados, lo cual puede traer por consecuencia su fragmentación, deforestación, disminución del hábitat para los organismos, así como una reducción de los servicios ambientales que ofrecen a la humanidad (Lambin et al. 2001).

Hasta hace dos décadas se tenía la idea de que la fragmentación tenía como consecuencia la pérdida de biodiversidad (Turner 1996). Por otro lado, Saldaña-Vázquez (2008) menciona a Franklin y Fahring que manifiestan el hecho de que la fragmentación per sé podría no llevar a una pérdida de hábitat total para todos los organismos, señalan que al romperse la continuidad de un hábitat éste aún puede brindar condiciones apropiadas para persistencia de otras.

También Williams-Linera (2002) expone que la pérdida de homogeneidad en los ecosistemas ha llevado a la aparición de nuevos elementos como parches, bordes, corredores, árboles aislados, potreros, cultivos, bosques secundarios, etc., que pueden funcionar como ecotonos o conectores de un sistema o paisaje. Cuando estas zonas de transición entre uno de los parches del bosque o hábitats embeben gran parte de paisaje se les denomina matriz. Grandes extensiones de bosque continuo que eran la matriz de poblados o cultivos (especialmente en los trópicos), hoy son elementos remanentes de una matriz dominada por potreros o en el mejor de los casos cultivos y sistemas agroforestales. Sin embargo, no todas las especies tienen la misma capacidad de utilizar la matriz, por lo que medir esta capacidad representa un parámetro útil para predecir la vulnerabilidad que tienen las especies a la fragmentación (Pardini et al. 2004).

2.5 Servicios ambientales proveídos desde los sistemas productivos

La protección de fuentes de agua (nacimientos, humedales, cauces de los ríos y quebradas) así como el incremento de la cobertura arbórea y la protección del suelo dentro de los sistemas de ganadería pueden contribuir a mejorar la regulación hídrica, incrementar los caudales en épocas secas y disminuir las crecientes en la época de lluvias. Además, se puede contribuir a reducir la erosión y el ingreso de sedimentos y

nutrientes a los cauces, mejorar el suministro de agua de buena calidad para consumo humano y proteger la diversidad de organismos acuáticos (Zuluaga et al. 2011).

A su vez, los cambios en el uso de la tierra para sistemas productivos de ganadería, como incorporación de pasturas, establecimientos para disponibilidad de agua, pueden contribuir con la conservación de la biodiversidad ya que proveen ciertos recursos importantes a especies en el lugar. La incorporación del componente arbóreo como la reforestación y la protección de las fuentes de agua pueden ayudar en la prevención de desastres ya que reduce el riesgo de que ocurran derrumbes, inundaciones y crecientes (Zuluaga et al. 2011).

2.6 Los murciélagos su importancia y papel ecológico en los ecosistemas

Como señala Rodríguez et al. (2014), los murciélagos cumplen un rol ecológico y económico benéfico a nivel ecosistémico que gran parte de la ciudadanía desconoce. A nivel de clasificación taxonómica, existen estudios moleculares filogenéticos que permite la clasificación de los murciélagos en dos subórdenes; Yinpterochiroptera y Yangochiroptera, estos estudios sugieren que existen murciélagos con ecolocalización sofisticada que comparten un ancestro común con los murciélagos que no poseen ecolocalización (murciélagos frugívoros del viejo mundo), otras diferencias serían las morfológicas en cuanto a los maxilares (Jones y Teeling 2006).

Medellín (1999) señala que los murciélagos poseen gran potencial como indicadores de los niveles de intervención humana en los trópicos más que nada porque son tróficamente diversos, es decir explotan diferentes dimensiones del nicho alimentario en los bosques tropicales. También Owen (2000) destaca que los murciélagos de diferentes especies ocupan una amplia variedad de requerimientos alimenticios, como por ejemplo utilizan el néctar, la fruta, insectos, pequeños vertebrados, como sangre de aves o de mamíferos. Por tanto, los murciélagos incluyen una amplia variedad de herbívoros y carnívoros que se alimentan de diferentes substratos: como acuáticos, aéreos, arbóreos, terrestres. Por todo esto, los murciélagos

se establecen como un buen grupo indicador de la calidad de hábitat y de la diversidad biótica del área.

Según Rodríguez et al. (2012) que menciona a Vaughan indica que los murciélagos utilizan las plantas no sólo como alimento, sino también como corredores, espacios de protección y refugios. Entonces cada mamífero se encuentra restringido a un hábitat determinado caracterizado por plantas con cierta forma de vida, tamaño, forma, densidad del follaje y patrón de ramificación, determinando así la forma en que éstos viven en el bosque.

El mismo autor también señala que los murciélagos son importantes en la dinámica y funcionamiento del bosque, cumpliendo un rol importante en el ecosistema como en la economía del hombre. Se identifican diversos murciélagos como polinívoros, nectarívoros, frugívoros, insectívoros y otras especies omnívoras que se alimentan de plantas, invertebrados o vertebrados pequeños y en conjunto este grupo de especies ayudan a reciclar los nutrientes y en consecuente la energía en el bosque.

Si bien es cierto que los murciélagos son responsables de la transmisión de varias enfermedades y que tienen un efecto en la salud y en aspectos económicos (por ejemplo, la rabia), aún existe mucha desinformación sobre el tema. Es importante tener un mayor conocimiento sobre las enfermedades que pueden transmitir los murciélagos y sus impactos sobre la salud y economía para impulsar al desarrollo de nuevos planes de manejo y conservación de murciélagos en Latinoamérica (Aguirre 2007).

Nadie sabe con exactitud qué animales proporcionan el reservorio natural del Ébola, pero los murciélagos son los principales sospechosos, existiendo varios tipos de murciélagos que pueden sobrevivir a la infección experimental con el virus, algunos investigadores han encontrado ARN del virus de Ébola en por lo menos tres especies de murciélagos frugívoros (Vogel 2014).

También la OMS (2016) considera que los huéspedes naturales del virus son los murciélagos frugívoros de la familia Pteropodidae, este virus se introduce en la

población humana por contacto estrecho con órganos, sangre, secreciones u otros líquidos corporales de animales infectados como chimpancés, gorilas, murciélagos frugívoros, y otros.

Según Aguirre (2006) la aparición de ciertas enfermedades como el Ébola o la rabia, puede traducirse en impactos a la salud del ser humano como también a la salud de las poblaciones de los mismos murciélagos, la manifestación de estas enfermedades puede tener su origen en la destrucción del hábitat, la fragmentación, y degradación ambiental, por tanto, estos hechos también deben de ser considerados desde el punto de vista de la biología de la conservación.

2.7 Gremios tróficos en murciélagos

Los murciélagos debido a la gran diversidad que presentan, tienen un gran impacto ecológico en diferentes niveles de las comunidades que conforman ya que sus hábitos alimenticios son muy variados y debido a esta diversidad dietética presentan una amplia diversidad morfológica, fisiológica y ecológica. Se dividen de manera general en los siguientes tróficos: insectívoros, frugívoros, nectarívoros, polinívoros, carnívoros, piscívoros y hematófagos (Almeida 2013).

Los insectívoros (Fig. 1) son generalmente de tamaño pequeño, capturan insectos (hasta 500-600 en una hora) utilizando el sentido de ecolocalización, poseen la boca grande y dientes muy afilados para triturar a los insectos, el uropatagio es grande como una bolsa en la que capturan a los insectos. Existen especies que vuelan a bastante altura, poseen alas largas y estrechas que permite un vuelo rápido y potente (Fernández 2011).



Figura 1. *Eptesicus furinalis* A: PCMPY MBOPY *Myotis nigricans* B: PCMPY

Frugívoros (Fig. 2) se alimentan de frutas que se encuentran en el bosque utilizando una mezcla de sentidos, con el olfato detectan la presencia de árboles con frutos maduros y con la ecolocalización encuentran dichos frutos. El hocico de los frugívoros es corto, con dientes muy fuertes, mandíbulas grandes y orejas de tamaño medio como por ejemplo *Sturnira lilium*, *Artibeus lituratus*. Sus alas son cortas y anchas, muy maniobrables que permiten el vuelo entre la vegetación del bosque (Fernández 2011). Dispersan de dos a ocho veces más semillas que las aves, lo cual los convierte en elementos fundamentales de la regeneración natural de las selvas. Se ha demostrado que en estaciones secas entre el 80 a 100 % de las semillas que llegan al suelo en bosques de tierras bajas son depositadas por murciélagos (Martínez-Zárate 2012).

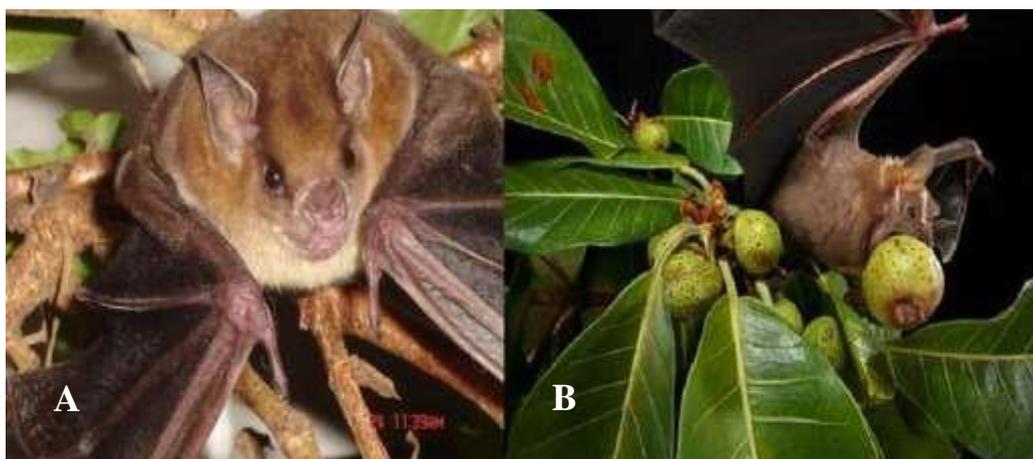


Figura 2. *Sturnira lilium* A: PCMPY MBOPI *Artibeus lituratus* B: PCMPY MBOPI

Los nectarívoros y polinívoros, (Fig. 3) vuelan buscando flores del bosque que atraídos por sus olores extraños un poco acres consumen el néctar de las flores con su larga lengua, también poseen un hocico largo que sirve para introducirlo de una mejor manera en la corola de las flores, suelen ser pequeños, con ojos y orejas de tamaño medio y tienen una capacidad de vuelo sostenido (como los colibríes) (Fernández 2011).



Figura 3. *Lonchophylla robusta*
Fuente: <http://www.nationalgeographic.com>

Carnívoros (Fig. 4) son especies que se alimentan de pequeños vertebrados incluyendo ratones, ranas, aves e incluso otros murciélagos. Algunos agregan a su dieta insectos y frutas (Fernández 2011). Existen otros murciélagos carnívoros que se especializan en una determinada presa, por ejemplo, el murciélago de labios verrugosos, *Trachops cirrhosus* que se alimenta de ranas (Ortega et al. 1998).



Figura 4. *Trachops cirrhosus*
Fuente: <http://www.nationalgeographic.com>

Piscívoros (Fig. 5) son especies de murciélagos que comen peces. La mayoría vive en los trópicos latinoamericanos donde pescan en arroyos, esteros salados y lagunas. Son pocas las especies de murciélagos que se alimentan de peces (Almeida 2013), los murciélagos piscívoros tienen adaptaciones especiales para este hábito alimentario como son las extremidades largas con enormes garras, los dedos tienen uñas agudas y en forma de ganchos, consumen de 30 a 40 peces pequeños cada noche, este hábito está bien desarrollado en especies como *Noctilio leporinus* (Fernández 2011).



Figura 5. *Noctilio leporinus*, C.MacSwiney

Hematófagos o sanguívoros (Fig. 6) tienen un aparato digestivo muy especializado para poder digerir la sangre. Sus pulgares y piernas están muy desarrollados lo que les da capacidad locomotora, esto les permite aterrizar cerca de las presas y treparse silenciosamente para no ser detectados. Los incisivos son como cuchillos y practican una pequeña incisión o herida en la piel del animal preso, en la saliva tienen sustancias anestésicas y anticoagulantes de forma que la sangre empieza a manar y por capilaridad la van tomando apoyando la lengua suavemente.



Figura 6. *Diaemus youngi* A: PCMPY MBOPI *Desmodus rotundus* B: PCMPY MBOPI

Un vampiro puede tomar 15ml de sangre en una noche, pero causan tanto daño al animal tomado como presa ya que la sangre continúa fluyendo una vez que el hematófago se desprende del animal (Fernández 2011). Este hábito alimentario es la dieta de solamente tres especies de murciélagos (Almeida 2013).

2.8 Ecolocalización en los murciélagos

Los murciélagos han evolucionado sofisticados sistemas de ecolocalización que usan para orientarse y obtener alimento (Kalko y Schnitzler 1998). La evolución del vuelo y ecolocalización presentó oportunidades para un estilo de vida nocturno en hábitats previamente libres de depredadores, incluyendo muchos recursos alimenticios no explotados como los insectos y artrópodos (Kalko y Schnitzler 1998). Numerosas adaptaciones morfológicas, fisiológicas y conductuales de los sistemas sensitivos y motores como la ecolocalización y el vuelo, permiten que los murciélagos accedan a un amplio rango de hábitat y recursos por la noche. Dos componentes son importantes para comprender la diversidad actual de murciélagos: la filogenia y el ambiente. Todos los murciélagos están relacionados por un ancestro común, pero su forma y función están estrechamente vinculados en los ambientes en que viven (Kalko y Schnitzler 1998).

Griffin (1958) menciona que la ecolocalización es la forma en como los murciélagos utilizan el eco de los sonidos que ellos mismos producen para localizar objetos en su camino. Según Schnitzler y Kalko (2001) la ecolocalización funciona a través de comparaciones entre los pulsos que los murciélagos emiten y los ecos que se producen en el ambiente. Los pulsos corresponden a sonidos de alta frecuencia entre 15 y 210 kHz que rebotan en el objeto o la presa y le entregan al murciélago información completa sobre su objetivo (distancia, forma, tamaño, etc.). Esta información la obtienen reconociendo cambios de frecuencia, amplitud y tiempo en los pulsos.

En general los murciélagos utilizan el eco como un sistema de orientación, así como para distinguir presas (Fenton 2002). El mismo autor también señala que la localización es característico de los murciélagos del orden Microquirópteros (actualmente corresponden al Yangochiroptera), para la mayoría de las especies es ultrasónico, que, por definición, es arriba del límite audible para el humano (20KHz). Por otro lado, menciona que algunos murciélagos utilizan chasquidos de la lengua, mientras que otros producen sonido con las cuerdas vocales. Así mismo son llamados de alta intensidad (>110dB) como de baja intensidad (60-80dB) (Fenton 2002).

El rango de frecuencia, forma y duración de las llamadas varía dentro de cada especie, por lo que los murciélagos emiten llamadas que son especie-específicas (Murray et al. 2001). Según Neuweiler (2000), las llamadas de ecolocalización se dividen en:

- ✓ Llamadas de búsqueda: para detectar la presa (insectos), con un rango de frecuencia estrecho y una duración relativamente larga.
- ✓ Llamadas de aproximación: donde aumenta el rango de frecuencia y disminuye su duración.
- ✓ Llamadas de fase terminal: o zumbido de alimentación (Feeding Buzz), que equivalen a un intento de captura de la presa lo que no quiere decir que el murciélago haya tenido éxito en capturarla. Esta fase se caracteriza cuando el rango de frecuencia disminuye y la duración es mínima (Fig 7).

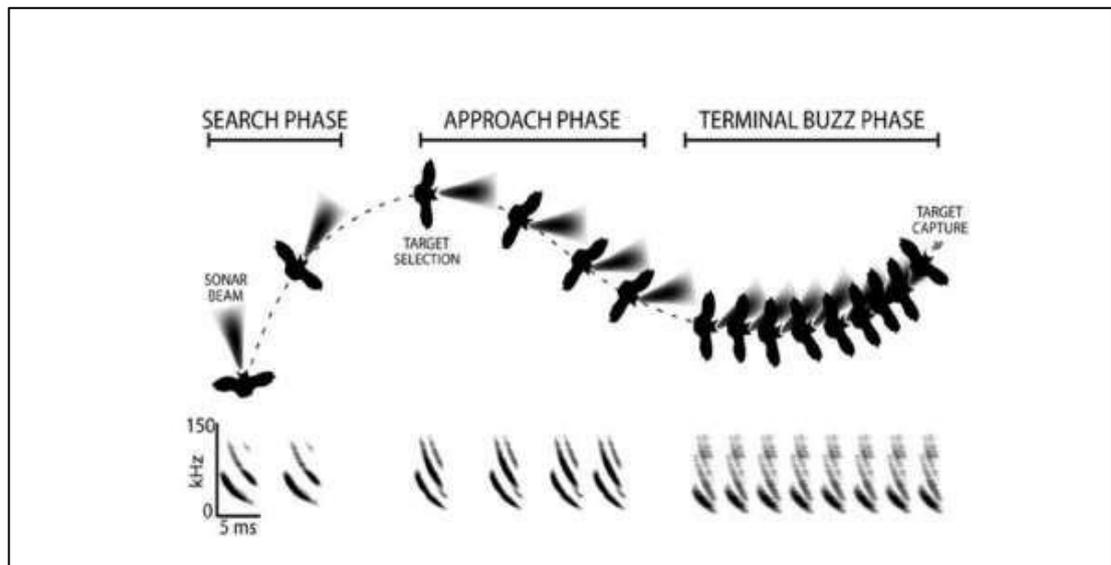


Figura 7. Descripción de la frecuencia en las llamadas de ecolocalización; fases de búsqueda, aproximación y caza (Moss y Surlykke, 2010).

2.9 Parámetros de pulsos acústicos en la llamada de ecolocalización de murciélagos

Orozco-Lugo (2013) menciona que las características de los pulsos de ecolocalización de los murciélagos pueden ser utilizados para la identificación de las especies, llegando a ser diagnósticos en buen número de taxa, esto hace de la detección acústica, una herramienta que ha sido empleada para realizar estudios de monitoreo, censos de actividad y estimaciones de abundancia relativa en murciélagos insectívoros aéreos.

Los parámetros acústicos, se caracterizan por presentar frecuencias como:

- ✓ Frecuencia inicial: es la que da el comienzo de la llamada de ecolocalización.
- ✓ Frecuencia final: es la que da la terminación final de la llamada de ecolocalización.
- ✓ Frecuencia de máxima energía: es la que se mide por el pico registrado con más intensidad de decibeles.

Otros componentes de los parámetros acústicos son: la amplitud, que es la fuerza con que se emite la frecuencia y se mide en decibeles, ya que los rangos van de

alta a baja intensidad en un rango de 130 a 60 decibeles de nivel acústico medidos (Fenton, 2010). Para la caracterización de los pulsos se utiliza el oscilograma (Fig 8).

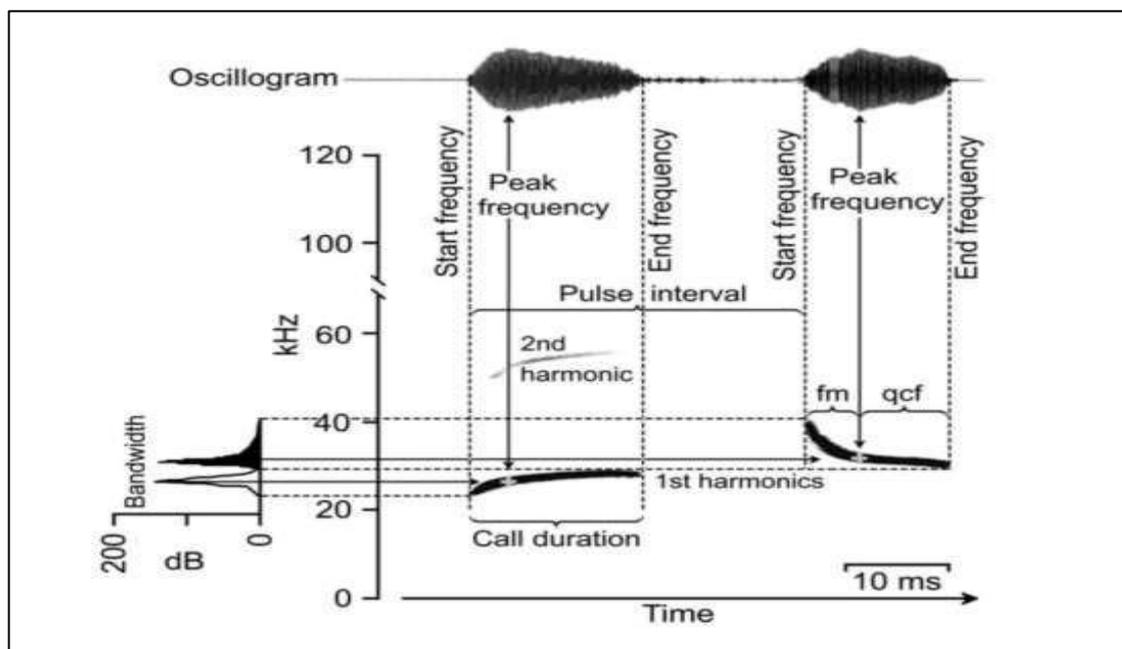


Figura 8. Medición de parámetros de las llamadas de ecolocalización (Jung et al., 2014).

