

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Caracterización de la fauna de quirópteros del Parque Nacional Yasuní en base a
llamadas de ecolocación.**

Disertación previa a la obtención del título de Licenciada en Ciencias Biológicas

Pamela Rivera-Parra

QUITO, 2011

Certifico que la disertación de la Licenciatura en Ciencias Biológicas de la candidata Diana Pamela Rivera Parra ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Santiago F. Burneo

Director de la Disertación

A mi familia

porque gracias a ellos soy la persona que soy;

A mis murciélagos

por hacer divertido cada día de mi investigación

AGRADECIMIENTOS

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por el apoyo financiero para la realización de esta tesis.

A Santiago Burneo por la confianza que deposito en m para el desarrollo de este proyecto y todas las oportunidades de aprendizaje que me brindo. Por su apoyo y ayuda durante todo el desarrollo de este trabajo. A Santiago Ron y Olivier Dangles, por sus comentarios y ayuda.

A Karla Barquero, Katrin Barboza y Aaron Corcoran por su tiempo y paciencia en enseñarme todo lo que pudieron sobre ecolocalización de murciélagos. Por su ayuda en el desarrollo de este trabajo.

A Eric Fortune, por su amistad, contribución en mi trabajo, innumerables enseñanzas y trabajo de campo.

A mis padres por todo su apoyo, comprensión, cariño y ayuda incondicional; por enseñarme a siempre tratar de ser mejor y a ser valiente y una persona fuerte y honesta, porque me apoyaron cada día que tuve que estar lejos y nunca han dejado de ser mi apoyo, mi guía y mi ejemplo; a mis hermanos porque de ellos aprendí la dedicación necesaria para poder concluir este primer paso, por todas sus palabras de aliento y por todas las risas compartidas, a José Luís por ser un maestro más en mi carrera, porque sus enseñanzas en el campo se convirtieron en mi guía.

A mis asistentes de campo, Alejandra Camacho, María José Pozo, Paula Iturralde, Pablo Merchan, Viviana Narvaez, Anita Santacruz y Sebastian Cajas, por toda su ayuda, ideas y

porque con ellos el trabajo en el campo se hizo divertido por sus ocurrencias y chistes, por todas las cosas divertidas, peligrosas, ridículas e increíbles que vivimos en Yasuní.

A mis amigos Erika, Ma. Belén, Gaby, Maury, Sofi, Esteban, Andre, Sisi, Maula, Jacky, Ma. José, Jossy y Ale por todas las experiencias que vivimos durante la carrera, por su ayuda en innumerables situaciones y apoyo.

A la Estación Científica Yasuní y a todo su personal, por hacer mis estadías agradables y por toda su ayuda brindada.

A mis compañeros de la sección de mastozoología del museo QCAZ por su amistad y conocimientos compartidos.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	iv
TABLA DE CONTENIDOS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABLAS.....	xi
LISTA DE ANEXOS.....	xii
1 RESUMEN.....	1
2 ABSTRACT.....	2
3 INTRODUCCIÓN.....	3
3.1 ASPECTOS GENERALES.....	3
3.2 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LAS FAMILIAS DE MURCIÉLAGOS.....	8
3.3 MÉTODOS DE CAPTURA.....	9
3.4 JUSTIFICACIÓN.....	10
3.5 OBJETIVOS.....	13
4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
4.1 AREA DE ESTUDIO.....	14
4.2 MÉTODOS DE CAPTURA.....	14
4.3 MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN Y PRESERVACIÓN.....	14
4.4 MUESTREO ACÚSTICO.....	15
4.4.1 TECNOLOGÍAS DE GRABACIÓN.....	15
4.4.2 MÉTODOS DE GRABACIÓN DE MURCIÉLAGOS CAPTURADOS EN REDES DE NEBLINA.....	16
4.4.3 GRABACIONES DE MURCIÉLAGOS EN VUELO LIBRE.....	17
4.5 ANÁLISIS ACÚSTICOS.....	18
4.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	19
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
5.1 GRABACIONES DE MURCIÉLAGOS DE VUELO LIBRE.....	21
5.1.1 EMBALLONURIDAE.....	23
5.1.2 MOLOSSIDAE.....	25

5.1.3	MOORMOPIDAE.....	28
5.1.4	NOCTILIONIDAE.....	29
5.1.5	PHYLLOSTOMIDAE	31
5.1.6	VESPERTILIONIDAE.....	32
5.2	MURCIÉLAGOS CAPTURADOS EN REDES DE NEBLINA	34
5.3	MÉTODOS DE CAPTURA TRADICIONALES VS. MÉTODOS ACÚSTICOS ...	36
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
7	LITERATURA CITADA.....	44
8	FIGURAS	52
9	TABLAS	85
10	ANEXOS.....	100

LISTA DE FIGURAS

1. Parámetros medidos de las diferentes llamadas.....	52
2. Mapa de senderos de la Estación Científica Yasuní.....	53
3. Análisis de Componentes Principales realizado con todas las grabaciones de murciélagos de vuelo libre.....	54
4. Análisis de Componentes Principales realizado con cuatro especies de la familia Emballonuridae.....	55
5. Análisis Discriminante realizado con cinco especies de la familia Emballonuridae.....	56
6. Análisis Discriminante realizado con cuatro especies de la familia Emballonuridae.....	57
7. Sonograma correspondiente a tres especies de la familia Emballonuridae: <i>Peropteryx macrotis</i> , <i>Rhynchonycteris naso</i> y <i>Cormura brevirostris</i>	58
8. Sonograma correspondiente a 2 especies de la familia Emballonuridae: <i>Saccopteryx bilineata</i> y <i>Saccopteryx leptura</i>	59
9. Análisis de Componentes Principales realizado con doce sonoespecies de la familia Molossidae.....	60
10. Análisis Discriminante realizado con las primeras nueve sonoespecies de la familia Molossidae.....	61
11. Análisis Discriminante realizado con las tres sonoespecies restantes de la familia Molossidae.....	62
12. Sonograma correspondiente a cuatro sonoespecies de la familia Molossidae: Sonoespecie dos, Sonoespecie tres, Sonoespecie cuatro y Sonoespecie cinco.....	63

13. Sonograma correspondiente a tres sonoespecies de la familia Molossidae: Sonoespecie uno, Sonoespecie seis y Sonoespecie siete.....	64
14. Sonograma correspondiente a una sonoespecies de la familia Molossidae: <i>Promops centralis</i>	65
15. Sonograma correspondiente a cuatro sonoespecies de la familia Molossidae: Sonoespecie nueve, <i>Molossus molossus</i> , Sonoespecie once y <i>M. rufus</i>	66
16. Sonograma correspondiente a 1 especie de la familia Mormoopidae: <i>Pteronotus parnellii</i>	67
17. Análisis de Componentes Principales realizado con las dos especies de la familia Noctilionidae.....	68
18. Análisis Discriminante realizado con las dos especies de la familia Noctilionidae.....	69
19. Sonograma correspondiente a dos especies de la familia Noctilionidae: <i>Noctilio leporinus</i> y <i>Noctilio albiventris</i>	70
20. Análisis de Componentes Principales realizado con las 6 sonoespecies de la familia Phyllostomidae.....	71
21. Análisis Discriminante realizado con las seis sonoespecies, de la familia Phyllostomidae.....	72
22. Análisis Discriminante realizado con las medidas de los armónicos bajos de nueve de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina y las seis sonoespecies registradas con métodos acústicos.....	73
23. Análisis Discriminante realizado con las medidas de los armónicos altos de 13 de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina y las seis	

sonoespecies registradas con métodos acústicos.....	74
24. Análisis de Componentes Principales realizado con las doce sonoespecies de la familia Vespertilionidae.....	75
25. Análisis Discriminante realizado con las doce sonoespecies de la familia Vespertilionidae.....	76
26. Sonograma correspondiente a seis sonoespecies de la familia Vespertilionidae: Sonoespecie uno, <i>Eptesicus furinalis</i> , <i>Lasiurus blossevillii</i> , Sonoespecie cuatro, <i>Myotis riparius</i> y Sonoespecie seis.....	77
27. Sonograma correspondiente a seis sonoespecies de la familia Vespertilionidae: Sonoespecie siete, Sonoespecie ocho, Sonoespecie nueve, Sonoespecie diez, Sonoespecie once y Sonoespecie doce.....	78
28. Sonograma correspondiente a <i>Artibeus lituratus</i> y <i>Thyroptera tricolor</i>	79
29. Análisis Discriminante realizado con las medidas de los armónicos altos de 13 de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina.....	80
30. Análisis Discriminante realizado con las medidas de los armónicos bajos de nueve de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina.....	81