2.10 Componentes del pulso de ecolocalización

Existen tres tipos de frecuencia:

- ✓ Frecuencia modulada (FM): comienzan con una frecuencia alta y baja rápido en un corto periodo, son pulsos de corta duración y sus llamadas son de banda ancha.
- ✓ Frecuencia constante (CF): emiten llamadas largas y el pulso es de banda corta pero de menor duración.
- ✓ Frecuencia casi constante (QCF): son llamados con un punto intermedio entre los dos tipos de frecuencias anteriores, mantiene constante el pulso en un rango de tiempo en banda corta.

El tipo CF y QCF se registra en murciélagos que cazan insectos en ambientes con follajes densos (Kalko y Aguirre, 2007). La CF es registrada en pocas especies y la FM que se registra en la mayoría de especies (Moss y Surlykke, 2010) (Fig 9, 10).

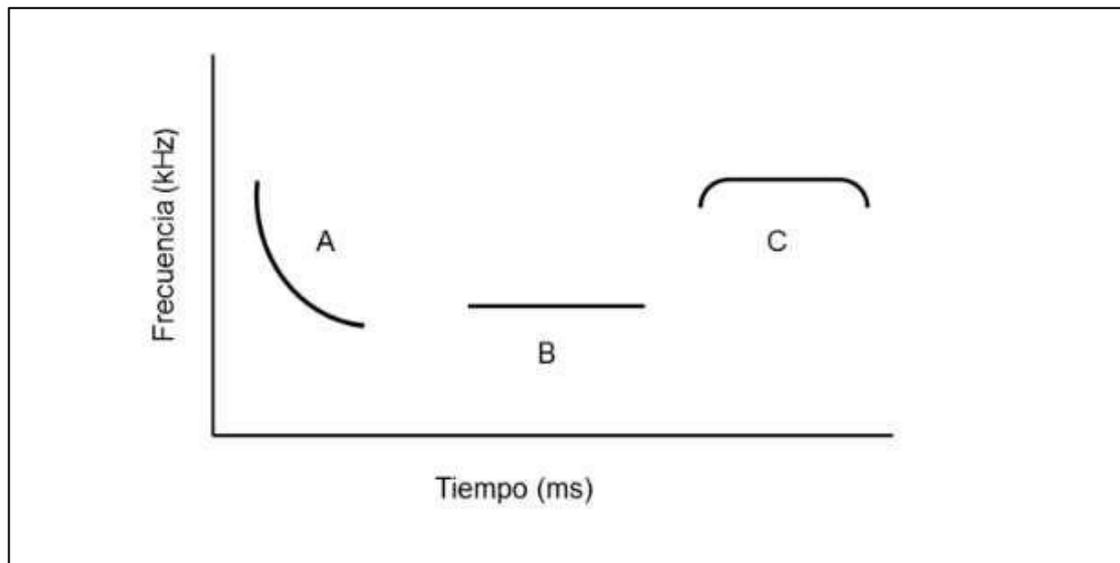


Figura 9. Frecuencia y tiempo en los sonidos de ecolocación de murciélagos más usados: a) frecuencia modulada; b) frecuencia constante; y c) frecuencia casi constante.

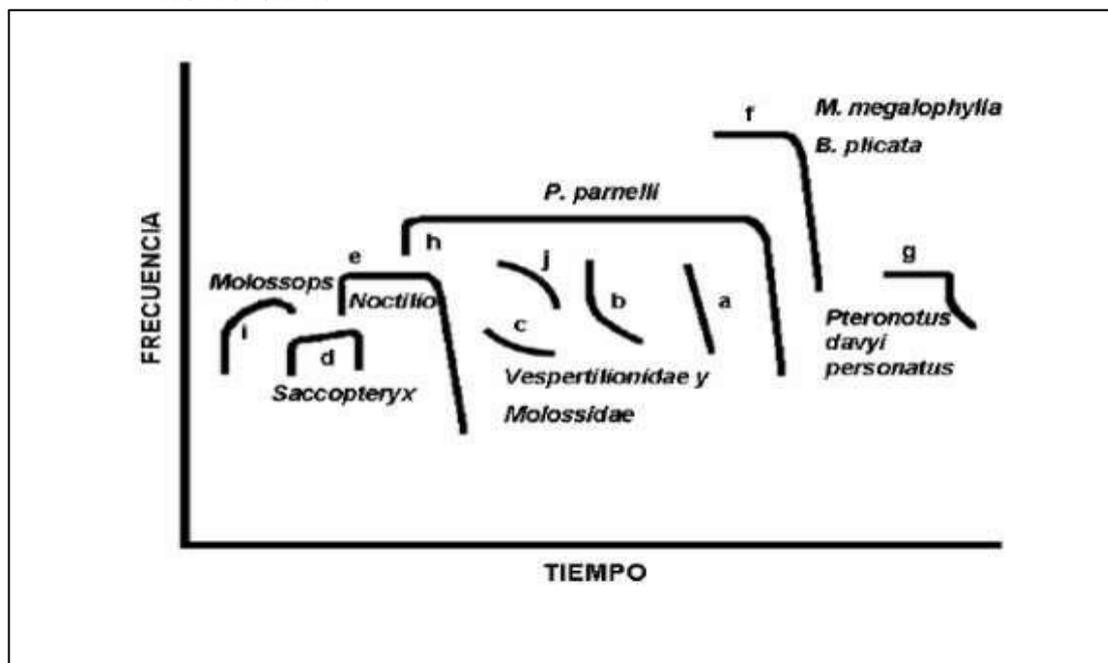


Figura 10. Diversidad de sonogramas y estructuras emitidos por distintas especies de murciélagos (Torres-Morales, 2007).

2.11 Importancia de los detectores ultrasónicos

Actualmente existen detectores y micrófonos ultrasónicos para el estudio de los murciélagos (Pech-Canche et al. 2010). Estos dispositivos incorporan distintos mecanismos para transformar los ultrasonidos en frecuencias audibles para el humano

y para extraer el contenido espectral de los mismos, lo que permite entre otras cosas, la distinción de especies y el estudio de patrones de actividad (Adams et al. 2012).

Los detectores ultrasónicos permiten registrar a las especies que emiten sonidos de ecolocalización por arriba del límite audible para el humano y también registran especies que utilizan los estratos superiores de la vegetación o evaden las trampas convencionales de captura como las redes de niebla (MacSwiney et al. 2008, PechCanche et al. 2010).

Estudios realizados confirman que el uso de detectores ultrasónicos es una excelente herramienta metodológica para mejorar los inventarios de murciélagos porque permite el registro de las especies insectívoras de difícil captura con los métodos tradicionales, de forma tal que permite el aumento en el listado de especies registradas únicamente con los métodos de captura convencionales. Se recomienda el uso de los detectores ultrasónicos en combinación con los métodos tradicionales de captura para registrar adecuadamente todas las especies de murciélagos presentes a nivel de hábitat y paisaje (Pech-Canche et al. 2010).

2.12 Murciélagos en Sudamérica

Almeida (2013) cita a Medellín donde señala la distribución de los murciélagos, éstos viven en casi todo el mundo, con excepción de la Antártida e islas aisladas, y habitan prácticamente en cualquier ecosistema terrestre, desde las selvas tropicales hasta dentro del Círculo Polar Ártico, desde playas, costas e islas oceánicas hasta elevaciones de más de 4.000 m.

En la actualidad se reconocen para Sudamérica nueve familias, 80 géneros y aproximadamente 302 especies de murciélagos: 20 emballonúridos, 175 filostómidos, 7 mormoopidos, 2 noctiliónidos, 2 furiptéridos, 5 tiroptéridos, 3 natálidos, 40 molósidos y 48 vespertilionidos (Díaz et al. 2016).

Los mismos autores señalan la cantidad de murciélagos registrados por país; se indica los confirmados (y probables entre paréntesis): Argentina 65, Bolivia 133 (20), Brasil 184 (4), Colombia 201 (6), Chile 13 (1), Ecuador 169 (7), Guyana 123 (3), Guayana Francesa 98 (1), Perú 172, Surinam 97 (7), Uruguay 24 (1), Venezuela 170 (1) y Paraguay con 58 especies registradas, cuyas especies se encuentran distribuidas en seis familias, Noctilionidae (2), Phyllostomidae (21), Vespertilionidae (15), Molossidae (17), Natalidae (1) y Emballonuridae (2) (López-González 2005, Stevens et al. 2010, Owen et al. 2014, Moratelli et al. 2015). Se posiciona a Colombia como el país con mayor diversidad de especies de murciélagos en Sudamérica (Díaz et al. 2016).

2.13 Antecedentes de estudios de murciélagos en el Paraguay

López-González (2005) menciona al Paraguay como un elemento importante de estudio para los murciélagos, esto por su posición geográfica en el centro del continente, donde junto con otros biomas se origina la transición entre ecosistemas tropicales y templados, y muchas especies se mantienen en condiciones límite respecto a sus tolerancias ecológicas y permiten una distribución específica de las especies.

Uno de los primeros estudios realizados en el Paraguay con respecto a murciélagos, es el de Myers (1976), donde estudió patrones de reproducción de cuatro especies de vespertilionidos en el Paraguay, se reporta la biología reproductiva de estas cuatro especies de murciélagos, describiendo sus patrones de reproducción en detalle y comparando cada patrón con especies relacionadas sugiriendo que cada aspecto del medio ambiente es importante para su determinación. Las especies examinadas fueron *Lasiurus ega* (Gervais), *Eptesicus furinalis* (D'Orbigny) *Myotis albescens* (E. Geoffroy) y *M. nigricans* (Schinz), el trabajo fue realizado en zonas localizadas en ambas regiones del país, Región Oriental (Concepción, Asunción) y Región Occidental (Villa Hayes).

Otro estudio realizado por Myers y Wetzel (1983) presenta una lista de los quirópteros del Chaco boreal y una discusión de su sistemática, zoogeografía y la

variación geográfica de las poblaciones dentro y alrededor de esta región. Se documenta y proporciona información sobre los atributos ecológicos generales y patrones reproductivos para algunas especies. Los sitios de muestreo fueron desde Villa Hayes, en el Río Paraguay, a Fortín Garay, en la frontera boliviana.

Por otro lado, cabe destacar el trabajo realizado por López- González (2005) que constituye el primer inventario extensivo sobre los murciélagos del Paraguay, donde registra y llena grandes vacíos de conocimientos, ofreciendo información disponible, establece en aquel entonces un registro de 54 especies de murciélagos para el Paraguay, algunas con citas nuevas.

La misma autora menciona que la mayoría de las especies de quirópteros se encuentran en el límite boreal o austral de su distribución geográfica y por lo tanto ocupan hábitats que pueden distar mucho de su óptimo ecológico.

Otros estudios relacionados con la quirópteroфаuna en el Paraguay, pueden citarse nuevamente a (López-González et al. 1998) donde se documenta por primera vez la presencia de una especie en Paraguay (*Diaemus youngi*) su aparente, súbita aparición y abundancia de tal especie en el Chaco paraguayo.

También Willig et al. (2000) realizó un estudio durante dos años de trabajo de campo intensivo, documentó la composición de especies de los ensamblajes de murciélagos en 25 sitios en todo el país, fueron recolectados especies representadas dentro de cinco familias, 22 géneros y 44 especies, los individuos más abundantes en tal estudio fueron de la familia Phyllostomidae, menos abundantes Natalidae.

Gorresen y Willig (2004) estudiaron los efectos respuestas al paisaje de los murciélagos a la fragmentación del hábitat en el Bosque Atlántico de Paraguay, sobre la base de más de 1.000 horas de estudio durante un período de 15 meses, se cuantificó la abundancia de especies y estructura comunitaria de los murciélagos filostómidos en la Región Oriental del Paraguay, la especie más abundante en áreas deforestadas fue el *Artibeus lituratus* mientras que *Chroptoterus auritus* en áreas forestadas. En

contraste las especies como *Artibeus fimbriatus*, *Carollia perspicillata*, *Glossophaga soricina*, *Platyrrhinus lineatus*, *Pygoderma bilabiatum* y *Sturnira lilium* alcanzaron la mayor abundancia en los paisajes forestales con fragmentación moderada en el área.

Otros estudios realizados en la Región Oriental de Stevens et al. (2004) documenta acerca de la estructura de la comunidad de murciélagos en dos sitios (Reserva Natural del Bosque Mbaracayú y Yaguareté Forests) en el Este de Paraguay, en tal estudio se señalan a 3 familias, 17 géneros y 29 especies. Existiendo diferencias significativas entre estas comunidades en términos de estructura en base a las distribuciones de rango, abundancia y composición de especies. Los autores mencionan que Yaguareté exhibe significativamente más especies que Mbaracayú dado los términos de estructura, rango de abundancia y composición de especies dichos anteriormente.

A pesar de que López-González (2005) establece para el país 54 especies de murciélagos, estudios posteriores permitieron el registro de más especies, estableciéndose así un total de 58 especies para Paraguay actualmente. Una de las tres especies con nuevo registro para el país se documenta en el trabajo de Stevens et al. (2010), en tal estudio se documenta por primera vez la presencia de *M. levis* para Paraguay. Este registro llena un vacío en la distribución de la especie, permite incluir al país dentro del rango de distribución de la especie junto con Argentina, Bolivia, Brasil, y Uruguay. Otro de los trabajos que permitieron el registro de las dos especies siguientes es el realizado por Owen et al. (2014) donde registra a dos especies de murciélagos de las familias Emballonuridae y Phyllostomidae, en la ecorregión del Pantanal y el Chaco respectivamente. También Moratelli et al. (2015) menciona sobre el rango de distribución en Paraguay de *Myotis midasdactus*.

2.14 Murciélagos en agroecosistemas

El efecto que causa la transformación de los ecosistemas en agroecosistemas sobre la diversidad de especies y en particular de los murciélagos se empezó a estudiar recientemente. Los agroecosistemas pueden funcionar como reservorios de una

importante proporción de la biodiversidad al proporcionar beneficios como retención de humedad, sombra, disponibilidad de sitios de percha, nidificación, refugio, alimento en forma de frutos, flores e insectos y otros (Almeida 2013).

Estudios de mamíferos relacionados a agroecosistemas se menciona el trabajo de Schaller (1983), donde realizó un estudio de mamíferos y calculó la biomasa en una estancia brasileña, localizada en el Pantanal del suroeste de Brasil, registrando 64 especies de mamíferos, en el caso de los murciélagos se obtuvo una lista de especies probablemente incompleta y sesgada en favor de murciélagos insectívoros que fueron los más conspicuos. Los géneros encontrados fueron *Myotis* y *Peropteryx*. La biomasa total de las especies nativas fue de unos 380 kg/km², y la del ganado más de 3750 kg/km², cifra 10 veces mayor que la de los mamíferos nativos, atribuyendo dicho resultado a la modificación del hábitat (inundaciones periódicas, la conversión de bosques a pasturas, incendios anuales y otros) que alteran la diversidad de especies silvestres presentes en el lugar.

Manson et al. (2008) manifiesta que existen algunos estudios que, aunque la riqueza o diversidad de murciélagos no se modifica, la abundancia relativa de las especies y la composición específica cambian dependiendo de la intensidad de la perturbación o de la intensificación en el manejo del agroecosistema. Un estudio sobre murciélagos en agroecosistemas en Guatemala, se llevó a cabo en cafetales bajo monocultivo de sombra y un remanente de bosque en un área montañosa, se observó que en los cafetales existe una tendencia de mayor abundancia para especies de amplia distribución y generalistas de los géneros *Artibeus*, *Dermanura* y *Sturnira*, mientras que en los bosques se capturaron especies aparentemente exclusivas y sensibles a la transformación del paisaje como *Phyllostomus discolor* y *Myotis keaysi* (KrakerCastañeda y Pérez-Consuegra 2011).

Por otro lado, Castaño et al. (2004) realizó un estudio sobre murciélagos en agroecosistemas cafeteros de Colombia, estableció un patrón de gremios en el siguiente orden, en primer lugar frugívoro, en segundo nectarívoro, y en tercer lugar insectívoro. Se concluye en el estudio que, a pesar de existir un alto grado de

intervención, los paisajes rurales cafeteros albergan un importante número de especies de murciélagos. La abundancia de frugívoros y nectarívoros indica que la dispersión de semillas y la polinización son los servicios ambientales más importantes que brindan los murciélagos en los agroecosistemas cafeteros.

Pierce (2012) evaluó la diversidad de murciélagos en una estancia Kwalata Game Ranch (KGR) en Gauteng, Sudáfrica, analizó la influencia de la heterogeneidad del hábitat, específicamente el tipo de vegetación y el nivel de cobertura en el ensamblaje de murciélagos del área.

El estudio reveló que el conjunto de murciélagos en la estancia es relativamente pobre en especies y la diversidad de murciélagos es equivalente entre los diferentes tipos de vegetación, un total de sólo ocho especies insectívoras, concluyendo que la baja diversidad de murciélagos se debe a los impactos del uso de la tierra, en particular el pastoreo por el ganado y la limpieza de la tierra por los seres humanos que han dado como resultado un bosque de sabana relativamente fragmentado.

En Paraguay se ha observado que en sitios fragmentados, especies de envergadura alar grande como *Artibeus lituratus* puede tolerar la fragmentación y desplazarse a parches de vegetación lejanos. En contraste con especies de envergadura alar más pequeña como *Sturnira lilium* puede encontrarse en hábitats fragmentados, siempre y cuando exista cerca remanentes grandes de vegetación conservada (Gorresen y Willig 2004).

2.15 Chaco Americano

Bazoberry-Chali (2012) mencionan que el Gran Chaco Americano es una macro ecorregión que ocupa diferentes extensiones en distintos países: Argentina, Paraguay, Bolivia y Brasil. Su superficie total se estima entre 1.000.000 y 1.200.000 kilómetros cuadrados (km²), lo que equivale aproximadamente al 6% del área de América del Sur. Tiene una población aproximada de 7,5 millones de personas, distribuidas de forma heterogénea. Se extiende desde latitudes tropicales hasta

ambientes subtropicales, esta ecorregión presenta una gran variedad de climas y relieves que dan origen a una amplia diversidad de ambientes; desde pastizales, esteros y sabanas secas e inundables hasta bañados, sierras y ríos; contiene una gran extensión y diversidad de bosques y arbustales (The Nature Conservancy, Fundación Vida Silvestre Argentina, Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco y Wildlife Conservation Society Bolivia 2005).

También destaca que la gran cantidad de ambientes distintos que contiene el Chaco Americano, se traduce en una alta diversidad de especies animales y vegetales que hacen del mismo un área clave para la conservación de la biodiversidad. En esta ecorregión se conocen más de 3400 especies de plantas, alrededor de 500 especies de aves, 150 de mamíferos, 120 de reptiles y aproximadamente 100 de anfibios (The Nature Conservancy, Fundación Vida Silvestre Argentina, Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco y Wildlife Conservation Society Bolivia 2005).

Asimismo, se señala que los bosques chaqueños reducen el impacto de las inundaciones cuando ocurren lluvias copiosas, los humedales chaqueños son de suma importancia en la provisión de agua potable para consumo humano, riego y para la agricultura; también generan buenos ambientes para la cría y engorde de ganado, fuente de materiales para vivienda de las comunidades locales y ámbitos propicios para la pesca, la caza, el turismo y la recreación (The Nature Conservancy, Fundación Vida Silvestre Argentina, Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco y Wildlife Conservation Society Bolivia 2005).

El Gran Chaco en general es considerado una zona preocupante por ser un ecosistema sensible. Esta sensibilidad está dada por sus particulares condiciones geológicas y climatológicas, que propician erosión eólica, salinización de suelos y aguas tanto superficiales como subterráneas (Ministerio de Agricultura y Ganadería et al. 1998).

2.16 Chaco del Paraguay

Según N ris et al. (2002) el Paraguay es un país ubicado en el centro sur de América del Sur y se encuentra dividido naturalmente en dos extensas regiones separadas por el Río Paraguay: la Región Occidental o Chaco al oeste y la Región Oriental al este. El clima del país es subtropical con temperatura anual promedio de 25  C en el norte disminuyendo gradualmente hacia el sur. La precipitación media anual varía de 400 mm en el noroeste a 1.800 mm en el sureste, existiendo una marcada estación húmeda que se extiende de octubre a marzo, con un período seco de seis a siete meses.

La Región Occidental del Paraguay conocida por el nombre “Chaco”, tiene 248.000 kilómetros cuadrados y representa el 60% de la superficie total del país. Los bosques naturales que cubren una superficie de 12 millones de hectáreas, son principalmente usados para la extracción del tanino, esencia de palo santo, palmas, postes, etc. Las especies principales son (Coronillo) *Schinopsis quebracho-colorado*, (Samu'u) *Chorisia insignis*, (Palo santo) *Bulnesia sarmientoi*, (Guayacan) *Caesalpinia paraguariensis*, (Mistol) *Ziziphus mistol*, (Karanda) *Prosopis kuntzei*, (Algarrobo blanco) *Prosopis alba*, y (Verde oliva) *Cercidium praecox* (Schvartzman y Santander 1996).

El chaco paraguayo abarca el 23% de la superficie total de la ecorregión del gran Chaco Americano, mientras que el chaco argentino abarca aproximadamente 675.000 km² equivalentes al 59% de la superficie total, en Bolivia el ecosistema chaqueño se extiende sobre 153.500 km² (13% de la superficie total) y el Brasil ocupa una porción pequeña de 56.000 km (5% del chaco Americano) (Bazoberry-Chali 2012). Está caracterizado por un bosque subtropical semidecíduo xerofítico, bajo y seco (400 a 900 mm anuales de precipitación), con las temperaturas absolutas más altas del continente (Rumbo 2010).

2.17 Población humana en el Gran Chaco y Chaco paraguayo

El Chaco tiene una población que se distribuye en forma muy heterogénea, esto se relaciona como en todas partes fundamentalmente con la disponibilidad de agua. Otros factores relevantes han sido y son las condiciones climáticas (altas temperaturas), y la ubicación de polos de desarrollo económico situados en otras regiones que fueron privilegiadas por las políticas de los estados nacionales. Las mayores concentraciones humanas se encuentran en las zonas periféricas de la región chaqueña, donde la densidad llega a más de 40 habitantes por kilómetro cuadrado (Naumann 2006).

Mientras que en el Chaco paraguayo la densidad poblacional no supera el habitante por kilómetro cuadrado, en Bolivia y Argentina hay áreas donde la densidad promedio va desde los 10 a los 22 habitantes por kilómetro cuadrado. Mientras que en Paraguay y Bolivia existe aún un alto porcentaje de población rural (63 y 53 % respectivamente), en Argentina la tecnificación del campo por un lado y la carencia de servicios e infraestructuras en las áreas rurales por el otro, ha provocado procesos migratorios internos, llevando a los trabajadores rurales a buscar ocupación en los centros urbanos y a la vez mejores condiciones de vida (Naumann 2006).

En el Gran Chaco viven aproximadamente siete millones y medio de personas (7,5 millones) lo que representan un bajo porcentaje de las poblaciones totales de los países lo que, entre otras cosas, incide en la marginación que sufre la población chaqueña desde las políticas públicas. De cada 100 habitantes paraguayos, alrededor de 3 viven en el Chaco (Naumann 2006).

2.17.1 Actividades antrópicas en el Chaco paraguayo

La actividad y producción agrícola presenta variaciones regionales, de acuerdo a la potencialidad de uso de los suelos y al clima, donde el principal factor limitante es el agua. Son cinco los cultivos característicos de la región: algodón, maíz, girasol, trigo y soja (los tres primeros son de origen americano). La mayor parte de la

producción se exporta como materia prima. También otro producto de reciente incorporación en la producción agrícola del Chaco paraguayo es el sésamo. La soja, un cultivo que estuvo restringido a áreas limitadas, se expandió vertiginosamente en los últimos años avanzando sobre las tierras forestales del Chaco. La mayor parte de la soja producida es de tipo transgénico y se exporta para forraje principalmente a Europa y Asia (Naumann 2006).

La producción ganadera es otra de las actividades que proveen fuentes de ingreso importantes en el Chaco, en él se utilizan pasturas, barbechos y sistemas boscosos para la producción ganadera de tipo extensivo y semiextensivo. En la zona de Loma Plata se encuentra una de las principales industrias lácteas del Paraguay. La producción ganadera depende básicamente de la disponibilidad de pasturas y de grandes extensiones de bosque nativo para ramoneo (Naumann 2006).

Actualmente, la sobrecarga de animales, sin rotación de potreros, genera compactación de los suelos y la pérdida de la vegetación natural, acelerando los procesos de desertificación. Sin embargo, la ganadería es un factor importante para la economía de los países involucrados (Argentina, Brasil, Bolivia, Paraguay) y está vinculada también a aspectos culturales (Naumann 2006).

Nauman (2006) también indica y señala otros productos generados en el Chaco por el hombre como por ejemplo la producción pesquera, madera, que se desarrollan desde pequeñas a grandes industrias para la transformación de la materia prima. Se visualiza también que la economía familiar y de subsistencia se basa en muchos casos en la producción de dulces, conservas, embutidos y artesanías, que son recursos interesantes para el turismo. Ortega (2013) también menciona el gran impacto que el territorio chaqueño sufre por dichas empresas instaladas, destinadas a la producción agrícola, ganadera, y extracción de madera para producción de carbón como así también la extracción de otros recursos naturales.

Actualmente las actividades de agricultura y ganadería establecidas históricamente por las poblaciones Mennonitas se extienden en toda la población de la

Región del Chaco, instaurándose una economía basada principalmente en la producción agropecuaria y agroindustrial, para la cual el agua es el factor productivo fundamental y el que más limita los rendimientos y la producción sustentable (Harder et al. 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del sitio de investigación

3.1.1 Ubicación geográfica

La primera parte de la investigación se llevó a cabo en la estancia ganadera llamada Montanía, 21°57'29''S; 60°04'56''O con una superficie de 37.000 hectáreas, ubicada a 40 km al norte del Distrito de Filadelfia, Departamento de Boquerón. El segundo sitio de muestreo corresponde también a un establecimiento ganadero llamado "Karanda", con una superficie de 4.500 hectáreas, ubicada en el Departamento de Presidente Hayes. Según la clasificación de Dinerstein (1995) los sitios corresponden a las ecorregiones Chaco Seco y Chaco Húmedo, respectivamente.

3.1.2 Vegetación en los sitios de muestreo.

Sabanas palmares de "Copernicia alba" ("palmares"): Estas formaciones constituyen un mosaico con las isletas de bosque. El Karanda'y (*Copernicia alba*), especie dominante de esta formación, suele estar acompañada principalmente por algarrobos (*Prosopis* spp.), palo cruz (*Tabebuia nodosa*) y aromita (*Acacia caven*). El estrato herbáceo es muy variable y su composición depende de la duración de las inundaciones. Son comunes las especies de los géneros *Ruellia*, *Ludwigia*, *Cuphea*, *Hyptis*, *Glandularia*, *Eleocharis*, *Nicotiana* y *Scirpus*, entre otras.

Especies preponderantes: *Copernicia alba*, Gramineae, Cyperaceae. Cuando el palmar ha sido sometido con exceso de pastoreo puede ser invadido por *Prosopis ruscifolia* (Peña-Chocarro et al. 2006)

Bosques hidrófilos de galería (“bosque de galería”, “bosque ribereño”, “bosque de barranca”): Muchas veces son formaciones monoespecíficas, colonizan las márgenes arenosas de los cauces hídricos, generalmente sobre “barrancas” poco o brevemente inundables y en los alrededores de ciertos esteros.

Los bosques de galería están sujetos a las inundaciones anuales de los ríos a los que acompañan, lo que determina fuertemente su composición florística. Entre las especies vegetales observadas se mencionan: camalotes (*Eichhornia* spp.), algarrobos (*Prosopis* spp.), timbo’y (*Albizia inundata*), viñal (*Prosopis ruscifolia*), karanda’y (*Copernicia alba*), entre otras (Peña-Chocarro et al. 2006).

Bosques xerohigrófilos de Prosopis (“algarrobal”): Estas formaciones están situadas en depresiones, a veces en contacto directo con las zonas húmedas (palmares, esteros). Las especies observadas fueron algarrobo (*Prosopis nigra*), karandá (*Prosopis* sp.), quebracho colorado (*Schinopsis* sp.), *Lycium* spp., *Capparis* spp. y otras (Peña-Chocarro et al. 2006).

3.1.3 Geología

El Paraguay occidental pertenece al Gran Chaco. Esta gran región es de hecho, una antigua llanura aluvial formada por la sedimentación causada por la erosión de los Andes. Varias partes de la zona se encuentran aún sujetas a inundaciones periódicas debido al relieve suave y al subsuelo arcilloso compacto.

En algunas regiones hay áreas amplias de suelos hidromórficos. Es importante mencionar que el Chaco ocupa un área grande y es poco conocido en su gran extensión (Schvartzman y Santander 1996).

3.1.4 Clima

El clima chaqueño se caracteriza por dos cuadros meteorológicos alternantes, cuadros con vientos dominantes del sector nornoroeste; estos vientos dominantes

durante el verano y asociados a bajas presiones traen masas de aire caliente, muy húmedas en el estío y más secas durante el invierno y en el verano con humedad relativa elevada y masas de aire inestables. Sus precipitaciones se caracterizan por su irregularidad de carácter anual como local. Por otro lado, se encuentran los cuadros de vientos dominantes del sector sursureste; estos vientos traen masas de aire frías y secas, se encuentran asociados a sistemas de alta presión y por lo tanto predomina la estabilidad de las masas de aire. En el invierno la temperatura puede bajar hasta 0° C en las noches de cielo despejado (Ramella y Spichiger 1989).

3.2 Población de unidades y variables de medición

Martella et al. (2012), menciona que una población silvestre se define como un conjunto de individuos de una especie que habita en un área determinado. Y comunidad es un grupo de poblaciones que viven en una determinada área. Por tanto, el conjunto de murciélagos presentes es la comunidad que se va muestrear, y la muestra de estudio serían los individuos registrados (detectores acústicos) y capturados (redes de niebla) en cada sitio o punto de muestreo.

Gotelli y Entsminger (2001) definen las variables dependientes a aquellas que tratan de modelar o explicar; las variables independientes son aquellas que se creen causales. Las variables dependientes establecidas en el estudio: a) riqueza de especies b) actividad de murciélagos presentes. Variables independientes: a) estado de conservación en los sitios de muestreo b) condiciones climático-ambientales en el sitio durante el muestreo.

La investigación contempla un esquema basado en los objetivos específicos, metodología y actividades en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Investigación de esquema basado en los objetivos específicos, metodología y actividades

Objetivos Específicos	Metodología	Actividades
Caracterizar los sonidos de ecolocación de los murciélagos registrados en el área de estudio.	Registros acústicos con detectores acústicos	Clasificar archivos de grabaciones, identificar y medir frecuencias ultrasónicas.
Determinar la riqueza y composición de murciélagos en un agroecosistema ganadero del Chaco, Paraguay.	Análisis estadísticos	Para la captura de murciélagos (redes de niebla), para los registros acústicos (detectores ultrasónicos)
Analizar las actividades de forrajeo de los murciélagos presentes en los diferentes sitios de muestreo del área de estudio	Registros acústicos con detectores acústicos	Identificar actividades de forrajeo y pases en los archivos de grabación.
Valorar el uso y efectividad de equipos acústicos para estudios con murciélagos y posteriores planes de manejo y conservación.	Registros acústicos con detectores acústicos	Elaborar una lista (inventario) de especies registradas mediante acústica, y redes de niebla comparando los distintos métodos aplicados.

3.3 Proceso de recolección de datos primarios

3.3.1 Trabajo de campo

✓ Primera etapa de recolección de datos- Metodología con redes de niebla

Se realizó dos campañas de muestreo en la estancia ganadera “Montanía” Departamento de Boquerón, en los meses de enero y febrero, con siete noches en el mes de enero y seis noches para el mes de febrero. Se utilizaron cinco redes de nylon

de 8m x 3m; y 10m x 3m; la apertura de las redes fue desde las 19:00hs hasta las 23:00 aproximadamente, completando un esfuerzo de muestreo de 4 horas por noche por sitio. La revisión de las redes fue cada 20 minutos o dependiendo de la actividad registrada en la noche. Los sitios de muestreo fueron clasificados de acuerdo a las características del sitio en: pastizal, aguada, monte. Los individuos capturados fueron depositados en bolsas de tela, para el procesamiento del mismo en laboratorio y su posterior medición de datos biométricos: como longitud total (T), longitud cola (LC), longitud pata (Lp), longitud oreja (Lo), peso, sexo, estado reproductivo registrando a su vez en las planillas elaboradas. Se realizó la preparación de la piel y cráneo donde cada ejemplar fue catalogado y depositado en la Colección Zoológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la FACEN. Para la identificación de los ejemplares, se siguieron claves taxonómicas de López-González (2005); Díaz et al. (2016), así como consultas a expertos en el área y visitas al Museo de Historia Natural del Paraguay (MNHP) para la comparación de los mismos y su determinación hasta el nivel de especies.

✓ **Segunda etapa de recolección de datos- Metodología mediante sistema de detección acústica**

El muestreo acústico se llevó a cabo en una noche del mes de junio, en la estancia ganadera “Karanda”, Departamento de Presidente Hayes. Las grabaciones fueron realizadas a partir de las 17:45hs hasta las 23:30 hs, totalizando un total de cinco horas de esfuerzo de muestreo aproximadamente. Se establecieron siete sitios de muestreo donde cada uno contaba con presencia de cuerpos de agua (aguada). Las grabaciones en cada punto fueron de 20 a 30 minutos aproximadamente.

Las grabaciones fueron realizadas utilizando el detector ultrasónico Echo Meter EM3 de la marca Wildlife Acoustics, cuyo equipo utiliza un sistema de grabación de amplio espectro de 16-bit y graba los archivos en una tarjeta SDHC incorporada.

3.3.2 Trabajo de gabinete

El análisis de las grabaciones consistió en clasificar los archivos útiles, e identificar a través del programa BatSound Pro 3.3.1 (Pettersson Elektronik AB) y Kaleidoscope 4.3.1 (Wildlife Acoustics) las frecuencias de las especies de murciélagos mediante los sonogramas. Se examinaron visualmente y se identificaron con comparación de literatura disponible (Torres-Morales, 2007; Orozco-Lugo 2013; MacSwiney et al., 2008; O' Farrel y Miller 1999; Trejo-Ortiz 2011; Miller 2001, 2003; Tapia 2016; Briones-Salas 2013).

Una vez identificadas las especies, se registró en una planilla los siguientes datos: sitio, número de archivo, actividad registrada, familia, género, especie para los posteriores análisis. También se realizaron las mediciones de algunos parámetros acústicos de las frecuencias de cada una de las especies identificadas, se tomaron al azar cinco pulsos para su medición (frecuencia inicial, frecuencia final, duración, frecuencia máxima y frecuencia mínima).

3.4 Métodos de control de calidad de los datos

Los muestreos se realizaron en los sitios establecidos; pastizal, aguada, monte, se tuvieron en cuenta características como presencia de agua, vegetación, sitios de posible forrajeo para los murciélagos, con el fin de que las noches de colecta se pudieran llevar a cabo con éxito. Para las redes de niebla el esfuerzo de muestreo se calculó tomando los metros cuadrados de red y las horas de exposición de las redes sobre el total de noches de muestreo, para obtener el total de metros de red horas ($M^2 \times H$) en cada sitio de muestreo.

Otros factores que se evitaron tanto para el muestreo acústico como con las redes de niebla, fueron la lluvia y el viento ya que se ha reportado que también afectan la actividad diaria de los murciélagos, a medida que el viento aumenta, la velocidad de capacidad de detección de las presas disminuye (Santos-Moreno et al. 2010).

3.5 Modelo de análisis e interpretación de datos

3.5.1 Representatividad, riqueza específica

Con los datos obtenidos de las grabaciones acústicas en los diferentes sitios de muestreo, se calculó la riqueza específica mediante curvas de acumulación de especies y estimadores. La curva de acumulación de especies es una herramienta útil en dicho análisis de riqueza específica de muestras de diferente tamaño. Las funciones de acumulación de especies, explica o predice el número de especies esperadas en función del número acumulativo de muestras. Es útil al momento de tener un problema de submuestreo, pues los valores extrapolados o la riqueza esperada se puede utilizar como una medida de la diversidad alfa (Moreno 2001).

Los estimadores con los que se trabajó para calcular la riqueza de especies y su representatividad fueron: Chao 1, Chao 2, Jackknife de primer orden.

Chao 1

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra. S es el número de especies en una muestra, a es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (Moreno, 2001).

$$\text{Chao 1} = S + a^2/2b$$

Chao 2

Para este estimador es posible calcular también un estimador de la varianza. Colwell y Coddington (1994) encontraron que el valor de Chao 2 provee el estimador menos sesgado para muestras pequeñas (Moreno, 2001).

Donde:

L= número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”).

M= número de especies que ocurren en exactamente dos muestras.

$$\text{Chao 2} = S + L^2/2M$$

Jacknife de primer orden

Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L). Es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra reduciendo el sesgo del orden $1/m$. es posible calcular la varianza de este estimador (Moreno, 2001).

Donde:

m es el número de muestras.

$$\text{Jack 1} = S + L = m - 1 / m$$

3.5.2 Diversidad alfa

3.5.2.1 Índice de Simpson

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Se analizaron los datos con el programa Species Diversity and Richnes

(<http://www.pisces-conservation.com/index.html>), PAST (<https://folk.uio.no/ohammer/past/>).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Moreno 2001).

Se calculó la diversidad verdadera que se obtiene cuando el número efectivo total de especies en un conjunto de datos (diversidad γ verdadera) se divide entre el número efectivo de especies promedio de las muestras (diversidad α verdadera). Ya que tiene una interpretación uniforme, independiente de cual sea el índice de diversidad usado y las medidas de diversidad verdadera cumplen con el principio de replicación, en el cual si tenemos N comunidades con igual riqueza de especies y con la máxima equidad en la distribución de sus abundancias.

Si ninguna especie se comparte entre comunidades, entonces la diversidad del conjunto de estas comunidades será exactamente igual a N veces la diversidad de una sola comunidad (Moreno 2001).

3.5.3 Diversidad beta

3.5.3.1 Índice de complementariedad

Para sacar la diversidad beta se utilizó la complementariedad que es resultado del grado de disimilitud en la composición de especies entre pares de biotas (Colwell y Coddington, 1994). Para obtener el valor de complementariedad obtenemos primero dos medidas:

I. La riqueza total para ambos periodos combinados:

$$S_{AB} = a + b - c$$

Donde a es el número de especies del periodo A, b es el número de especies del Periodo B, y c es el número de especies en común entre los periodos A y B.

II. El número de especies únicas a cualquiera de los dos periodos:

$$U_{AB} = a + b - 2c$$

A partir de estos valores calculamos la complementariedad de los periodos A y B como:

$$C_{AB} = U_{AB} / S_{AB}$$

Así, la complementariedad varía desde cero, cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies, hasta uno cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas (Colwell y Coddington, 1994).

3.5.3.2 Índice de Jaccard

Expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Este índice de similitud puede obtenerse en base a datos cualitativos.

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

donde a = número de especies presentes en el sitio A b = número de especies presentes en el sitio B c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno 2001).

3.5.4 Actividad relativa

Se identificaron y contabilizaron la cantidad de actividades de forrajeo y pase registradas en todos los sitios. Kracker-Castañeda (2013) establece en su trabajo como medida de la actividad relativa secuencias constituídas por al menos dos pulsos sucesivos de ecolocalización, también menciona que no necesariamente representan un reflejo directo de la abundancia de las especies, sino una estimación relativa a unidades de esfuerzo-tiempo. La actividad relativa considera la presencia/ ausencia de una especie en intervalos de tiempo constantes y puede ser estandarizado por unidades de esfuerzo de muestreo de distinta duración (Miller 2001).

Para obtener el análisis de la actividad relativa, se identificaron los archivos y cada archivo de grabación generado fue considerado como $N=1$ (pase) de un murciélago, registrando el total de milisegundos por archivo. Las actividades de forrajeo (zumbido de alimentación) fueron clasificadas de forma independiente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Riqueza y composición de murciélagos en un agroecosistema ganadero del Chaco, Paraguay

Metodología mediante detector acústico.