LISTA DE TABLAS

1. Lista de especies capturadas en redes de neblina y especies de las cuales se obtuvieron grabaciones.....	83
2. Lista de especies registradas con métodos acústicos.....	84
3. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Emballonuridae.....	85
4. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Molossidae.....	86
5. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Mormoopidae.....	87
6. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Noctilionidae.....	88
7. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Phyllostomidae (sonoespecies).....	89
8. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Vespertilionidae.....	90
9. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Phyllostomidae (especies capturadas en redes de neblina).....	91
10. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Thyropteridae.....	93
11. Cuadro comparativo de la lista de especies de Rex <i>et al.</i> , 2008 y el presente estudio.....	94

LISTA DE ANEXOS

1. Protocolo de grabación utilizando el detector de ultrasonidos Petterson 240x.....	97
2. Protocolo de grabación utilizando el equipo de muestro continuo de BioAcoustic Technology.....	98
3. Protocolo de grabación de murciélagos en un cuarto de grabación.....	99
4. Protocolo de grabación de murciélagos en línea de vuelo.....	100
5. Protocolo de filtrado usando el paquete informático Avisoft-SASLab Pro versión 4.52 para Windows.....	101
6. Protocolo de análisis de llamadas de ecolocación usando el paquete informático Sonobat versión 3.01.....	102
7. Procedimientos utilizados para trabajar con ecolocación de murciélagos en el presente estudio.....	103
8. Resultados del Análisis de Componentes Principales realizado con todas las grabaciones de murciélagos de vuelo libre.....	104
9. Resultados del Análisis de Componentes Principales realizado con cuatro de las cinco especies de la familia Emballonuridae.....	106
10. Resultados del Análisis Discriminante realizado con cinco especies de la familia Emballonuridae.....	108
11. Resultados del Análisis Discriminante realizado con cuatro especies de la familia Emballonuridae.....	109
12. Resultados de los ANOVAS y pruebas Duncan realizados para todos los parámetros acústicos utilizados para el reconocimiento de especies para la familia Emballonuridae.....	110

13. Resultados del Análisis de Componentes Principales realizado con doce especies de la familia Molossidae.....	113
14. Resultados del Análisis Discriminante realizado con las nueve primeras especies de la familia Molossidae.....	115
15. Resultados del Análisis Discriminante realizado con las tres sonoespecies restantes de la familia Molossidae.....	117
16. Resultados de los ANOVAS y pruebas de Duncan realizados para todos los parámetros acústicos utilizados para el reconocimiento de especies para la familia Molossidae.....	118
17. Resultados del Análisis de Componentes Principales realizado con las dos especies de la familia Noctilionidae.....	121
18. Resultados del Análisis Discriminante realizado con los tres tipos de llamadas de las dos especies de la familia Noctilionidae.....	123
19. Resultados de los ANOVAS y pruebas de Duncan realizados para todos los parámetros acústicos utilizados para el reconocimiento de especies para la familia Noctilionidae.....	124
20. Resultados del Análisis de Componentes Principales realizado con las seis especies de la familia Phyllostomidae.....	127
21. Resultados del Análisis Discriminante realizado con las seis especies de la familia Phyllostomidae.....	129
22. Resultados del Análisis Discriminante realizado con realizado con las medidas de los armónicos bajos de nueve de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina y las seis sonoespecies registradas con métodos acústicos.....	131

23. Resultados del Análisis Discriminante realizado con realizado con las medidas de los armónicos altos de 13 de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina y las seis sonoespecies registradas con métodos acústicos.....	133
24. Resultados del Análisis de Componentes Principales realizado con las doce especies de la familia Vespertilionidae.....	136
25. Resultados del Análisis Discriminante realizado con las doce especies de la familia Vespertilionidae.....	138
26. Resultados de los ANOVAS y pruebas de Duncan realizados para todos los parámetros acústicos utilizados para el reconocimiento de especies para la familia Vespertilionidae.....	140
27. Resultados del Análisis Discriminante realizado con realizado con las medidas de los armónicos altos de 13 de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina.....	143
28. Resultados del Análisis Discriminante realizado con realizado con las medidas de los armónicos bajos de nueve de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina.....	145