4.2 Listado taxonómico de murciélagos registrados en la estancia ganadera Karanda en los siete sitios de muestreo.

En los siete puntos de muestreo establecidos en la estancia ganadera Karanda, Región Occidental del Paraguay-Chaco Paraguayo, Departamento de Presidente Hayes, se obtuvo un registro total de 11 especies. Los llamados que no pudieron ser confirmados se documentaron como sonotipos; los sonotipos son aquellas especies no identificadas cuyos llamados no encajan con firmas vocales conocidas, pero claramente son distintos y pueden ser agrupadas en familias y géneros distintos (Ochoa et al. 2000).

Se obtuvo un sonotipo y las siguientes 10 especies identificadas: *Eptesicus furinalis*, *Lasiurus blossevillii*, *Lasiurus ega*, *Molossus molossus*, *Molossus rufus*, *Myotis nigricans*, *Noctilio leporinus*, *Nyctinomops laticaudatus*, *Tadarida brasiliensis*, *Eumops sp.*, distribuidas en tres familias: Vespertilionidae, Molossidae, Noctilionidae y ocho géneros. La familia Molossidae fue la mejor representada con cinco especies seguida de la familia Vespertilionidae con cuatro especies y por último la familia Noctilionidae con una especie (Tabla 2).

Tabla 2 Listado de especies registradas

Taxón	Especie
Familia Vespertilionidae	<i>Eptesicus furinalis</i> d'Orbigny, 1847 <i>Lasiurus blossevillii</i> Lesson & Garnot, 1826 <i>Lasiurus ega</i> Gervais, 1856 <i>Myotis nigricans</i> Schinz, 1821
Familia Molossidae	<i>Molossus molossus</i> Pallas, 1766 <i>Molossus rufus</i> E. Geoffroy, 1805 <i>Tadarida brasiliensis</i> I. Geoffroy, 1824 <i>Nyctinomops laticaudatus</i> E. Geoffroy, 1805 <i>Eumops sp.</i>
Familia Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i> Linnaeus, 1758 Sonotipo

En su mayoría los murciélagos registrados son insectívoros, que según Canals (2001) las características de los murciélagos insectívoros se encuentran relacionados con su modo de vida y está determinado por una combinación de factores tales como la selección del hábitat y la conducta de forrajeo. El mismo autor también menciona que los murciélagos forrajeadores en espacios abiertos pueden tener alas largas, mientras que los murciélagos que forrajean en vegetación densa demandan alas cortas.

La familia que se registra con mayor frecuencia en el área de estudio es la familia Molossidae, este resultado coincide con un estudio realizado en un área protegida del Gran Chaco Boliviano, que menciona a la familia Molossidae como la más frecuente, característicos de ambientes secos como el Chaco (Siles et al. 2004).

También Willig et al. (2000) encontró en el Chaco Paraguayo diferencias relacionadas con la dominancia de los Molosidos y Vespertilionidos en regiones secas y dominancia de Phyllostomidos en regiones o ecosistemas húmedos.

Las especies de la familia Molossidae presentan un vuelo veloz y de grandes distancias en espacios abiertos donde capturan a su presa por encima del dosel (Canals

et al. 2001). Mientras que para la segunda familia mejor representada, Vespertilionidae, Patterson y Hardin (1969) mencionan que éstas especies presentan un vuelo lento y de alta maniobrabilidad, lo que le permite moverse entre la densa vegetación, presentan una alta actividad en sitios naturales ya que se relacionan positivamente con la densidad total.

Schnitzler y Kalko (2001) explican que especies como *Myotis nigricans*, también registrada en el área de estudio, perteneciente a la familia Vespertilionidae presentan características ecomorfológicas y de ecolocalización que son más adecuadas para búsqueda de alimento en un ambiente cerrado. También Jung y Kalko (2010) indican que las especies de la familia Vespertilionidae reflejan un efecto negativo en las zonas urbanas, siendo las áreas naturales las de su preferencia.

La única especie registrada para la familia Noctilionidae es *Noctilio leporinus*, esta especie es comúnmente llamado murciélago pescador ya que su principal dieta son los pequeños peces, sus hábitos son principalmente crepusculares, habita preferentemente en los huecos de árboles y en menor proporción en cuevas, grietas construidos por el hombre (Goowin y Greenhall 1961). Ibañez (1981) señala que estos murciélagos viven normalmente en tierras bajas y dependen de la existencia de masas de agua en la que pueden pescar, incluyendo lagunas, salobres, bahías, ríos de corrientes lenta y mar.

Noctilio leporinus es el murciélago más representativo y mejor adaptado para capturar peces, Ibañez (1981) sugiere que los murciélagos pescadores realizan las capturas gracias a la localización de las pequeñas perturbaciones que producen los peces al nadar en la proximidad de la superficie.

En este estudio no se registró ninguna especie de la familia Phyllostomidae, sin embargo López-González (2005) menciona la presencia de especies para los departamentos donde se sitúa el área de estudio. Para el departamento de Boquerón; *Tonatia bidens*, *Desmodus rotundus*, para el departamento de Presidente Hayes; *Glossophaga soricina*, *Artibeus jamaicensis planirostris*, *Diaemus youngi*.

✓ *Metodología mediante redes de niebla.*

Se llevó a cabo esta primera etapa de la investigación en la estancia Montanía, Departamento de Boquerón. Las especies capturadas fueron de 2 individuos que corresponden a la especie: *Myotis nigricans*, de la familia Vespertilionidae. También se obtuvo dos colectas casuales, un individuo que corresponde a la familia Molossidae, y otro de la familia Vespertilionidae, dichas colectas casuales se registraron en cercanías de la casa.

El esfuerzo de muestreo calculado para la campaña 1 (enero) fue de 3.220 h/m². Para la campaña 2 (febrero) fue de 2.760 h/m². Totalizando un esfuerzo de muestreo para ambas campañas de 5.980 h/m².

Los distintos métodos de muestreo que pueden ser utilizados suelen diferir en cuanto a efectividad para capturar representantes de estos grupos (Kingston 2003); de acuerdo a los resultados obtenidos en esta primera etapa de investigación, se pudo comprobar la poca efectividad de captura con redes de niebla. Así mismo López Berrizbeitia et al. (2013) menciona que las redes de niebla es un método efectivo para especies de la familia Phyllostomidae, que forrajean principalmente en el sotobosque, no así para la mayoría de las familias de murciélagos (Molossidae, Vespertilionidae) cuyo tipo de alimentación y mejor sistema de ecolocación influyen en el tipo de vuelo (maniobrabilidad, altura), y probabilidad de captura.

Como menciona López-González (2005) existe una mayor cantidad de especies registradas pertenecientes a la familia Molossidae y Vespertilionidae para la Región Occidental del Paraguay, por tanto el método indirecto con detectores acústicos refleja una mayor efectividad para los registros de especies insectívoras en este estudio.

4.3 Representatividad riqueza específica

Con los estimadores utilizados Chao1, Chao2, Jack1 se calculó la riqueza esperada y se obtiene un porcentaje de 100%, 97%, 94% respectivamente. Estos

valores indican cuán eficaz fue el muestreo realizado, donde los valores obtenidos se encuentran por encima del 90%, señalando a su vez que existe una adecuada representación de la riqueza en los sitios muestreados (tabla 3).

Tabla 3. Estimadores utilizados para evaluar la representatividad en el sitio de muestreo.

	Riqueza observada	Riqueza esperada con estimadores		
		Chao1	Chao 2	Jack 1
Estancia Karanda	11	11	11,29	12,71
Porcentaje de representatividad	-	100%	97%	94%

La curva de acumulación de especies (fig 13) indica que la comunidad de murciélagos en el sitio de muestreo estuvo relativamente bien muestreada, comenzando a mostrar una tendencia a estabilizarse a partir de los valores entre 230 y 280 pases, en este punto se obtiene un promedio de 97% de representatividad entre los tres estimadores utilizados. Según los estimadores se esperaría una cantidad entre 11 y 13 especies con el mismo esfuerzo de muestreo en el sitio, indicando solo dos especies más de las registradas en este estudio.

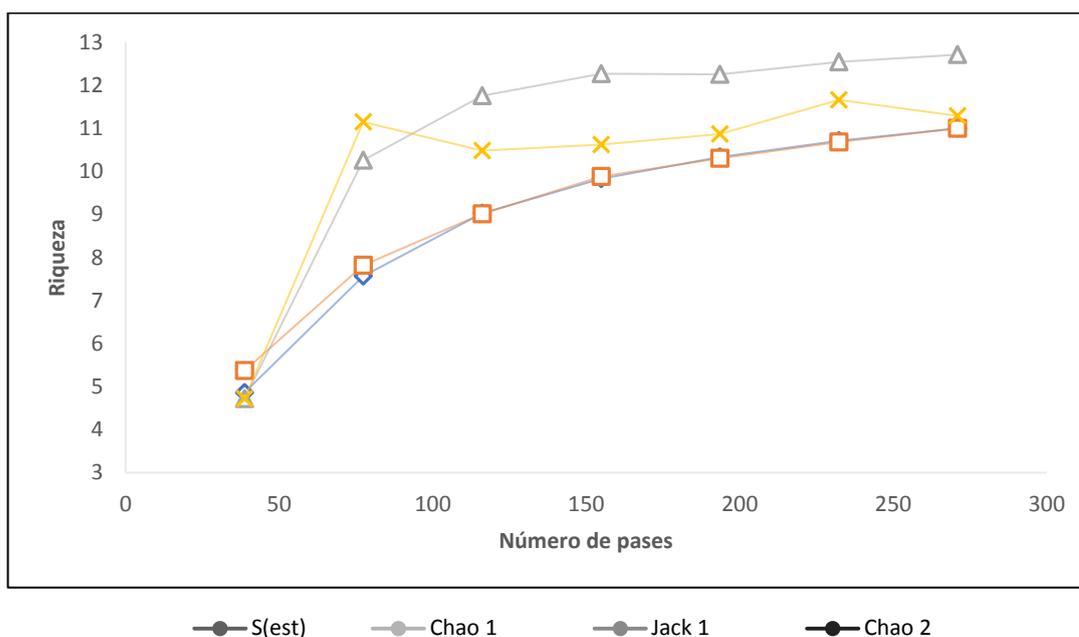


Figura 11. Curva de acumulación de especies registradas.

4.3.1 Especies raras

Las especies raras registradas, son aquellas especies difíciles de detectar, o las cuáles existen en poblaciones muy reducidas. La especie que se registró con menor actividad, solamente tres pases y en un solo punto de muestreo (P1) fue *Molossus rufus* de la familia Molossidae. Cabe mencionar que el punto uno es un punto considerado modificado donde la formación vegetal se encuentra reemplazada por pasturas introducidas, y existe un cuerpo de agua presente de origen antropogénico. Se observaron en los alrededores del mismo, especies pioneras como el viñal (*Prosopis ruscifolia*), aromita (*Acacia caven*) y espartillo (*Elionurus muticus*), renovales de karanda'y (*Copernicia alba*)

La presencia de esta especie en este estudio coincide con lo que señala Esbérard et al. (2005), mencionando que esta especie en particular se presenta en gran medida en zonas urbanas o modificadas debido a que son más tolerantes al aumento de la intensidad de la urbanización y se adaptan fácilmente, perchan en techos de edificios abandonados y áticos, pero en zonas naturales lo hace en troncos huecos.

La poca cantidad de registros para esta especie también se puede deber a la biología y características de la propia especie, esta especie puede volar por encima del dosel, lo que se dificulta su registro si no se tiene un detector de largo alcance, o no se coloca de forma adecuada el equipo de grabación. Indistintamente de los modelos de equipos acústicos, se recomienda para una mejor captura de grabaciones la colocación de los mismos a un ángulo de 45° y a una altura de un metro con respecto al suelo. (Neuweiler 1989; Pech-Canche et al. 2010). Torres-Morales (2007) menciona que existen registros de estas especies asociados a cuerpos de agua, lo que también se observó en este estudio.

La siguiente especie rara es el denominado sonotipo; registrada solo en el punto tres (P3), con diez pases, dicha especie de acuerdo a la firma vocal, se puede considerar perteneciente a la familia Vespertilionidae (Torres-Morales 2007). El punto de muestreo, es el área de asentamiento humano (vivienda), en el que se observan

individuos de quebracho colorado (*Schinopsis sp.*), samu'u (*Ceiba chodatii*) y algarrobo (*Prosopis spp.*), además de otras especies nativas utilizadas como ornamentales. Por lo que se puede considerar como una especie adaptada a zonas antrópicas con presencia de especies de plantas nativas e introducidas.

4.3.2 Especie común

En Paraguay especies de la familia Molossidae, son característicos del ecosistema chaqueño, donde en regiones más secas las dominancias de especies pertenecientes a esta familia son más frecuentes (Willig et al. 2000). También López-González (2005) menciona 11 especies registradas para el departamento de Presidente Hayes, pertenecientes a la familia mencionada.

En este estudio se observó que la especie *Tadarida brasiliensis* fue la que registró mayor frecuencia en al menos cinco de los siete puntos de muestreo y *Nyctinomops laticaudatus* es la segunda especie registrada en al menos cuatro sitios. *Tadarida brasiliensis* no se encuentra registrada para la Región Occidental del Paraguay, pero probablemente se halle en la Región Occidental- Chaco, ya que existen registros para el chaco argentino de Formosa, Jujuy (López- González 2005). En el Paraguay esta especie solo se conoce en bosques húmedos, pero en Argentina se ha registrado en todo tipo de hábitats desde las yungas hasta los matorrales xerófilos (Barquez et al. 1999), es además habitante frecuente de construcciones humanas (López-González 2005).

Willig et al. (2000) menciona a *Nyctinomops laticaudatus* presente en Departamento Alto Paraguay. También López-González menciona a la misma especie presente en el departamento de Alto Paraguay no así en el departamento de Presidente Hayes donde fué registrado en este estudio. El mismo autor también menciona que la especie se ha colectado a ambos lados del río Paraguay pero que no existen registros del chaco bajo y chaco central.

Si bien estas dos especies no se encuentran registradas a nivel de localidad, podrían ser considerados como nuevos registros para la zona, ya que conociendo el área de estudio, las condiciones ambientales y la modificación del ecosistema coincide con lo que señala Willig et al. (2000) que expone que especies de esta familia en particular generalmente no parecen ser especies forestales abundantes, pero aprovechan rápidamente las actividades antropogénicas para forrajear en pastizales y estanques (tajamar) recientemente formados en áreas boscosas. También se encuentran más adaptados para regiones secas y abiertas, por lo que se los considera de especies generalistas.

4.3.3 Diversidad alfa

Se estimaron los valores de diversidad mediante el índice de dominancia de Simpson, este índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie, se encuentra fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran 1998; Peet 1974). Para los datos de nuestro estudio, la diversidad calculada con el programa PAST (<https://folk.uio.no/ohammer/past/>), para la estancia Karanda fue de 0,854 lo que sugiere una alta distribución de especies igualmente comunes o dominantes.

La actividad relativa calculada para cada especie en el área es: *Eptesicus furinalis* (6%), *Lasiurus blossevillii* (4%), *Lasiurus ega* (5%), *Molossus molossus* (18%), *Molossus rufus* (1%), *Myotis nigricans* (21%), *Noctilio leporinus* (4%), *Nyctinomops laticaudatus* (9%), *Tadarida brasiliensis* (21%), *Eumops* sp. (7%), sonotipo (4%).

Se utilizó el programa Species Diversity and Richnes (<http://www.pisces-conservation.com/index.html>), para calcular la diversidad entre cada sitio y comparar cada uno, el sitio que presentó el valor más alto fue el P6 y el sitio que presentó menor valor fue el P7 (tabla 4), ambos sitios mostraron diferencias significativas entre ellos. El P6 (Río Verde), caracterizado por presentar bosques hidrófilos de galería (bosque ribereño) registró una mayor cantidad de especies (cinco), que el P7 (Laguna Sargento)

con solo una especie. El resto de los sitios presentaron valores de diversidad similares (P1, P2, P3, P4, P5). Se compararon los diversos sitios de muestreo para observar si existe diferencias significativas, solo se encontraron diferencias significativas entre los sitios P1, P2, P3, P4, P5, P6 con respecto al P7, ya que el mismo solo registró a la especie *Eumops* sp. Los demás sitios no presentaron valores significativos entre ellos.

Mediante el análisis de diversidad verdadera, se observó el valor de las especies efectivas, para los sitios que presentaron mayor y menor valor diversidad P6 y P7, los valores hallados son de 0,219 y 1,000 respectivamente, lo que señala que el P6 retiene el 21,9 % de la diversidad que contiene y representa en su totalidad el sitio P7 (tabla 4).

Sin embargo es importante mencionar que la diversidad hallada no refleja necesariamente la diversidad completa del área de estudio ya que se realizó un poco esfuerzo de muestreo, a efectos de la investigación se realizaron los análisis de diversidad y comparaciones entre sitios pero se recomienda necesariamente mayor esfuerzo de muestreo que permitan obtener datos estadísticamente más significativos y también para poder establecer los patrones de comportamiento.

Tabla 4. Diversidad de los sitios muestreados, valores hallados de diversidad verdadera.

Sitios	S	D.V.	% Retención de diversidad
P6	9,333	0,219	21,9
P5	7	0,265	26,5
P2	4,377	0,24	24
P3	3,958	0,258	25,8
P4	3,5	0,306	30,6
P1	2,625	0,423	42,3
P7	1	1	

Los valores de diversidad hallados mediante índices de diversidad no necesariamente reflejan el estado real de las especies en el sitio de estudio. Feisenger (2003) sostiene que no se puede diagnosticar la integridad ecológica o salud de la biota nativa de un ecosistema o sitio mediante índices, ya que al trabajar con un índice se

puede perder información crucial sobre las especies nativas. También menciona que probablemente en un grupo de especies algunas son más cruciales que otras.

4.3.4 Rango de abundancia

Las curvas de rango-abundancia indican la abundancia, diversidad y equitatividad de las especies, tomando en cuenta su identidad y secuencia (Feinsinger 2001), en este caso, se identificaron a las especies ubicadas de acuerdo a la mayor actividad y menor actividad que registraron (fig 14).

Las especies más dominantes, es decir que registraron mayor número de pases en los respectivos sitios son: *Lasiurus ega* (P1), *Tadarida brasiliensis* (P2), *Molossus molossus* (P3), *Myotis nigricans* (P4), *Noctilio leporinus* (P5), *Eumops sp.*, *Lasiurus blossevillii*, *Myotis nigricans* (P6), *Eumops sp.* (P7).

Se observa que la actividad relativa de las especies disminuye de acuerdo al número de pases registrados en los sitios, eso se refleja en las especies agrupadas en la parte media y en la “cola” de la curva. De esta forma se cita a continuación a las especies menos dominantes o que registraron menor actividad en cada sitio: *Nyctinomops laticaudatus* (P1, P5), *Lasiurus ega* (P2, P6), *Tadarida brasiliensis* (P4, P5, P6), *Lasiurus blossevillii* (P4, P5), *Eumops sp.* fue la única especie presente (P7).

En cuanto a la equitatividad, la figura que representa al sitio P5 demuestra una equitatividad con respecto a las especies menos dominantes con cuatro especies involucradas, seguida del sitio P6 donde se registra una equitatividad con respecto a las especies más dominantes con tres especies. En el P2, P4, P6 se observa una equitatividad solamente con dos especies involucradas.

Siles et al. (2004) menciona en su trabajo a la especie más abundante como *Molossus molossus*, en uno de sus sitios muestreados, en un ambiente denominado Chaco-Transicional chiquitano (bosques de talla media a baja y transicionales entre provincia del chaco y cerrado), coincidiendo con este trabajo en el cuál la misma

especie también resultó ser la dominante en el P3, también en una zona de transición, entre antrópica-cercanías de la casa, sabanas palmares de *Copernicia alba* y tajamarcuerpos de agua. Sin embargo no coincide con la siguiente especie; *Nyctinomops laticaudatus* ya que el mismo autor menciona a *N. laticaudatus* como especie abundante, en este trabajo fué la menos dominante en el P1 y P5 respectivamente.

La equitatividad entre los sitios mencionados anteriormente probablemente se deba a que la oferta de recursos también es más equitativa para las especies presentes (Siles et al. 2004). También se observa a especies como: *Lasiurus ega*, *Lasiurus blossevillii*, *Tadarida brasiliensis*, que fueron dominantes en algunos sitios y menos dominantes en otras.

Reid (1997) menciona que *Tadarida brasiliensis* es una especie poco común a localmente común en áreas secas, abiertas, montañas y áreas pobladas y no se encuentra en bosque perturbado. Se observa la presencia de esta especie en casi todos los sitios, esto puede deberse a características propias como murciélago insectívoro y según Best y Geluso (2003) *Tadarida brasiliensis* puede volar distancia hasta de 56 Km en una noche por lo que también se considera una especie de amplio ámbito hogareño, es decir mayor capacidad de desplazamiento.

En cuanto a *Lasiurus ega*, *Lasiurus blossevillii*, perteneciente a la familia vespertilionidae son reportados como especies que forrajean entre vegetación densa algunos sobre sustrato, arriba del dosel y otros en bordes de vegetación (Schnitzler y Kalko 2001). En este estudio *L. ega* fue registrado como especie dominante en el sitio P1, y como especie menos dominante en los sitios P2, P3, P7. Mientras que *L. blosevillii* fue registrada como especie dominante en los sitios P6 y como especie menos dominante en P4 y P5.

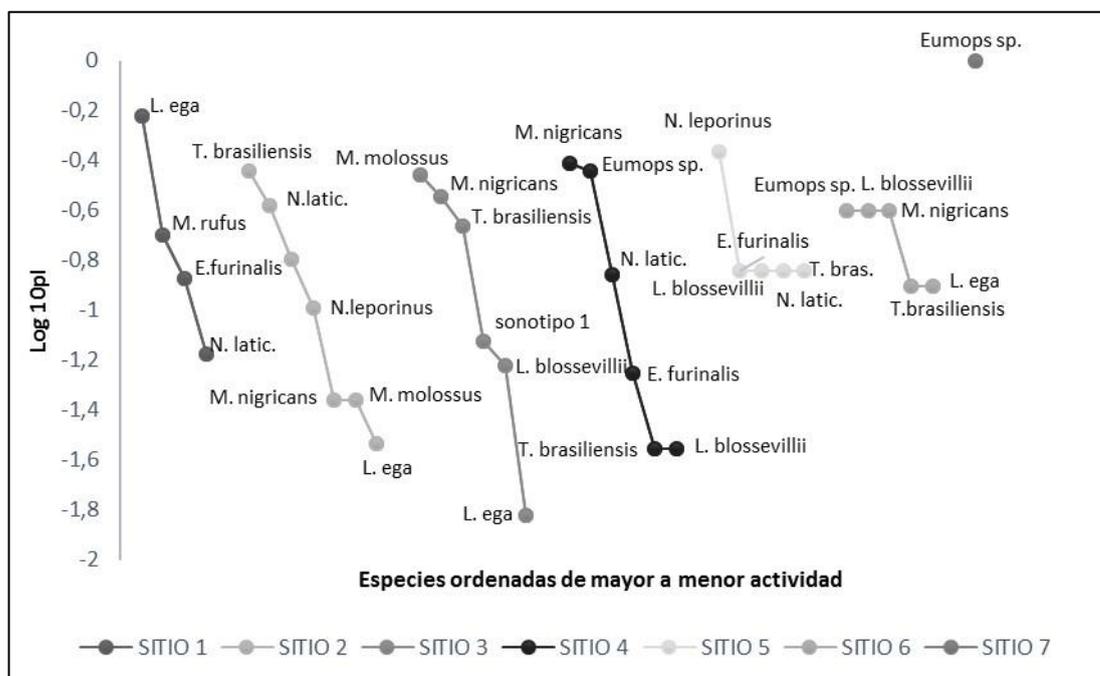


Figura 12. Curvas de rango-abundancia en los sitios muestreados.

4.3.5 Diversidad beta

Indice de complementariedad

Se realizó una comparación entre los diferentes sitios de muestreo; el porcentaje de recambio entre todos los sitios combinados señala un promedio alto del 73%, este valor sugiere el porcentaje de murciélagos que son complementarios entre un sitio y otro.

También se identificaron los sitios que presentaron mayor porcentaje de recambio entre ellos, es decir sitios más diferentes: P1 con el P7; P2 con el P7 con un 100% esto indica que ambos sitios son totalmente distintos, el P3 con el P5 refleja un 90%. Los sitios que presentaron menor porcentaje de recambio entre ellos son: P4 con el P5 y el P4 con el P6 con un 42 %, el P3 con el P5 con 43%, señalando que estos sitios son más similares en cuanto a composición de especies.

En la matriz triangular de diversidad beta, se identifica la riqueza total para los sitios combinados entre sí (S_{AB}), donde el P3 con el P5 presenta el número mayor

de riqueza con 10 especies. Y los sitios que presentan el menor valor de riqueza total entre ellos son los siguientes: P6 con P7, P5 con P7, P1 con P7 con solo 5 especies (Tabla 5).

Tabla 5. Riqueza total calculada para los sitios combinados

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P1		8	9	8	7	8	5
P2			9	9	8	9	8
P3				8	10	7	7
P4					7	7	6
P5						8	5
P6							5
P7							

Con respecto a las especies comunes entre los sitios combinados, se observa que la mayor cantidad de especies compartidas entre los sitios es de 4 especies, en los siguientes sitios: P3 con P2; P5 con P2; P5 con P4; P6 con P3; P6 con P4. Y la especie común en estos sitios mencionados es *Tadarida brasiliensis* (tabla 6). El sitio P7 no tiene especies compartidas con el P1, P2, P3.

Tabla 6. Número de especies en común entre los sitios combinados.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
P1							
P2	3						
P3	1	4					
P4	1	3	3				
P5	2	4	1	4			
P6	1	3	4	4	2		
P7	0	0	0	1	1	1	

✓ *Coefficiente de similitud de Jaccard*

Mediante el dendograma de similitud elaborado se pueden observar los sitios, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 mencionados y su distancia en cuanto a similitud entre los mismos (fig 13).

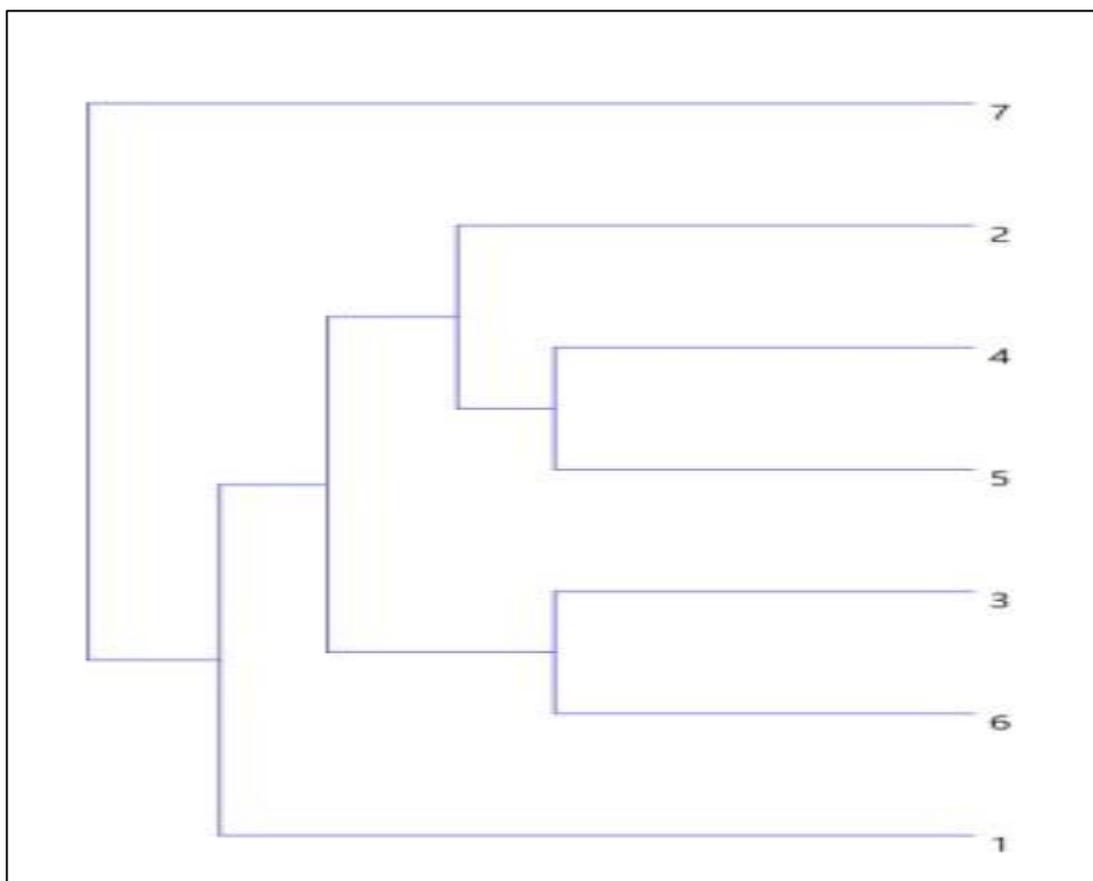


Figura 13. Dendrograma de similitud construido a partir del índice de Jaccard para datos de presencia – ausencia

Según el dendograma e índice de Jaccard, los tres sitios que se encuentran más cercanos y por tanto presentan mayor similitud entre ellos son los sitios P4 con P5, y P3 con P6 con un 57% de similitud entre ellos, mientras que el sitio P2 se encuentra más relacionado a los sitios ya mencionados. El sitio P1 y P7 se encuentran totalmente alejados por tanto esto refleja que ambos sitios son completamente distintos entre ellos con 0% de similitud.

Canals et al. (2001) explica que las especies de la familia Molossidae para forrajear en espacios abiertos necesitan de alas alargadas, estas características les

permiten alcanzar velocidades altas y una reducción en los costes energéticos del vuelo, y con ayuda de la ecolocalización detectan a sus presas, de esta forma pueden volar hacia ellas a gran velocidad desde una distancia relativamente larga.

Altringham (2011) indica que estos atributos favorecen a estas especies la posibilidad de forrajear en espacios abiertos o en lugares con bajo porcentaje de vegetación. Esta familia es la mejor representada y la que permite la mayor similitud entre los sitios mencionados.

Según Siles et al. (2004) en su estudio realizado menciona a la familia Molossidae como la familia que se presenta en todos los ambientes y con una alta frecuencia siendo más abundante en humedales y menos abundante en bosques ribereños, coincidiendo con este estudio donde se observó en menor frecuencia a especies de esta familia para ambientes de bosques ribereños.

4.4 Patrones de actividad de los murciélagos presentes en los diferentes sitios de muestreo del área de estudio

4.4.1 Actividad relativa de los murciélagos registrados en el área de estudio

Se obtuvo 347 archivos útiles para la identificación de las siguientes 10 especies y un sonotipo. Distribuidos en 3 familias y 8 géneros. Cada archivo de grabación generado y analizado fue considerado como N=1 (pase) de un murciélago, cada grabación consistió de 7,688 milisegundos aproximadamente, descartando a la vez las actividades de forrajeo. Se identificaron 271 archivos que registraron actividades de pase, y 76 archivos que registraron actividades de forrajeo.

Las especies con mayor actividad registrada en cada sitio de muestreo fueron: *Lasiurus ega* (P1), *Nyctinomops laticaudatus* (P2), *Molossus molossus* (P3), *Myotis nigricans* (P4), *Noctilio leporinus* (P5), *Eumops* sp; *Lasiurus blossevillii* y *Myotis nigricans* (P6) estas especies tuvieron la misma cantidad de actividad registrada, finalmente en el sitio P7 la única especie presente fue *Eumops* sp. (tabla 6).

Las especies con menor actividad registrada: *Nyctinomops laticaudatus* (P1, P5), *Lasiurus ega* (P2, P3, P6), *Tadarida brasiliensis* (P4, P6), *Eumops sp.* (P5) y como única especie en el P7.

El mayor número de registros que se observó fue de 57 pases, para la especie *Tadarida brasiliensis*, esta especie se encontró en al menos cinco sitios y presenta su mayor actividad en los sitios P2 y P3. La otra especie con el mismo número de pases registrados (57), es *Myotis nigricans*, esta especie se encontró en cuatro sitios y los sitios en donde presentó mayor actividad fue P3 y P4. Seguida de estas especies se presenta *Molossus molossus* con 49 registros, esta especie solo se encontró en dos sitios P2 y P3 en ésta última registró mayor actividad.

El menor número de registros que se observó fue de tres pases para la especie *Molossus rufus*, esta especie solo se registró para el sitio P1. Las familias con mayor actividad fueron: Molossidae y Vespertilionidae seguida de la familia Noctilionidae.

Ortíz-Trejo (2011) menciona a *M. rufus* como la especie con mayor actividad, sin embargo, en este trabajo registró el menor número de actividad. Esta poca actividad registrada para la especie puede deberse al horario de muestreo en el sitio (P1) que fue a las 17:45hs. El mismo autor menciona que la actividad para esta especie es a partir de las 18:00hs. concluyendo a las 00:00 hs. Y donde más activo se encuentra la especie es a las 19:00hs alcanzando su pico máximo a las 20:00hs.

En el sitio P3, que es una zona de transición con presencia de cuerpo de agua artificial (tajamar), quebracho colorado (*Schinopsis sp.*) alrededor de la vivienda y palmares de karanda'y (*Copernicia alba*) e iluminación artificial, es el punto donde se registró la mayor actividad para las especies: *Molossus molossus*, *Myotis nigricans*, *Tadarida brasiliensis*.

Esta mayor actividad puede deberse a los factores como cuerpo de agua presente e iluminación en el sitio. Coincidiendo con Peñaranda-del Carpio et al. (2016) que menciona en su trabajo que el aumento de actividad relativa en murciélagos

insectívoros está condicionado por un factor que es la iluminación, donde observó diferencias significativamente mayores en aquellos lugares bien iluminados. También Jung y Kalko (2011) suponen que esto puede deberse a la mayor cantidad de insectos que son atraídos por las luces artificiales.

Tamsitt y Valdivieso (1961) mencionan murciélagos tropicales, la humedad y la temperatura en murciélagos tropicales no parecen tener efecto en la modificación de la actividad nocturna, mientras que la luz parece ser un definitivo y específico agente regulador.

Tabla 7. Actividad relativa registrada en los sitios de muestreo

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Total
<i>Eptesicus furinalis</i>	2	11	0	2	1	0	0	16
<i>Eumops sp.</i>	0	0	0	13	1	2	3	19
<i>Lasiurus blossevillii</i>	0	0	8	1	0	2	0	11
<i>Lasiurus ega</i>	9	2	2	0	0	1	0	14
<i>Molossus molossus</i>	0	3	46	0	0	0	0	49
<i>Molossus rufus</i>	3	0	0	0	0	0	0	3
<i>Myotis nigricans</i>	0	3	38	14	0	2	0	57
<i>Noctilio leporinus</i>	0	7	0	0	3	0	0	10
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	1	18	0	5	1	0	0	25
<i>Sonotipo</i>	0	0	10	0	0	0	0	10
<i>Tadarida brasiliensis</i>	0	25	29	1	1	1	0	57
Total número de pases	15	69	133	36	7	8	3	271

P1: Pastura-tajamar

P2: Bosque espinoso-tajamar

P3: Alrededor de la casa-tajamar

P4: Bosque ribereño (represa)

P5: Tajamar jakare

P6: Río Verde

P7: Laguna sargento

4.4.2 Actividades de pases y forrajeo registradas en los sitios de muestreo

De las 11 especies registradas dentro de la familia Molossidae, Vespertilionidae, Noctilionidae, se obtuvieron secuencias que presentaron actividades de pase y forrajeo. Los porcentajes calculados se realizaron dividiendo los archivos de

pase y forrajeo independientemente en cada sitio con el total de archivos registrados de pase y forrajeo. Los sitios que presentaron mayor porcentaje de actividad de pases es el sitio P2 y P3 con 25,46% y 49,07% respectivamente, los mismos sitios también presentaron el mayor porcentaje de actividad de forrajeo con el 31,58% y 57,89% respectivamente. Los sitios que no registraron actividad de forrajeo son los sitios P1, P4, P7 (fig 16). La familia con mayor actividad de forrajeo fue Molossidae con 83 registros, seguida de Noctilionidae con doce y Vespertilionidae con ocho registros de forrajeo. El sonotipo identificado también registró dos eventos de forrajeo.

En el sitio P3, donde se presenta iluminación artificial, se observa el mayor número de actividades de forrajeo por parte de especies de la familia Molossidae, que coincide con lo que propone Peñaranda-de Carpio et al. (2016) que menciona en su trabajo que los zumbidos de alimentación son significativamente mayores en lugares iluminados. El segundo sitio con mayor actividad de forrajeo es el P2, este sitio no el factor de iluminación artificial sin embargo estaba presente los de cuerpos de agua, en este sitio también se observó mayor presencia de especies. Este resultado coincide con lo que menciona MacSwiney et al. (2009) que enfatizan sobre la importancia de los cuerpos de agua debido a la actividad depredadora de los murciélagos insectívoros aéreos, reportan un 84% de las especies registradas en un estudio con mayor actividad de alimentación en presencia de agua en su área de estudio, lo cual fue inferido por los denominados zumbidos de alimentación (feeding buzzes).

Kracker-Castañeda (2013) menciona también la relación entre las variables ambientales como disponibilidad de alimento y la actividad relativa presentan un resultado significativo ya que en su estudio evidencia el aumento de actividad en cercanías de riachuelos (hábitats ribereños) y su vegetación asociada ya que ofrecen recursos para los murciélagos. Esto puede coincidir con la mayor presencia de especies en el P2.

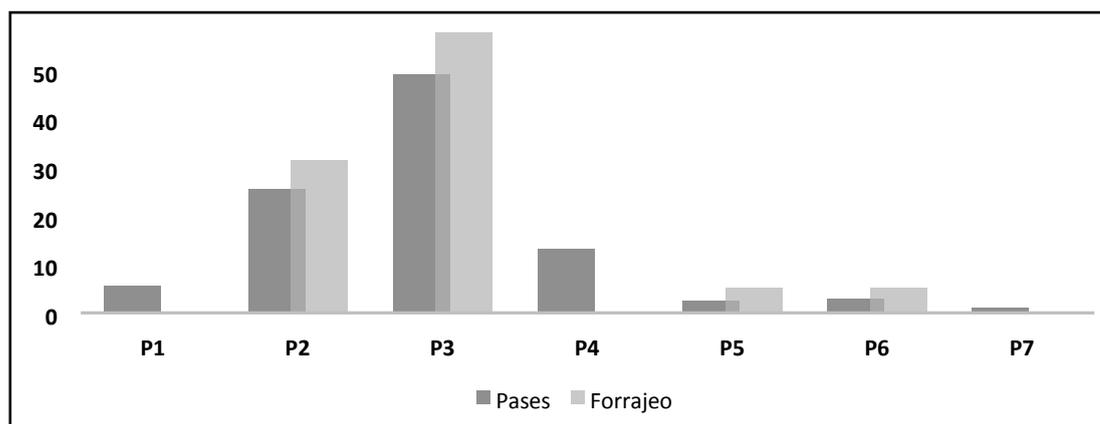


Figura 14. Porcentaje del número de pases y forrajeo en los sitios de muestreo

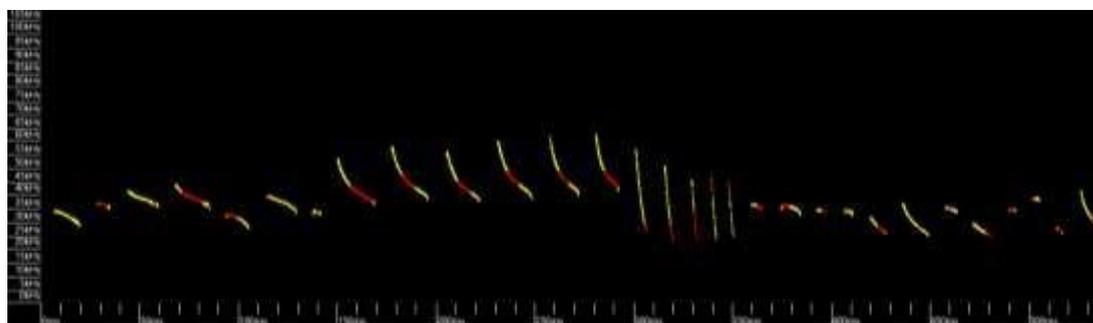


Figura 15. *Molossus molossus* en actividad de forrajeo

4.5 Caracterización de sonidos de ecolocación de los murciélagos registrados en el área de estudio

Los patrones de sonido y los rangos de frecuencia de emisión son característicos a nivel de familia y por lo tanto son específicos a nivel de especie, estas características de manera general van a depender de la situación en la que se encuentre el individuo, es decir, el tipo de señales ecolocadoras emitidas por cada una de las especies están directamente ligadas a sus hábitos de forrajeo y en algunas ocasiones a su morfología (Neuweiler 1990; Barclay y Brigham 1991). El tamaño corporal de los murciélagos insectívoros es inversamente proporcional a la frecuencia, murciélagos pequeños utilizan frecuencias altas, mientras que murciélagos grandes utilizan frecuencias bajas (Miller 2003).