1 RESUMEN

Los murciélagos son el segundo grupo más exitoso de mamíferos en cuanto a número de especies y diversidad ecológica, su éxito se debe a adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas entre las que destaca la ecolocación y el vuelo. La ecolocación son señales ultrasónicas que el animal emite y mediante el procesamiento de los ecos retornantes puede detectar, caracterizar y localizar objetos y posibles presas. Las llamadas de ecolocación cumplen varias funciones y dependiendo de cual pueden ser de búsqueda, acercamiento y de fase terminal; las llamadas de búsqueda presentan características especie-específicas que son útiles al momento de identificar especies basándose en sus llamadas de ecolocación.

En el presente estudio se realizó un muestreo con redes de neblina y un muestreo acústico de murciélagos en la Estación Científica Yasuní, con el objetivo de implementar protocolos de trabajo con ecolocación y de implementar la primera biblioteca de llamadas de referencia de ecolocación de murciélagos del Ecuador.

Los métodos de muestreo acústico en complemento con redes de neblina dieron como resultado un inventario más completo con un máximo de 60 especies; con redes de neblina se registraron 22 especies pertenecientes a la familia Phyllostomidae y Thyropteridae, con el método de registro acústico se obtuvieron 38 especies pertenecientes a 6 familias diferentes, además que permitieron el registro de especies de difícil captura con redes de neblina y aportaron con un nuevo registro para el Ecuador de *Pteronotus parnellii*.

Palabras clave: biblioteca de referencia de llamadas, diversidad, ecolocación, frecuencia, llamada de búsqueda.

2 ABSTRACT

Bats are the second most successful group of mammals in terms of number of species and ecological diversity, its success is due to morphological, physiological and behavioral adaptations among which echolocation and flight highlights. Echolocation is ultrasonic signals emitted by the bat and by processing the returned echoes can detect, characterize and locate objects and potential preys. Echolocation calls perform several functions depending on which they can be search calls, approach and terminal phase; the search calls have species-specific characteristics that are useful when identifying species based on their echolocation calls.

In the present study a sampling with mist nets and an acoustic sampling was made for bats in the Yasuni Scientific Station, the goal was to implement protocols for working with echolocation and to implement the first library of echolocation reference calls from Ecuador.

The acoustic sampling complement with mist nets resulted in a more complete inventory with a maximum of 60 species, with mist nets we recorded 22 species belonging to the family Phyllostomidae and Thyropteridae, with the acoustic method we recorded 38 species belonging to 6 different families, in addition they allowed the register of species that are hard to get with mist nets and they contribute with a new register for Ecuador of *Pteronotus parnellii*.

Keywords: call reference library, diversity, echolocation, frequency, search call.

3 INTRODUCCIÓN

La bioacústica es el estudio de la comunicación de los animales mediante señales sonoras; presenta varias aplicaciones, entre las que destacan la taxonomía, ecología, estudio de comunidades, ecología sensorial, comportamiento y evolución (Turbaro, 1999).

Los grupos taxonómicos en los que más se ha estudiado sus sonidos son aves, anfibios, insectos y mamíferos (Turbaro, 1999).

En el Ecuador los estudios de bioacústica se han enfocado a lo largo de los años en aves, con estudios como función de las vocalizaciones en bandadas mixtas (Baquero, 2003), implicaciones evolutivas de las vocalizaciones (Rivera-Parra, 2007), entre otros.

En anfibios por ejemplo con estudios relacionados a partición acústica de comunidades (Guayasamín-Ernst, 2000) y evolución del canto de anuncio (Baquero, 2006).

En insectos, con estudios como el realizado por Braun y colaboradores (2009) con aplicaciones en taxonomía.

Dentro de los mamíferos los estudios con bioacústica han sido más enfocados a los mamíferos acuáticos (Weilgart y Whitehead, 1997) y primates (Campos, 1990); mientras que en grupos como los murciélagos esta es constituye una nueva herramienta de estudio en nuestro país.