Se describe los parámetros y características acústicas de las especies registradas en el área de estudio (tabla 8).

Tabla 8. Parámetros acústicos de especies registradas en el área de estudio- Estancia Karandá.

Especie	FMAX	FMIN	FC	FMEDIA	DURACION	FF	
KHZ	KHZ	KHZ	KHZ	KHZ	(MS)	FI	
<i>Eptesicus furinalis</i>	54,457	37,2458	37,3164	40,4724	8,5736	32,9216	59,521
DS (±) <i>Lasiurus</i>	4,117	0,224	0,262	0,533	0,645	1,916	3,981
<i>blossevillii</i>	64,7504	41,9912	42,1726	47,3236	4,7932	38,0506	68,1094
DS (±)	5,773	0,762	0,82	1,576	0,516	0,884	5,063
<i>Lasiurus ega</i>	44,007	30,2828	30,3288	33,0426	8,8902	25,7648	48,9052
DS (±)	2,648	0,296	0,295	0,405	0,584	1,614	3,634
<i>Myotis nigricans</i>	70,5974	54,21	54,6568	58,0598	5,7774	50,1578	74,4314
DS (±) <i>Molossus</i>	4,951	0,717	0,628	1,324	1,095	1,665	4,992
<i>molossus</i> (P.S.)	39,2978	35,3944	38,7294	38,1718	10,9036	31,371	45,0284
DS (±) <i>Molossus</i>	0,462	0,995	0,572	0,331	0,891	0,711	0,596
<i>molossus</i> (P.I.)	35,3656	31,1666	34,6164	33,6544	11,696	26,5996	38,8854
DS (±)	1,13	1,476	1,35	1,341	1,08	2,507	1,408
<i>Molossus rufus</i> (F.A.)	36,7702	30,7644	31,3584	33,1076	18,5666	26,063	42,1656
DS (±)	1,838	0,849	0,608	0,632	4,525	1,24	3,468
<i>Molossus rufus</i> (F.B.)	29,81	23,9684	28,8152	27,2788	17,0618	19,8008	32,5634
DS (±) <i>Tadarida</i>	2,124	2,443	1,173	1,982	2,125	3,686	2,886
<i>brasiliensis</i>	35,1654	22,514	24,4842	26,84	14,4552	17,4748	40,0186
DS (±)	2,979	0,885	0,767	0,939	0,419	1,439	2,878
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	31,4062	23,8886	24,0824	26,6232	11,5438	19,4428	34,5318
DS (±)	1,084	0,789	0,917	0,622	2,387	2,215	2,07
<i>Eumops sp.</i>	32,5506	25,9252	26,6026	28,0052	12,225	20,9952	35,9632
DS (±) <i>Noctilio</i>	1,074	0,227	0,437	0,437	0,533	1,439	1,454
<i>leporinus</i>	53,5516	36,8864	52,9824	49,48	8,9346	32,8618	57,4932
DS (±)	0,195	10,065	0,35	2,623	1,116	10,255	1,451
<i>Sonotipol</i>	49,4472	31,2526	31,2776	34,715	7,5528	26,5398	55,5244
DS (±)	4,809	0,297	0,326	0,821	0,815	1,673	3,661

DS: Desviación estándar

FC: frecuencia característica

FF: frecuencia final

FI: frecuencia inicial

FMAX: frecuencia máxima

FMIN: frecuencia mínima

FMEDIA: frecuencia media

P.I.: pulso inferior

P.S.: pulso superior

4.5.1 Familia Vespertilionidae

En el caso de los murciélagos vespertilionidos se conoce que emplean pulsos ecolocadores a frecuencias altas con componentes importantes de frecuencias moduladas lo cuál les permite forrajear en sitios próximos a la vegetación (Marin 2009). Barclay y Brigham (1991) también sugieren que especies pertenecientes a esta familia emplean llamados de frecuencias altas, lo que concuerda con los análisis paramétricos acústicos realizados en este estudio para cada especie perteneciente esta familia, presentando características con amplios rangos de frecuencia, que va desde 30,28 KHz hasta 70,59 KHz.

Como explica Miller (2003) el componente estructural más importante es la frecuencia mínima de los llamados de cada especie. Farrel y Miller (1999) mencionan que los vespertilionidos neotropicales con llamadas de FM (frecuencia modulada) de mayor duración (por ejemplo *Eptesicus* y *Lasiurus*) pueden distinguirse por las diferencias en la frecuencia mínima. La forma y patrón general de estas llamadas proporciona un criterio inequívoco para distinguir entre géneros.

Kracker-Castañeda et al. (2013) mencionan que diferenciar a las especies de la familia Vespertilionidae es particularmente difícil. Williams-Guillén y Perfecto (2011) recomiendan utilizar como carácter diagnóstico la frecuencia mínima y duración de los pulsos. Dichos autores mencionan un ejemplo con respecto a *Lasiurus ega* y *Lasiurus intermedius*, que es posible identificarlos en base a la frecuencia mínima (>30 KHz para *L. ega*), esto coincide con lo registrado en este trabajo para *L. ega* (30,28 KHz), *L. intermedius* no se encuentra registrado en el país, sin embargo se registró a *L. blossevillii* con una frecuencia mínima de 41,99 KHz y máxima de 64,75 KHz. Briones-Salas et al. (2013) menciona para esta especie una frecuencia mínima de 43,58 KHz, y una frecuencia máxima de 62,89 KHz. También Miller (2003) señala las frecuencias para esta especie; para la frecuencia mínima menciona un intervalo entre 36,78-56,14 KHz, y para la frecuencia máxima entre 39,31-71,43 KHz.

En el caso del género *Myotis*, Williams-Guillén y Perfecto (2011) mencionan frecuencias mínimas entre 48 KHz y 58 KHz y su identificación es complicada debido a la superposición de parámetros. Rizo-Aguilar (2008) menciona para *Myotis californicus* una frecuencia mínima de 48,1 KHz en un estudio realizado en México. Sin embargo, Siles et al. (2004) menciona para Bolivia, a *Myotis nigricans* con un llamado a partir de 50KHz para arriba. Esto se puede presentar para especies cosmopolitas que registran un tipo de llamado diferente a las encontradas por otros autores. Para la identificación de esta especie se consideró a Siles et al. (2004) ya que las especies registradas presentaron una frecuencia mínima de 50 KHz y se encuentran geográficamente más cercanos a Paraguay.

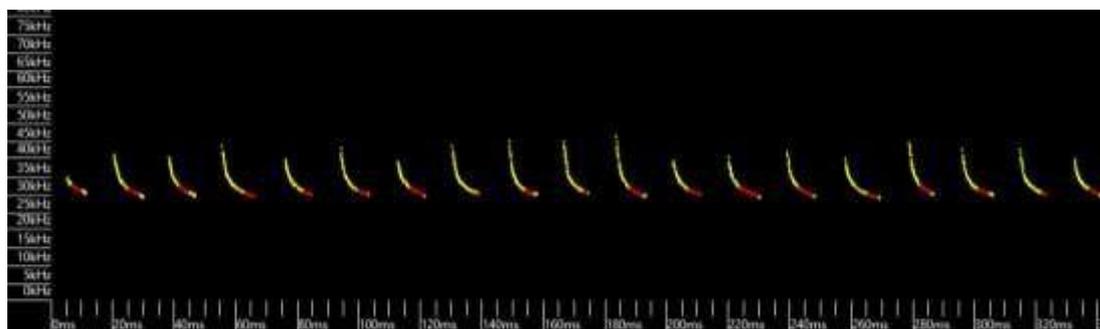


Figura 16. *Lasiurus ega*

Fuente: Elaboración propia- Pulsos analizados con el programa Kaleidoscope Pro.

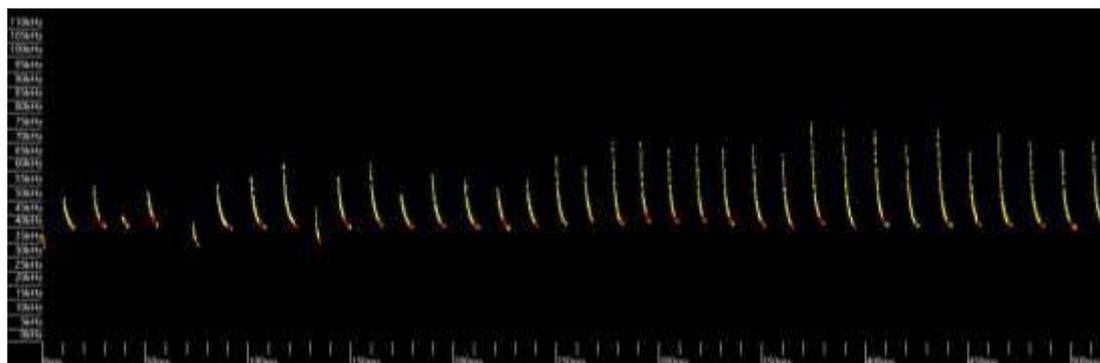


Figura 17. *Lasiurus blossevillii*

Fuente: Elaboración propia- Pulsos analizados con el programa Kaleidoscope Pro.

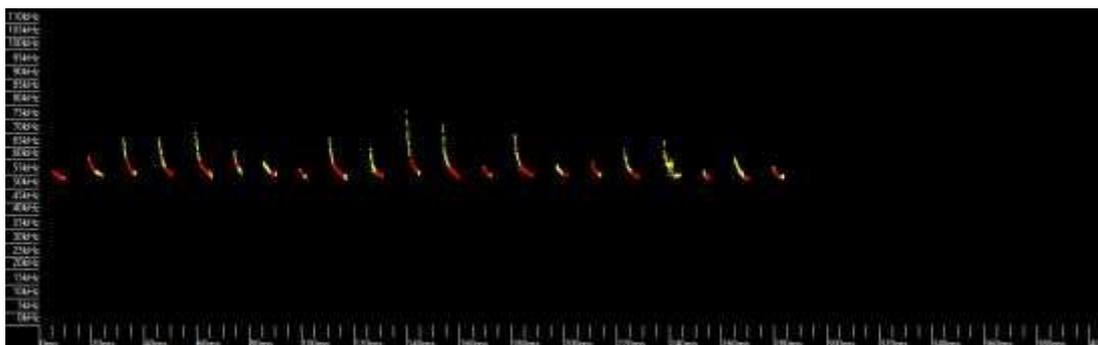


Figura 18. *Myotis nigricans*

Fuente: Elaboración propia- Pulsos analizados con el programa Kaleidoscope Pro.

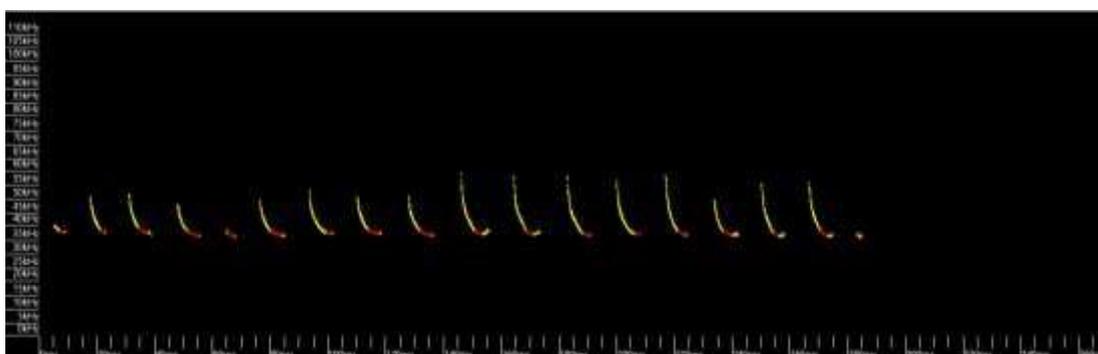


Figura 19. *Eptesicus furinalis*

Fuente: Elaboración propia- Pulsos analizados con el programa Kaleidoscope Pro.

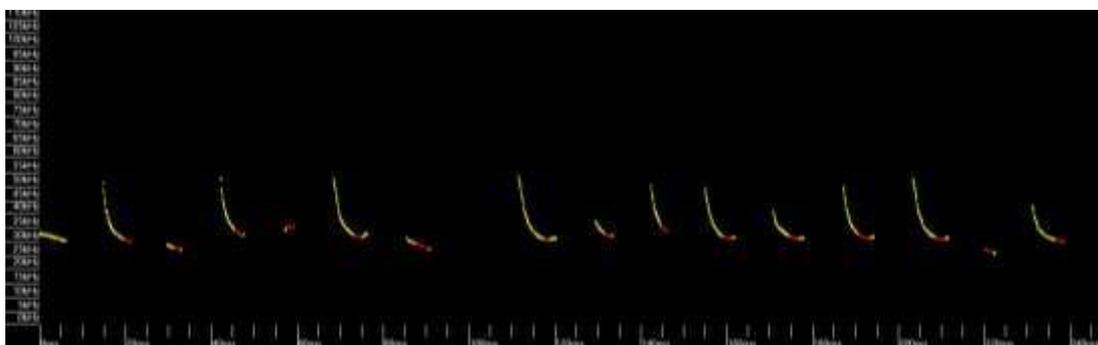


Figura 20. Sonotipo.

Fuente: Elaboración propia- Pulsos analizados con el programa Kaleidoscope Pro.

4.5.2 Familia Molossidae

Los pulsos de la familia Molossidae presentan una mayor complejidad comparados con los de la familia Vespertilionidae. En ocasiones un mismo individuo puede variar la emisión de pulsos a diferentes frecuencias en una misma secuencia de ecolocalización (Marín 2009).

Barclay y Brigham (1991) también sugieren que especies insectívoras de tamaños más grandes de carga alar alta, como las pertenecientes a la familia Molossidae que presentan vuelos rápidos y baja maniobrabilidad, tienden a forrajear en espacios más abiertos, por lo tanto sus requerimientos perceptivos son diferentes a los de las especies de menor tamaño, estas especies emitirán sus pulsos de ecolocación a frecuencias más bajas como las encontradas en los pulsos de ecolocación asignados a la familia Molossidae que no superan los 53 kHz. Esto coincide con los resultados de este trabajo donde se registra una frecuencia máxima que no supera los 40 KHz.

En el caso de las especies registradas en este estudio, para *Molossus molossus* y *Molossus rufus* se observa un patrón característico de pulsos pareados. Miller (2003) señala que el rango de frecuencia máxima y mínima de estas llamadas pareadas son importantes para distinguir entre las especies del género *Molossus*. Las llamadas de fase de búsqueda son llamadas de frecuencia modulada, de ancho de banda estrecho, pero a menudo el ancho de banda puede ampliarse durante la fase de búsqueda.

El mismo autor menciona que en las llamadas de fase de búsqueda los pulsos emparejados característicos para este género, no siempre se encuentran presentes en una secuencia de llamado, éstos son los pulsos superiores de secuencia de llamado, lo que explica porque los tamaños de muestra difieren entre los pulsos superiores e inferiores.

En cuanto a la identificación de la especie *Tadarida brasiliensis*, Ortiz-Trejo (2011) señala a *T. brasiliensis* con una frecuencia mínima de 25,86 KHz y una frecuencia máxima de 28,72 KHz. Otros datos como menciona en su trabajo Fuentes-Moreno (2010) para la misma especie, presenta una frecuencia mínima de 27,32 KHz y una frecuencia máxima de 34,04 KHz. En este trabajo la frecuencia mínima para la especie es de 22,51 KHz y la frecuencia máxima es de 35,16 KHz. Un dato importante es que en todos los archivos analizados se observó una variación de las frecuencias para dicha especie.

Ratcliffe et al. (2004) estudiaron el comportamiento ecológico de esta especie en la ciudad de México, y concluyeron con que presenta variación de pulsos sobre todo cuando están cerca de individuos co-específicos.

También Gillan y McCracken (2007) estudiaron la variación en la estructura de los pulsos en respuesta a la escala geográfica y variables ambientales a nivel local, con esto documentaron que *T. brasiliensis* ajusta la estructura de sus pulsos para evitar interferencia con el ruido ambiental a nivel local, por lo que esto podría ser una respuesta a las variables frecuencias encontradas para *T. brasiliensis* en nuestro estudio.

En cuanto al género *Eumops*, las especies no pueden ser asignadas fácilmente, ya que sus parámetros se superponen, aunque a nivel de género la forma del llamado y el rango de frecuencias en el que se encuentran es fácilmente distinguible (Kracker-Castañeda et al. 2013). Las llamadas de fase de búsqueda del género *Eumops* tienden a ser de larga duración y de un ancho de banda estrecho. Las formas de pulso, frecuencia característica y frecuencia mínima son útiles como caracteres de diagnóstico para la identificación (Miller 2003).

En este trabajo se consideró la identificación hasta género, para evitar una mala identificación de especies por superposición de parámetros entre las mismas, y también considerando que son varias las especies potencialmente presentes para el género en nuestra área de estudio. *Eumops auripendulus*, *Eumops bonariensis*, *Eumops dabbenei*, *Eumops glaucinus*, y *Eumops patagonicus* (López-González 2005).

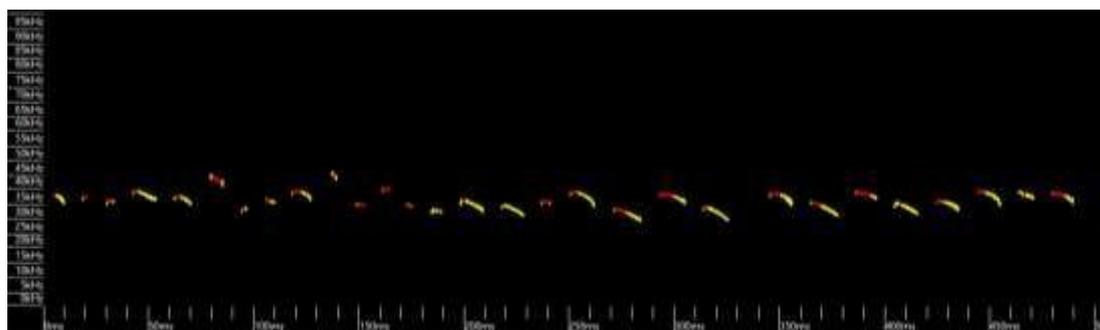


Figura 21. *Molossus molossus*

Fuente: Elaboración propia- Pulsos analizados con el programa Kaleidoscope Pro.

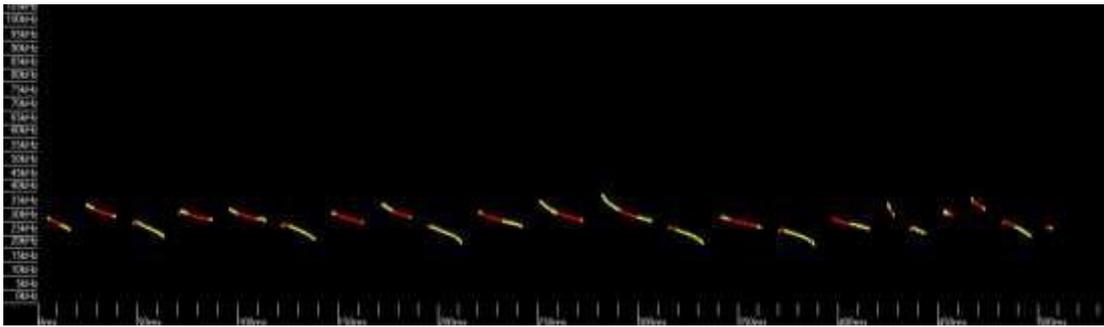


Figura 22. *Molossus rufus*

Fuente: Elaboración propia- Pulsos analizados con el programa Kaleidoscope Pro.

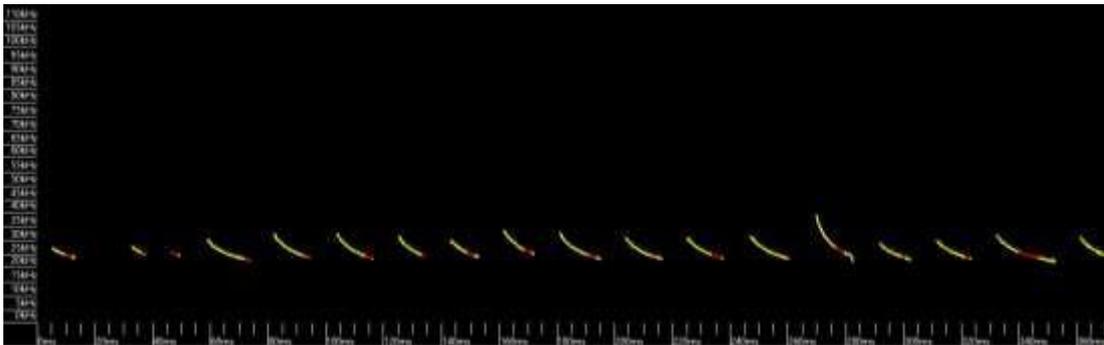


Figura 23. *Nyctinomops laticaudatus*

Fuente: Elaboración propia- Pulsos analizados con el programa Kaleidoscope Pro.