3.1 ASPECTOS GENERALES

Los murciélagos representan uno de los grupos de mamíferos más exitosos en términos de riqueza de especies y diversidad ecológica, siendo el segundo orden más diverso de mamíferos. Presentan numerosas adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas, entre

las cuales destacan el vuelo y la ecolocación, las cuales les han permitido el acceso a una gran variedad de hábitats y recursos (Kalko, 1995a; Schnitzler y Kalko, 2001).

La ecolocación consiste en señales ultrasónicas que el animal emite y mediante el procesamiento de los ecos retornantes puede detectar, caracterizar y localizar objetos y posibles presas (Schnitzler y Kalko, 2001).

Los murciélagos emiten ultrasonidos en el rango de 12 a 200 kilohertzios, lo hacen mediante adaptaciones de la laringe y las cuerdas vocales las cuales les permiten controlar la intensidad de la llamada, además presentan adaptaciones en su sistema auditivo con la presencia de una cóclea elongada para captar los ecos resultantes y determinar la dirección exacta de donde provienen, además de toda la información relacionada a la navegación y búsqueda de alimento que las llamadas les proveen (Moss, 2001).

Las llamadas de ecolocación presentan parámetros importantes para su estudio como son las relacionadas con frecuencias (medidas en kilohertzios) que son: *frecuencia más alta*, es la frecuencia en el punto de mayor amplitud de la llamada; *frecuencia inicial*, es la frecuencia al inicio de la llamada; *frecuencia más baja*, es la frecuencia en el punto más bajo de la llamada; *frecuencia final*, es la frecuencia al final de la llamada; *frecuencia del punto de inflexión*, es la frecuencia del punto de transición que se da en un cambio de ángulo en la llamada; *frecuencia característica*, es la frecuencia del punto de frecuencia característica; *ancho de banda*, es la medida de cuantos kilohertzios abarca una llamada, se puede medir sacando la diferencia de la frecuencia más alta menos la frecuencia más baja; *armónico en el cual se encuentra la mayor energía*, los armónicos son repeticiones de la frecuencia dominante. Los parámetros relacionados con tiempo (medidos en milisegundos) son: *duración*, que es el tiempo entre el

punto de inicio y el punto final de la llamada e *intervalo de pulso*, es el tiempo entre final de una llamada y el inicio de la siguiente. Parámetros relacionados con cambios de frecuencia en el tiempo (medidos en kilohertzios por milisegundo), *punto de inclinación*, es el cambio de frecuencia que se da a lo largo del tiempo; *punto de inclinación más bajo*, es la inclinación en la parte más baja de la llamada (Figura 1; Corcoran, 2007).

Las llamadas de ecolocación cumplen varias funciones dependiendo de las cuales, varían tanto en rango y estructura de su frecuencia como en su duración e intervalos (Jennings *et al.*, 2004). Las llamadas difieren según sean de orientación o búsqueda de alimento, estas últimas pueden ser de acercamiento o de fase terminal (Fenton y Bell, 1981; Schnitzler y Kalko, 2001). El diseño de las llamadas de búsqueda está directamente relacionado con el ambiente en el cual forrajea el animal por lo que muchas de las diferencias interespecíficas son notorias en este tipo de llamadas (Kalko, 1995a; Schnitzler y Kalko, 1998), además de que son relativamente uniformes (Miller, 2003), pues los cambios en parámetros de tiempo o de frecuencia ocurren en las siguientes fases de acercamiento o fase terminal, por lo que en la fase de búsqueda la llamada permanece con características constantes a lo largo de su emisión (Obrist, 1995; Schnitzler y Kalko, 2001); es por esto que las llamadas de fase de búsqueda son las secuencias que se usan para la identificación de especies (Ahlén y Baagoe, 1999; O'Farrell *et al.*, 1999).

Una vez que el murciélago ha detectado una posible presa inicia la persecución, en este momento las llamadas cambian de fase de búsqueda a fase de acercamiento, se da un decrecimiento tanto en la duración como en los intervalos de pulso de las llamadas (Kalko, 1995a); las llamadas de fase terminal se emiten justo antes de capturar a la presa, se acelera el radio de repetición de las llamadas, con duración cada vez más corta (Kalko, 1995a;

Schnitzler y Kalko, 2001). Las llamadas de fase de acercamiento y fase terminal son relativamente similares entre especies, pues los murciélagos enfrentan los mismos problemas de localizar una presa en el espacio aéreo (Kalko, 1995a; Obrist, 1995), por lo que no presentan características de valor diagnóstico al momento de identificar especies por sus llamadas a diferencia de las llamadas de fase de búsqueda. Tanto la forma como el patrón de las llamadas de ecolocación presentan frecuencias específicas que sirven para el reconocimiento de especies (Biscardi *et al.*, 2004; Kalko, 2004).

Las llamadas varían además en relación al tipo de hábitat, modo de forrajeo y dieta; pueden presentar elementos de frecuencia constante (*CF*, por sus siglas en inglés), frecuencia casi constante (*QCF*) y frecuencia modulada (*FM*); estos elementos varían tanto como en duración, frecuencia y ancho de banda (Schnitzler y Kalko, 1998, 2001).

Los elementos *FM* abarcan un gran ancho de banda y por lo general son de corta duración, elementos *CF* y *QCF* presentan un ancho de banda muy pequeño pues en toda su duración varían tan solo unos pocos kilohertzios en la frecuencia a la que se encuentran; estas llamadas son útiles para detección pues la energía de la llamada está concentrada durante toda su duración en un ancho de banda pequeño, mientras que las llamadas *FM* son útiles para la localización pues cubren un amplio rango de frecuencias en una sola llamada; debido al ambiente de forrajeo muchas veces los murciélagos necesitan tanto información de detección como de localización por lo que las llamadas presentan combinaciones de estos elementos así tenemos llamadas *QCF-FM*, *FM-QCF*, *CF-FM* (Schnitzler y Kalko, 1998, 2001).

El modo de forrajeo depende del tipo de presa que capturan, ya sea una presa en vuelo, presas estacionarias las cuales pueden ser de superficies de hojas, del suelo o del agua. (Schnitzler y Kalko, 2001). Lo cual esté relacionado con el tipo de hábitat de forrajeo.

En cuanto a los tipos de hábitat de forrajeo estos pueden ser: espacios abiertos, borde de vegetación, vegetación densa y cerca del suelo. Los murciélagos que forrajean en espacios abiertos son insectívoros por lo que necesitan llamadas óptimas para detección, estos murciélagos presenta llamadas *QCF* y *FM-QCF* que varían en duración (8 - 25 ms), rango de frecuencias (30 - 60 kHz) e intervalos de pulso (Schnitzler y Kalko, 1998).

Los murciélagos que forrajean en bordes de vegetación son generalmente insectívoros que necesitan llamadas óptimas para la detección e identificación de la presa frente a la vegetación, estos murciélagos presentan llamadas *FM-QCF*, *QCF-FM* y *FM* que varían en duración (3 - 10 ms), rango de frecuencias (30 - 60 kHz) e intervalos de pulso cortos (Schnitzler y Kalko, 1998).

Los murciélagos que forrajean en espacios de vegetación densa y cerca del suelo son insectívoros, carnívoros, piscívoros, nectarívoros, hematófagos y omnívoros que capturan sus presas sobre superficies (ya sean hojas, suelo, ramas o agua); que presentan el problema de que los ecos retornantes de su presa se encuentran dentro de los ecos retornantes de toda la vegetación, por lo que las llamadas son de dos tipos: llamadas con un componente *CF* de larga duración seguido de un componente *FM* o llamadas *FM* de baja intensidad que pueden ser multiarmónicas o uniarmónicas (Schnitzler y Kalko, 1998).

3.2 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LAS FAMILIAS DE MURCIÉLAGOS

Dentro de cada familia de murciélagos hay un patrón general de llamadas que está directamente relacionado con la ecología de sus especies, especialmente con sus hábitos de forrajeo.

Emballonuridae. Las especies de esta familia son insectívoras, forrajean generalmente en espacios abiertos, sobre la superficie del agua o cerca de bordes de vegetación; las llamadas de las especies de esta familia son de ancho de banda pequeño y por general son *QCF* con ciertas especies adicionando un componente *FM* (Schnitzler y Kalko, 1998; Jung *et al.*, 2007; MacSwiney *et al.*, 2008; Surlykke y Kalko, 2008).