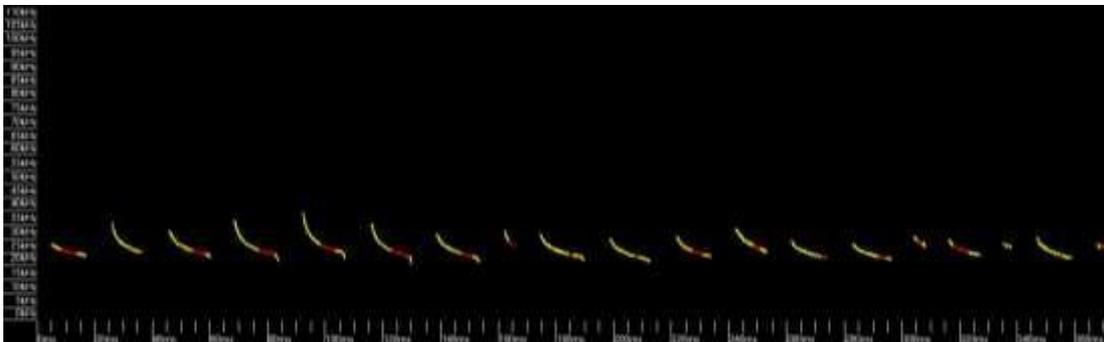


Figura 24. *Tadarida brasiliensis*

Fuente: Elaboración propia- Pulsos analizados con el programa Kaleidoscope Pro.

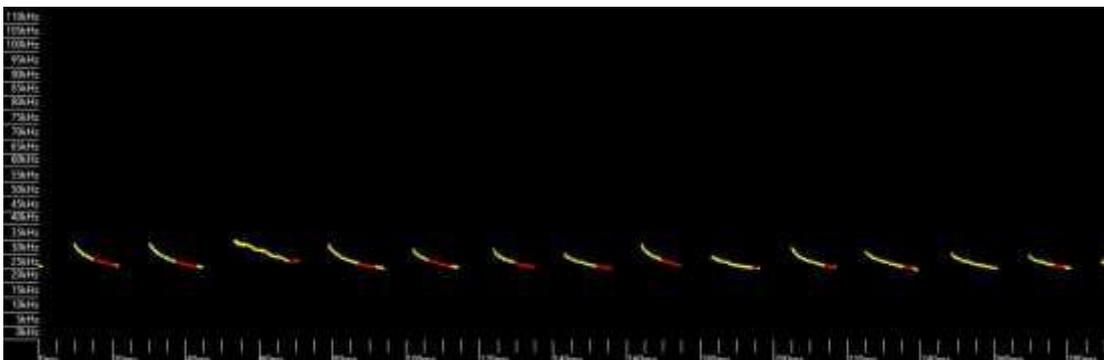


Figura 25. *Eumops sp.*

Fuente: Elaboración propia- Pulsos analizados con el programa Kaleidoscope Pro.

4.5.3 Familia Noctilionidae

Ortíz-Trejo (2011) menciona a esta especie en su trabajo con la anchura de banda más grande, poco estudiado en sus vocalizaciones y siendo el trabajo que reporta la primera descripción de los llamados para esta especie en México. La anchura de banda indica que se trata de un murciélago que forrajea dentro o entre los bordes de vegetación; sin embargo, el esfuerzo es mayor ya que al cazar al ras del agua, enfrenta retos perceptuales y mecánicos (Schnitzler y Kalko 2001).

La estructura del llamado del murciélago piscívoro citada para otros estudios muestra similitud en cuanto a frecuencias y tipo de frecuencias con este trabajo. O'Farrell y Miller (1999) describen la vocalización compuesta de un primer segmento de frecuencia constante seguido de un componente de frecuencia modulada. También O'Farrell et al. (1999) describen con un componente de frecuencia cuasi-constante seguido de un segmento de frecuencia modulada, lo que concuerda con la descripción en este trabajo.

Las especies con componente de frecuencia cuasi-constante casi siempre son estables en su frecuencia máxima y por el contrario la frecuencia mínima puede ser más variable (Ortiz-Trejo 2011). En este estudio se reporta una frecuencia máxima estable de 53,55 ($\pm 0,19$) KHz y una frecuencia mínima menos estable de 36,88 ($\pm 10,06$) KHz.

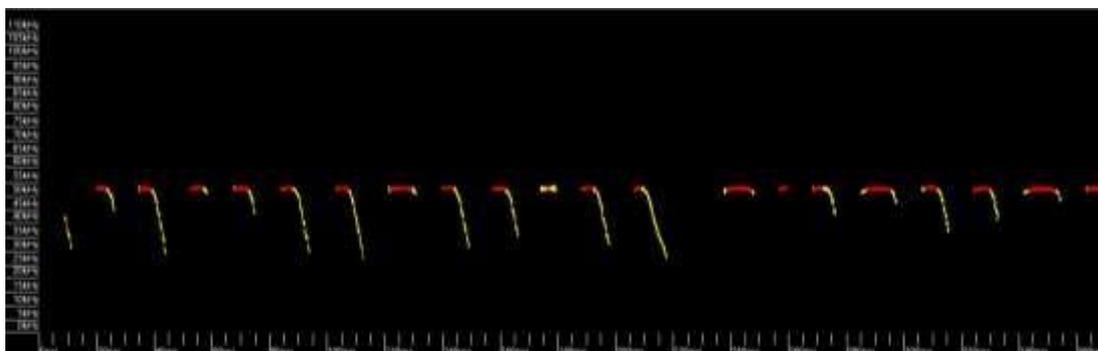


Figura 26. *Noctilio leporinus*

Fuente: Elaboración propia- Pulsos analizados con el programa Kaleidoscope Pro.

4.6 Uso y efectividad de equipos acústicos para estudios con murciélagos

Cabe mencionar que la utilización de redes de niebla fue en la estancia ganadera Montanía (Departamento de Boquerón) y el método acústico utilizado fue en la estancia Karandá (Departamento de Presidente Hayes). Se utilizaron los resultados obtenidos con ambos métodos a modo de comparar los resultados.

Para los muestreos mediante redes de niebla se obtuvo 2 individuos de la especie *Myotis nigricans* pertenecientes a la familia Vespertilionidae y para el muestreo con el detector acústico se identificaron 10 especies y un sonotipo, pertenecientes a la familia Noctilionidae, Molossidae, Vespertilionidae. Siendo la familia Molossidae la más rica en especies con cinco especies (tabla 9).

Pech-Canche et al. (2010) señala que los detectores ultrasónicos incrementan en un 40% el inventario de murciélagos, en su trabajo menciona los métodos de captura tradicional como redes de niebla, trampas arpa y el método acústico. En este trabajo la especie capturada con las redes de niebla representan solo el 9% con respecto a las especies registradas con el método acústico.

Otro factor importante que permitió obtener mejores resultados con el detector acústico que con las redes de niebla, son los registros de especies que menciona López-González (2005) para la región donde se encuentra nuestros dos sitios de estudio, siendo principalmente los murciélagos insectívoros de la familia Molossidae y Vespertilionidae, caracterizados por tener vuelos elevados, y su habilidad para esquivar obstáculos como redes de niebla, trampas arpa (Rydell et al. 2002).

Sin embargo los murciélagos individuales no pueden ser contados con este método, pero su actividad relativa puede ser cuantificada a través del número de pases por un intervalo de tiempo estandarizado (Miller 2001). Este método permite estimar la intensidad de la actividad en un punto de muestreo más que la abundancia, aunque ambas variables están correlacionadas (Wickramasinghe et al. 2003). Por otro lado, Williams-Guillén y Perfecto (2011) mencionan que trabajar con la medida de actividad

no necesariamente representa un reflejo directo de la abundancia de las especies, pero sí una estimación de la abundancia relativa de los mismos a unidades de esfuerzo tiempo muestreado.

La importancia de esta metodología también radica en que estos detectores permiten mediante la transformación de los ultrasonidos en frecuencias audibles para el humano, posterior a su despliegue en programas específicos en la computadora (Parsons et al. 2000, Kraker-Castañeda 2010) permitir la distinción de especies y el estudio de patrones de actividad como uso de hábitat (Adams et al. 2012).

Ochoa et al. (2000) menciona que la realización de adecuados inventarios de especies es la base para el conocimiento y conservación de la biodiversidad, debido a que para tomar cualquier decisión acerca de la conservación de las especies, primero debe confirmarse su presencia.

Es posible utilizar los detectores ultrasonicos en estudios poblacionales de uso de hábitat, de patrones de actividad y para monitoreo de presencia de especies, y de esta forma asignar valores de conservación a especies y lugares en particular (Rizo-Aguilar 2008). Es por esto que el presente trabajo demuestra que la utilización de los detectores acústicos tiene una implicancia directa en el manejo y conservación de los recursos naturales, ya que con éstas herramientas y la descripción de los pulsos de ecolocación permitirán el estudio de las poblaciones de murciélagos insectívoros.

El manejo de fauna silvestre se concibe como la aplicación del conocimiento ecológico a las poblaciones de vertebrados y sus plantas y animales asociados de manera que conecte las necesidades de esas poblaciones animales con las de las poblaciones humanas (Bolen y Robienson 1999).

El conocimiento ecológico implica generar información sobre los tamaños poblacionales, uso de hábitat, forrajeo y distribución entre otros, que son aspectos poco conocidos para las mayorías de las especies de murciélagos, y en particular para el grupo de los insectívoros aéreos. La Unión Internacional para la Conservación de la

Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN, por sus siglas en inglés) evidencia que uno de los principales problemas para desarrollar el manejo y conservación es la falta de información del tamaño y la dinámica de las poblaciones de las especies de vida silvestre (IUCN 1994).

Tabla 9. Especies capturadas con métodos de redes de niebla y detector acústico.

Especies	Redes de niebla	Detector acústico
<i>Eptesicus furinalis</i>		<input type="checkbox"/>
<i>Lasiurus blossevillii</i>		<input type="checkbox"/>
<i>Lasiurus ega</i>		<input type="checkbox"/>
<i>Myotis nigricans</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Molossus molossus</i>		<input type="checkbox"/>
<i>Molossus rufus</i>		<input type="checkbox"/>
<i>Tadarida brasiliensis</i>		<input type="checkbox"/>
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>		<input type="checkbox"/>
<i>Eumops sp.</i>		<input type="checkbox"/>
<i>Noctilio leporinus</i>		<input type="checkbox"/>
<i>Sonotipol</i>		<input type="checkbox"/>

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se describe la diversidad de quirópteros en un agroecosistema ganadero en la Región Occidental, Chaco- Paraguay, más no se describen necesariamente la diversidad completa del área por el poco esfuerzo de muestreo realizado, por tanto, tampoco se puede establecer si las poblaciones o diversidad encontrada sufren algún impacto frente a elementos ganaderos.

Mediante el muestreo acústico se presenta un listado de las especies registradas en la estancia Karanda. Un total de diez especies y un sonotipo. *Eptesicus furinalis*, *Lasiurus blossevillii*, *Lasiurus ega*, *Molossus molossus*, *Molossus rufus*, *Myotis nigricans*, *Noctilio leporinus*, *Nyctinomops laticaudatus*, *Tadarida brasiliensis*, *Eumops sp.*, distribuidos en las siguientes familias: Molossidae, Vespertilionidae, Noctilionidae. Las especies identificadas como raras *Molossus rufus* y un sonotipo, ambos registrados en un solo punto de muestreo. Como especie común se identifica a *Tadarida brasiliensis*, especie registrada en al menos cinco de los siete puntos de muestreo. Los sitios que presentaron mayor diversidad fue el P6 (Rio Verde) y menor diversidad el P7 (Laguna Sargento). Los sitios con mayor similitud presentaron un 57% de similitud P4 (Bosque ribereño) con P5 (Tajamar jakare); P3 (alrededor de la casa-tajamar) con P6 (Río Verde) y los sitios con 0% de similitud el P1 (Pastura-tajamar) con el P7 (Laguna Sargento).

El mayor número de registros que se observó fue de 57 pases, para la especie *Tadarida brasiliensis*, esta especie se encontró en al menos cinco sitios. La otra especie con el mismo número de pases registrados (57), es *Myotis nigricans*, esta especie se encontró en cuatro sitios. Seguida de estas especies se presenta *Molossus molossus* con

49 registros, esta especie solo se encontró en dos sitios. El menor número de registros que se observó fue de tres pases para la especie *Molossus rufus*, esta especie solo se registró para un sitio. Existe una fuerte evidencia de actividad de forrajeo de especies del género *Molossus*. Las especies como *Tadarida brasiliensis* y *Molossus molossus* registraron la mayor actividad de forrajeo.

Los sitios que presentaron mayor porcentaje de actividad de pases es el sitio P2 (Bosque espinoso-tajamar) y P3 (alrededor de la casa-tajamar) con 25,46% y 49,07% respectivamente, los mismos sitios también presentaron el mayor porcentaje de actividad de forrajeo con el 31,58% y 57,89% respectivamente. La familia con mayor actividad de forrajeo fue Molossidae con 83 registros, seguida de Noctilionidae con doce y Vespertilionidae con ocho.

Se presenta las primeras descripciones para la Región Occidental del Paraguay- Departamento de Presidente Hayes- Chaco Paraguayo de los pulsos de ecolocalización de las siguientes especies: *Eptesicus furinalis*, *Lasiurus blossevillii*, *Lasiurus ega*, *Molossus molossus*, *Molossus rufus*, *Myotis nigricans*, *Noctilio leporinus*, *Nyctinomops laticaudatus*, *Tadarida brasiliensis*, *Eumops sp.*, y un sonotipo. Las cuales pueden usarse como referencia en monitoreos estudios de uso de hábitat y otros estudios de campo. Se encontró que las vocalizaciones varían entre organismos de la misma especie (*Tadarida brasiliensis*), así mismo puede presentarse variaciones locales dependiendo de los sitios de forrajeo, hábitats.

El presente trabajo demuestra que la utilización de los detectores acústicos tiene una implicancia directa en el manejo y conservación de los recursos naturales, ya que con éstas herramientas y la descripción de los pulsos de ecolocalización se pueden identificar especies de murciélagos, conocer sus patrones de actividad y sus hábitats de preferencias, y a partir de esto generar o elaborar planes de manejo de fauna silvestre que nos ayudaran a una buena toma de decisiones para conservar los procesos ecológicos y la conservación de la diversidad.

5.2 Recomendaciones

Ampliar la duración del período de muestreo para tener una representación temporal de las poblaciones, estaciones secas, lluviosas.

La creación de bibliotecas acústicas con datos estandarizados que genere la formación de un sólido conocimiento sobre vocalizaciones de quirópteros y su utilidad para estudios poblacionales.

Realizar una combinación de metodologías con redes de niebla para la obtención de mayores resultados.

Realizar talleres educativos para dar conocimiento sobre técnicas generales de estudio de murciélagos y sobre la ecología e importancia de los mismos en los ecosistemas donde se encuentran a encargados de los establecimientos ganaderos como a los mismos trabajadores.

Con el objetivo de dar continuidad a este trabajo y profundizar el conocimiento sobre los sonidos de ecolocación de murciélagos, se recomienda el análisis de un mayor número de secuencias para obtener datos estadísticamente más significativos.

Se recomienda profundizar más en el área de la acústica de murciélagos, el uso de las llamadas de ecolocación no solo aportan conocimiento al área de estudio sino también conducen la posibilidad de monitoreo y llevar a cabo inventarios de murciélagos insectívoros permitiendo establecer nuevas pautas de manejo de los recursos naturales y su conservación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, A. M.; Jantzen A. M.; Hamilton R. M.; Fenton, M. B. 2012. ¿Do you hear what I hear?: Implications of detector selection for acoustic monitoring of bats. *Methods in Ecology and Evolution* 3(6): 992-998.
- Anderson, S. 1997. Mammals of Bolivia: taxonomy and distribution. *Bulletin of the American Museum of Natural History* (231): 1-652.
- Aguirre, L. F. 2007. Historia Natural, Distribución y Conservación de los Murciélagos de Bolivia. Centro de Ecología y Difusión Fundación Simón Patiño, SIRENA, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 416p.
- Almeida, O. 2013. Ensamble de Murciélagos en Plantaciones de Hule (*Hevea brasiliensis*) en la Región de Uxpanapa, Veracruz México. Tesis de Licenciatura. Conkal Yucatán, México, Instituto Tecnológico de Conkal. 84p.
- Alpízar, P. 2014. Murciélagos insectívoros aéreos en agroecosistemas: el caso de Piñeras y Bananeras en Sarapiquí, Costa Rica. Tesis de Maestría. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 58p.
- Altieri, M. A. 2002. El rol de la biodiversidad en agroecosistemas. UC Berkeley–CLADES. sp.
- Barclay, R.M.R.y Brigham, R.M.2004. Geographic variaton in the echolocation calls of bats: a complication for identifying species by their calls.Pp.144-149 in Bat echolocation research tools: techniques and analysis (Brigham, R.M.,E.K.V. Kalko, G. Jones, S. Parsons y H.J.G.A. Limpens,eds). Bat Conservation International. Austin, EEUU.
- Bárquez, R.M.; Mares, M.A.y Braun, J.K. 1999. The bats of Argentina. Special Publication of Texas Tech University and Oklahoma Museum of Natural History. 275p.
- Bazoberry-Chali, O. 2012. Chaco Boliviano paraguayo en perspectiva transfronteriza. Instituto para el Desarrollo Rural de Sudamérica. La Paz.183p.
- Begon, M.; Harper, J. L.; Townsend, C. R. 1996. Ecología: individuos, poblaciones y comunidades. Edición 3. Ediciones Omega, Barcelona.

- Bertalanffy, L. V. 1976. Teoría General de los Sistemas. Fondo de Cultura Económica. Ed. Primera. D.F. México.
- Briones-Salas, M.; Peralta-Pérez, M.; García-Luis, M. 2013. Acoustic characterization of new species of bats for the State of Oaxaca, México. *Therya* 4 (1): 15-32.
- Castaño, J. H.; Botero, J. E.; Velásquez, S.; y Corrales, J. D. 2004. Murciélagos en Agroecosistemas Cafeteros de Colombia. *Chiroptera Neotropical* 10 (1-2): 196-199.
- Canals, M.; Iriarte-Díaz, J.; Olivares, R.; Novoa, F.F. 2001. Comparación de la morfología alar de *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) y *Myotis chiloensis* (Chiroptera: Vespertilionidae) representantes de dos diferentes patrones de vuelo. *Revista Chilena de Historia Natural*. 74:699-704.
- Checkland, P. 1990. La materia de los sistemas. In: *Pensamiento de sistemas, Práctica de Sistemas*. Grupo Noriega Editores. México 1-35.
- Chiavenato, I. 1976. Introducción a la Teoría General de la Administración. Ed. Tercera. Edit. McGraw-Hill. 621-643 p.
- Díaz, M.; Solari, S.; Aguirre, L.; Aguiar, L.; y Barquéz, R. 2016. Clave de Identificación de los Murciélagos de Sudamérica. Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina. 160p.
- Dinerstein, E.; Olson, D.; Graham, D.; Webster, A.; Primm, S.; Bookbinder M., y Ledec, G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. WWF, Banco Mundial, Washington, D.C. 135p.
- Esberard, C.E.L. 2005. Influencia do ciclo lunar na captura de morcegos Phyllostomidae. *Theringia Ser. Zool.* 97. 81-85
- Estrada-Villegas, S.; Pérez-Torres, J. y Stevenson R. P. 2010. Emsamblaje de Murciélagos en un bosque subandino Colombiano y análisis sobre la dieta de algunas especies. *Mastozoología Neotropical* 17 (1): 31-41.
- Fauth, J. E.; Bernardo, J.; Camara, M.; Resetarits, W.J.; Vn-Buskirk, J. y McCollum, S. A. 1996. Simplifying the Jargon of Community Ecology: A conceptual Approach. *The American Naturalist* 147(2): 282-286.
- Fenton, M. B. 2002. Bat natural history and echolocation. *Bat Echolocation Research: tools, techniques and analysis* (Brigham, R. M., E. K. V. Kalko, G. Jones, S. Parsons, y H. J. G. A. Limpens, eds.). Bat Conservation International. Austin, EE.UU.
- Feinsinger, P. 2001. Framing, Answering, and Applying Questions on Biodiversity Conservation: a Research Approach for Latin America and Elsewhere. Island Press, Washington, D.C.