Molossidae. Las especies de esta familia son insectívoras aéreas que forrajean en espacios abiertos, por lo que sus llamadas son generalmente *QCF* y *QCF-FM* (Schnitzler y Kalko, 1998).

Mormoopidae. Las especies de esta familia son insectívoras y varían su hábitat de forrajeo dependiendo de las especies, en esta familia podemos encontrar llamadas *QCF-FM* y *CF-FM*; el caso de *Pteronotus parnellii* es un ejemplo importante de mencionar pues es la única especie en el Neotrópico que presenta una llamada *CF-FM* de duración muy larga (O'Farrell y Miller, 1997, 1999; Macías *et al.*, 2006)

Noctilionidae. Las especies de esta familia son piscívoras, por lo que forrajean y atrapan sus presas sobre la superficie del agua, sus llamadas son del tipo *CF-FM* (Brown *et al.*, 1983; Kalko *et al.*, 1998; Surlykke y Kalko; 2008).

Phyllostomidae. Las especies de esta familia forrajean en espacios cerrados de vegetación densa y cerca del suelo, por lo que sus llamadas son *FM* multiarmónicas con un cambio de

frecuencias entre los armónicos altos o bajos; las especies de esta familia además de su sistema de ecolocación usan su sistema olfativo, visual y en ruidos generados por sus presas, por lo que sus llamadas de ecolocación son de baja intensidad (Kalko, 2004; Surlykke y Kalko; 2008).

Thyropteridae. Las especies de esta familia producen igualmente llamadas *FM* pero en este caso son unarmónicas (Fenton *et al.*, 1999).

Vespertilionidae. Las especies de esta familia son insectívoras que forrajean en bordes de vegetación, sus llamadas son del tipo *FM-QCF* (Schnitzler y Kalko, 1998; Ochoa *et al.*, 2000; Miller, 2003; MacSwiney *et al.*, 2008).

3.3 MÉTODOS DE CAPTURA

El estudio de murciélagos se ha hecho tradicionalmente utilizando redes de neblina, trampas arpa y búsqueda de refugios, pero estos métodos no toman en cuenta el hecho de que las especies difieren en su susceptibilidad a la captura, generalmente, las redes de neblina son efectivas para murciélagos de la familia Phyllostomidae que muestrean zonas de sotobosque y áreas cercanas al suelo lo que corresponde a menos del 10% del espacio aéreo de una región, lo que resulta en pocos registros de especies de vuelo alto (O'Farrell y Gannon, 1999; O'Farrell y Miller, 1999; Ochoa *et al.*, 2000). Por ejemplo especies de las familias Emballonuridae, Molossidae y Vespertilionidae presentan índices de captura bajos en redes de neblina o simplemente pueden no ser registradas, pues gracias al refinamiento de sus sistemas de ecolocación evitan las redes de neblina o forrajean en lugares donde éstas no pueden ser usadas, por ejemplo sobre el dosel (Kalko y Handley, 2001; Miller, 2003).

El uso de muestreos acústicos aporta con información sobre especies de difícil registro mediante métodos clásicos de muestreo (O'Farrell y Miller, 1999; Flaquer *et al.*, 2007), además que representa un método ventajoso en términos de tiempo invertido y de contenido de información que provee al investigador; permitiendo la documentación de presencia-ausencia de especies, uso de hábitat y patrones de actividad (Sherwin *et al.*, 2000; Kalko, 2004).

3.4 JUSTIFICACIÓN

En Ecuador se encuentran registradas 162 especies de murciélagos (Tirira, en línea), y hasta el día de hoy no se han realizado estudios bioacústicos para este grupo en el país, por lo que implementar un protocolo para este tipo de investigaciones constituiría una innovación y herramienta útil para ampliar el conocimiento sobre los murciélagos del Ecuador.