- Feisenger, P. 2003. El diseño de estudios de campo para la Conservación de la Biodiversidad. Edit. FAN. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 243p.
- Fernández, M.T. 2011. Los murciélagos Ecología e Historia Natural. Programa de manejo de vida Silvestre. Universidad Nacional, Heredia, C.R. Consultado. 12 de Mayo de 2016. Disponible en <http://www.acguanacaste.ac.cr/rothschildia/v4n1/textos/murcielagos.html>.
- Fuentes-Moreno, H. 2010. Estructura del ensamble de murciélagos de La Venta, Oaxaca, México. Tesis de Maestri en Ciencias. CIIDIR Oaxaca, IPN. 63p.
- Gillam, E.H. y McCracken, G.F. 2007. Variability in the echolocation of *Tadarida brasiliensis*: effects of geography and local acoustic enviroment. *Anim Behav* 74: 277-286.
- Gorresen, P.M. y Willig, M. R. 2004. Landscape Responses of Bats to Hábitat Fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy*, 85 (4): 688-697.
- Gotelli, N. J. y Entsminger, G. L. 2001. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.0.
- Greco, S. y Tonolli, A. 2012. Agroecología y Ambientes Rurales Ingeniería en Recursos Naturales Renovables UN-Cuyo, 1-19.
- Griffin, D.R. 1958. Listening in the dark: The acoustic orientation of bats and men. Yale University Press, New Haven. Connecticut, USA. 413.
- Harder, W.; Thiessen H. y Klassen N. 2004. Libroto de Agua-colecta almacenamiento y reciclaje de Agua en el Chaco Central. Chortizer Komitee LTDA. y INTTAS. Loma Plata, Paraguay.
- Hernández, X. 1977. Agroecosistemas de México: contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Estado de México. 559 p.
- Hernández, E. 1988. La agricultura tradicional en México. *Comercio Exterior* 38 (8):673-678.
- Ibañez, C. J. 1981. Biología y Ecología de los Murciélagos del Hato "El frio", Apure Venezuela. Sevilla-España: Ed. Patrocinada por la fundación Banco Exterior 262pp.
- Jones, G. y Teeling E.C. 2006. The evolution of echolocation in bats. *Trends in Ecology and Evolution*. 21 (3): 149-156.

- Jung, K.; Kalko, E.K.V. 2010. Where forest meets urbanization: foraging plasticity of aerial insectivorous bats in an anthropogenically altered environment. *Journal of Mammology*. 91(1):144-153.
- Jung, K.; Molinari, J., Kalko, E.K.V. 2014. Driving Factors for the Evolution of Species-Specific Echolocation Call Design in New World Free-Tailed Bats (Molossidae). *PLoS ONE* 9(1): e85279. doi:10.1371/journal.pone.0085279
- Kalko, E. K.V.; Schnitzler, H. U.; 1998. How echolocating bats search and find food. eds. *Bat Biology and Conservation*. Washington (DC): Smithsonian Institution Press. 183-196.
- Kalko, E.K.V. y L.F. Aguirre. 2007. Comportamiento de ecolocación para la identificación de especies y evaluación de la estructura de las comunidades de murciélagos insectívoros en Bolivia. Pp.41-53. En: Aguirre, L.F. (Ed.) *Historia natural, distribución y conservación de los murciélagos de Bolivia*. Editorial: Centro de Ecología y Difusión Simón I. Patiño. Santa Cruz, Bolivia.
- Kraker-Castañeda, C. y Pérez-Consuegra, G.S.; 2011. Contribución de los Cafetales Bajo Sombra en la Conservación de Murciélagos en la Antigua Guatemala, Guatemala. *Acta Zoológica Mexicana*, 27 (2): 291-303.
- Lambin E. F.; Turner B. L.; Helmut J.; Geist S. B.; Agbola S.B.; Arild A.; Bruce J.W.; Coomes O.T.; Dirzo R.; Fischer G.; Folke C.; George P.S.; Homewood K.; Imbernon J.; Leemans R.; Li X.; Moran E.F.; Mortimore M.; Ramakrishnan P.S.; Richards J.F.; Skanes H.; Steffen W.; Stone G.D.; Svedin U.; Veldkamp T.; Vogel A. y Xu C.J. 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change* (11): 261–269.
- López Berrizbeitia, M. F. & Díaz, M. M. 2013. Diversity of bats (Mammalia, Chiroptera) in Lules city, Tucuman. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 29(1): 234-239.
- López-González, C. 2005. *Bats of Paraguay*. Programa MaB y de la Red Ibero MaB, UNESCO, Sevilla. 316.
- López-González, C.; Presley, S. J.; Owen, R. D.; Willig, M. R. y Fox, I. G. De. 1998. Noteworthy Record of Bats (Chiroptera) From Paraguay. *Mastozoología Neotropical* 5(1): 41-45.
- MacSwiney, M. C.; Clarke, F. M. y Racey, P. A. 2008. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology* (45):1364-1371.
- MacSwiney, G. M. C.; Bolivar, C.; Clarkey, F. M. y Racey, P.A. 2009. Insectivorous bat activity at cenotes in the Yucatan Peninsula, México. *Acta Chiropterologica*. 11: 139-147.

- Marín, L. 2009. Caracterización preliminar de los sonidos de ecolocación de dos especies de murciélagos (Mammalia:Chiroptera) presentes en la estación biológica El Frío, estado de Apure, Venezuela. Tesis de Licenciatura. Bogotá, D.C. Pontificia Universidad Javeriana. 65p.
- Manson, R. H.; Hernández-Ortíz V.; Gallina, S. y Mchltreter, K. 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INESEMAR-NAT). México. 348.
- Martella, M. B.; Trumper, E.; Bellis, L. M.; Renison, D.; Giordano, P. F.; Bazzano, G. y Gleiser, R. M. 2012. Reduca (Biología). Serie Ecología 5 (1): 1-31
- Martínez-Zarate, G.; Serrato-Díaz, A. y López-Wilchis, R. 2012. Importancia ecológica de los Murciélagos. ContactoS (85): 19-27.
- Mariaca, M. 1993. Agroecosistemas, concepto central de la ecología: Búsqueda del desarrollo de un modelo aplicativo. In: Seminario Internacional de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. México. 11.
- Medellín, R. A. y Gaona, O. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, México. Biotrópica (31): 478-485.
- Mena, J. L. 2010. Respuestas de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú. Revista Peruana de Biología 17(3): 277–284p.
- Moratelli, R.; Idárraga, L. y Wilson, D. E. 2015. Range extension of *Myotis midastactus* (Chiroptera, Vespertilionidae) to Paraguay. Biodiversity (3):1-11. <https://doi.org/10.3897/BDJ.3.e5708>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Dirección de Ordenamiento Ambiental (DOA) & Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) 1998: Chaco-Schutz und nachhaltige Nutzung. Erfassung, Bewertung und Empfehlungen zum Schutz des Naturraumpotentials der Westregions Paraguays.
- Miller, B. W. 2001. A method for determining relative activity of free flying bats using a new activity index for acoustic monitoring. Acta Chiropterológica. 3 (1): 93-105.
- Miller, B. W. 2003. Community Ecology of the Non-phylostomid bats of Northwestern with a landscape level assessment of the bats of Belize. Tesis de Doctorado. University of Kent at Canterbury. 276.
- Moss, C. F. y Surlykke, A. 2010. Probing the natural scene by echolocation in bats. Frontiers in Behavioral Neuroscience 4 (3): 16.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manuales y Tesis SEA. Vol.1. Zaragoza.84 p.

- Montaldo, P. 1982. Agroecología del Trópico Americano. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Serie de Libros y Materiales Educativos (IICA). San José. Costa Rica. 51- 11.
- Murgueitio, E. y Calle, Z. 1993. Diversidad Biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. Agroforestería para la Producción animal en Latinoamperica. Fundación Cipav. Colombia. Calí. 1-17.
- Muñoz-Arango, J. 2001. Los murciélagos de Colombia: sistemática, distribución, descripción, historia natural y ecología. Ciencia y Tecnología, Medellín. Colombia. 391p.
- Murray, K.L.; E.R., Britzke y. Robbins, L.W. 2001. Variation in search-phase calls of bats. *Journal of Mammalogy* 82 (3): 728-737.
- Myers, P. 1976. Patterns of Reproduction of four species of Vespertilionid Bats in Paraguay. *University of California, Zoology* (107): 1-41
- Myers, P.; Wetzel, R. M. y Arbor, A. 1983. Systematics and zoogeography of the bats of the Chaco Boreal. *Miscellaneous. Museum of Zoology, University of Michigan.* (165): 68.
- Nauman, M. 2006. Atlas del Gran Chaco Sudamericano. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). 92.
- Neris, N.; F. Colmán; E. Ovelar; N. Sukigara y N. Ishii. 2002. Guía de Mamíferos Medianos y Grandes del Paraguay. Secretaría del Ambiente-Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Asunción. 165.
- Neuweiler, G. 1989. Foraging ecology and audition in echolocating bats. *Trends in Ecology and Evolution.* 4:160-166
- Neuweiler, G. 1990. Foraging ecology and audition in echolocating bats. *Trends in Ecology and evolution.* 4 (6): 160-165
- Neuweiler, G.; 2000. *The Biology of Bats.* Oxford University Press. New York, United States of America. 303. ISBN10 0195099516 ISBN13 9780195099515
- Ochoa, J.; O'Farrell, O.M.; Miller, B.W. 2000. Contribution of acoustic methods to the study of insectivorous bat diversity in protected areas from northern Venezuela. *Acta Chiropterologica* 2:171-183.
- O' Farrel, M. y Miller, B.W. 1999. Use of Vocal Signatures for the Inventory of Free flying Neotropical Bats. *Biotrópica* 31 (3): 507-516.
- Odum, P. 1985. Fundamentos de ecología. Nueva Editorial Interamericana. México. 422p.

- Ortega, J.; Arita, H.T. y Flores, J. 1998. Guía de los murciélagos del Jardín Botánico. Mérida Yucatán, Jardín Botánico Regional. Centro de investigación científica de Yucatán A.C. Instituto de Ecología, UNAM. México. 70.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2016. Enfermedad por el Virus del Ébola (en línea). Consultado 20 de octubre. 2016. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs103/es/>
- Orozco-Lugo, L.; Guillén-Servent, A.; Valenzuela-Galván, A. y Arita, H.T. 2013. Descripción de los pulsos de ecolocalización de once especies de murciélagos insectívoros aéreos de una selva baja caducifolia en Morelos, México. *Therya* 4 (1): 33-46.
- Owen, R.D. 2000. La importancia de los inventarios cuantitativos en la conservación de la fauna silvestre. U. Manejo de Fauna Silvestre en Amazonia y Latinoamérica @. Cabrera, C. Mercolli, and R Resquin, eds. Fundación Moisés Bertoni, Asunción, Paraguay. 15-28.
- Owen, R. D.; Smith, P.; López-González, C. y Ruiz Díaz, M. 2014. First Records of Two Species of Bats (Mammalia: Chiroptera: Emballonuridae and Phyllostomidae) From Paraguay. *Bol. Soc. Zoológica Uruguay* (23):67-73.
- Pardini, R. 2004. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. *Biodiversity and Conservation* (13): 2567-2586.
- Patterson, A.; Hardin, J. 1969. Flight speeds of five species of vespertilionid bats. *Journal of Mammalogy*. 50:152-153.
- Pech-Canche, J. M.; Mac Swiney, C. y Estrella, E. 2010. Importancia de los detectores ultrasónicos para mejorar los inventarios de murciélagos Neotropicales. *Therya* (1): 227-234.
- Peña-Chocarro, M.; De Egea, J. y Vera, M. 2006. Guía de árboles y arbustos del Chaco húmedo. The Natural History Museum, Guyra Paraguay, Fundación Moisés Bertoni y Fundación Hábitat y Desarrollo. Asunción, Paraguay. 288.
- Peñaranda-del Carpio, M.; Quiroz-Calizaya, J.M.; Perez-Zubieta, J.C.; Aguirre, L.F. 2016. Actividad relativa e intensidad de forrajeo de murciélagos en espacios abiertos de la ciudad de Cochabamba, Bolivia. *Bol. Red. Latin. Car. Cons. Murc.* Vol (7): 8-13
- Pierce, M.W. 2012. Assessing bat (Chiroptera) diversity: determinants of assemblage and ensemble structure at Kwalata Game Ranch, Gaunteng, South África. Tesis de Maestría. Johannesburg. University of the Witwatersrand. 115.
- Primack, R. 2000. A primer of conservation biology. 2ed. Sinauer Associates. Sunderland. Massachusetts. 311.

- Ramella, L. y Spichiger, R. 1989. Interpretación preliminar del medio físico y de la vegetación del Chaco Boreal. *Candollea* (44): 639-680.
- Reid, F.A. 1997. *A field guide to the Mammals of Central America and Southern México*, Oxford University Press, Inc Pp. 334
- Rizo-Aguilar, A. 2008. Descripción y análisis de los pulsos de ecolocación de 14 especies de murciélagos insectívoros aéreos del estado de Morelos. Tesis de licenciatura. Xalapa, Veracruz, México. Instituto de Ecología, A. C. 101p.
- Roncancio D.N.; y Estévez V.J. 2007. Evaluación del ensamblaje de murciélagos en áreas sometidas a regeneración natural y a restauración por medio de plantaciones de Aliso, *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural.* (11): 131- 143.
- Rodríguez, A.; Allendes, J. L.; Carrasco-Lagos, P. y Moreno, R. A. 2014. Murciélagos de la Región Metropolitana de Santiago, Chile. Seremi del Medio Ambiente Región Metropolitana de Santiago. Universidad Santo Tomás y Programa para la Conservación de los Murciélagos de Chile (PCMCh) 51
- Rodríguez, T.; González, C. L.; Guerrero, J. y Antonio, O. 2012. Evaluación de la diversidad de Quirópteros en el Paisaje Terrestre Protegido Mesas de Moropotenté. *FAREM Estelí- Ciencias Ambientales* 1(1): 10-19.
- Rumbo, M. 2010. Análisis Biogeográfico de los Mamíferos de Paraguay. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay* 16(1):18-29.
- Ruíz, O. 1995. Agroecosistema. Término, concepto y su definición bajo el enfoque agroecológico y sistémico. En Memoria del Seminario Internacional de Agroecología. Chapingo, México: UACH.
- Ruiz, O. 2006. Agroecología: Una disciplina que tiende a la transdisciplina. *Interciencia* 31(2):140-145. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442006000200011&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0378-1844.
- Rydell, J.; Arita, H.T.; Santos, M.; Granados, J. 2002. Acoustic identification of insectivorous bats (order Chiroptera) of Yucatán, México. *Journal of Zoology, London*, 257: 27-36
- Santos-Moreno, J. A. 2010. Estructura del ensamble de murciélagos de la Venta, Oaxaca, México. Tesis de Maestría. Santa Cruz Xoxocotlan. México. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca. 63.
- Saldaña, R. A. 2008. Comparación de la diversidad de murciélagos filostómidos en fragmentos de bosque mesófilo de montaña y cafetales de sombra del centro de

- Veracruz (Xalapa-México). Tesis de maestría. Xalapa-Veracruz, México. Instituto de Ecología A.C. 76.
- Salinas, L.; Arana, C.; Pulido, V. 2007. Diversidad, abundancia y conservación de aves en un agroecosistema del desierto de Ica, Perú. *Revista Peruana de Biología* Número especial 13 (3): 155–167.
- Santos, T.; Telleria, J. L. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas* (2): 3-12.
- Sanz, F. X. 2007. La diversidad de los agroecosistemas. Universidad de Barcelona. *Ecosistemas* 16 (1):44-49
- Stevens, R. D.; Willig, M. R. y Gamarra de Fox, I. 2004. Comparative Community Ecology of Bat from Eastern Paraguay: Taxonomic, Ecological, and Biogeographic Perspectives. *Journal of Mammalogy* 85 (4): 698-707.
- Stevens, R. D.; López-González, C.; McCulloch, E. S.; Netto, F.; y Ortiz, M. L. 2010. *Myotis levis* (GEO FFROY SAINT- HILAIRE) Indeed Occurs in Paraguay. *Mastozoología Neotropical* (17):195-200.
- Siles, L.; Rocha, N.; Selaya, A. y Acosta, L. H. 2004. Estructura de la comunidad, monitoreo y conservación de los murciélagos del PN-ANMI Kaa Iya del Gran Chaco. 92-101- In: R. Bodner (Ed) Memoria VI Congreso sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonia y Latinoamérica. Iquitos, Perú. <http://www.revistafauna.com.pe/memo.htm>.
- Simmons, N B. 2005. Order Chiroptera. In: Wilson D E, Reeder DM. *Mammal species of the world. a taxonomic and geographic reference* D. E. Wilson y DeeAnn M. Reeder (eds.). 2005. The Johns Hopkins University Press, Baltimore; 2 Vols. 2142 pp. *Mastozoología Neotropical*. 13 (2): 283-293.
- Science AAAS, 2014, Bat-filled tree may have been ground zero for the Ebola epidemic (en línea). Gretchen Vogel. Consultado 20 de octubre. 2016. Disponible en <http://www.sciencemag.org/news/2014/12/>
- Schaller, G. B. 1983. Mammals and their biomas on a Brazilian ranch. *Arquivos de Zoología* 31 (1): 1-36
- Schvartzman, J. J. y Santander, V. M. 1996. PARAGUAY: Informe Nacional para la Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre los Recursos Filogenéticos. Asunción. 104.
- Schnitzler, H.; y E. K. V. Kalko. 2001. Echolocation by insect-eating bats. *Bioscience* (51):557-569.
- Spellerberg, I. 1991. *Monitoring ecological change*. Second Edition. Cambridge University Press. UK. 388.

- Tapia, M. A. 2016. Richness of insectivorous bats in a chaparral area in the municipality of Tecate Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87 (2016): 1055-1061
- Tamsitt, J.R. y Valdivieso, D. 1961. Notas sobre actividades nocturnas y estados de reproducción de algunos Quirópteros de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 9 (2):219-225.
- The Nature Conservancy (TNC), Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA), Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco (DeSdel Chaco) y Wildlife Conservation Society Bolivia (WCS). 2005. Evaluación Ecorregional del Gran Chaco Americano / Gran Chaco Americano Ecoregional Assessment. Buenos Aires. Fundación Vida Silvestre Argentina. 24.
- Torres-Morales, L. 2007. Patrones de uso de los Hábitats por los Murciélagos. Insectívoros del Valle del río los Pescados, Veracruz. Tesis de Maestría, Veracruz. México. Instituto de Ecología A.C.187.
- Turner, I. M. 1996. Species Loss in Fragments of Tropical Rain Forest: A Review of the Evidence. *The Journal of Applied Ecology* (33): 200-209.
- Trejo-Ortiz, A. 2011. Caracterización acústica de los murciélagos insectívoros del Parque Nacional Huatulco, Oaxaca. Tesis de Maestría. Santa Cruz Xoxocotlan, México, Instituto Politécnico Nacional. 70.
- Vieira, F. 1999. El método de escenarios para definir el rol de los INIAs en la investigación agroindustrial. In: Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional ISNAR. Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del cono Sur PROCISUR. La Haya. Países Bajos. 6-36.
- Wickramasinghe, L.; Harris, S.; Jones, G. y Vaughan, N. 2003. Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification. *Journal of Applied Ecology*. 40:984-993
- Wilson, D.E.; Tyson, E.L.; 1970. Longevity Records for *Artibeus Jamaicensis* and *Myotis nigricans*. *Journal of Mammalogy*. 51(1): 203.
- Williams-Linera G.; Manson R. H. y Isunza, V. 2002. La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región Oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques* (8): 73-89.
- Willians, G. y Perfecto, I. 2011. Ensemble composition and activity levels of insectivorous bats in response to management intensification in coffee agroforestry systems. *PLoS ONE* 6:1-10.
- Willig, R. M.; Presley, S. J.; Owen, R. D. y López-González, C. 2000. Composition and structure of bat assemblages in Paraguay: a subtropical-temperate interface. *Journal of Mammalogy* 81 (2): 386-401.

Zuluaga S. A. F.; Giraldo E. C. y Chará, J. D. 2011. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible Servicios ambientales que proveen los Sistemas. Retrieved from <http://www.cipav.org.co/pdf/4.Servicios.Ambientales.pdf>.

ANEXOS

A1. Sitios de muestreo**A2. Muestreo acústico****A3. Equipo de trabajo de campo**