Para obtener grabaciones de murciélagos se utilizan distintas metodologías, que varían según el investigador, el objetivo del trabajo y la logística. Se puede grabar a los murciélagos en vuelo libre, al liberarlos de las redes, en una tienda de grabación (la cual está hecha de un material que no refleja el sonido) o marcarlos y grabarlos mientras el investigador observa al murciélago (Parsons, 1998; O'Farrell *et al.*, 1999; Miller, 2003; Szewczak, 2004, Corcoran, 2007). Todas estas metodologías asumen que las llamadas hechas por el murciélago no tienen cambios temporales o de frecuencia por situaciones de estrés o de cambio de ambiente de forrajeo (Parsons, 1998; Fenton *et al.*, 2001; Brigham *et al.*, 2004;). Por lo que es necesario utilizar protocolos y metodologías de grabación estandarizados, para poder obtener el mayor número de grabaciones de alta calidad y adecuadas para una identificación confiable, lo que aumenta la eficiencia de estas técnicas (Moreno y Halfpeter, 2000)

El obtener grabaciones de alta calidad, con una metodología estandarizada y replicable, servirá para implementar una biblioteca de referencia de llamadas, lo que abre las puertas a ampliar el conocimiento sobre la biodiversidad de murciélagos en el Ecuador, además de que constituiría una herramienta base para estudios ecológicos, de comportamiento, conservación y educación (Parsons y Jones, 2000).

Éste es un trabajo pionero en nuestro país que ha establecido bases para nuevos estudios, y ha contado con sonogramas de referencia publicados de estudios hechos en países como Brasil, Bolivia, Costa Rica, México, Panamá, Venezuela (e.g. Ochoa *et al.*, 2000; Siles *et al.*, 2005; Barnett *et al.*, 2006; Jung *et al.*, 2007); los cuales ya tienen un precedente en trabajos de este tipo, en donde la metodología del uso de las llamadas de ecolocación ha constituido una herramienta importante (Jung *et al.*, 2007).

El uso de métodos de registro acústico ya ha sido implementada en el Neotrópico con resultados como registros de nuevas especies, ampliación de rangos de distribución y avances en el estudio de aspectos ecológicos (Rydell *et al.* 2002; Miller, 2003; Jung *et al.*, 2007).

Los murciélagos son muy abundantes y son componentes importantes de un bosque, cumpliendo roles dentro de procesos de regeneración y para mantener la dinámica de un bosque; el no contar con un inventario completo de las especies limita su inclusión en planes de manejo y conservación ya que no se puede conservar lo que no se conoce. La implementación de técnicas nuevas y eficientes que nos permitan un muestro más completo son muy importantes para incrementar el conocimiento de nuestra fauna de quirópteros para su conservación y aporte a la investigación básica y aplicada (Kalko y Handley, 2001).

El tener una metodología estandarizada y replicable es importante para poder obtener datos de alta calidad y confiables para una adecuada identificación; las llamadas de ecolocación varían según ciertas situaciones por lo que se debe muestrear la mayoría de sonidos especie-específicos para hacer la identificación más confiable (Ahlén y Baagoe, 1999). La elaboración de un protocolo estandarizado de grabación y análisis de llamadas de murciélagos, constituye el primer paso para establecer una biblioteca de referencia de llamadas de murciélagos en vuelo libre (O'Farrell y Miller, 1997, 1999; O'Farrell *et al.*, 1999). Este recurso serviría como base para el desarrollo de futuros estudios, ecológicos, etológico e inventarios biológicos. Esta biblioteca de referencia sería la primera en el país.

3.5 OBJETIVOS

GENERAL:

Caracterizar las llamadas de los murciélagos del Parque Nacional Yasuní en base a la implementación de la primera biblioteca de llamadas de ecolocación del Ecuador mediante la estandarización de protocolos de grabación.

ESPECÍFICOS:

- Establecer una metodología estandarizada y replicable de grabación, análisis y catalogación de llamadas de ecolocación de murciélagos en el campo para estudios en el Ecuador.
- Compilar y sistematizar los registros de llamadas de ecolocación en biblioteca de referencia, para la Sección de Mastozoología del Museo de Zoología de la PUCE (QCAZ).
- Aportar con nuevos conocimientos sobre los quirópteros del Parque Nacional Yasuní.
- Aportar con nuevos conocimientos al área de bioacústica de los mamíferos del Ecuador.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó dentro del Parque Nacional Yasuní, en las inmediaciones de la Estación Científica Yasuní (ECY), la cual está ubicada en el km 7 de la vía NPF-Tivacuno en la provincia de Orellana, Ecuador ($7^{\circ}24'18''\text{W}$; $0^{\circ}40'16,7''\text{S}$).

La ECY cuenta con un sistema de senderos, los cuales recorren varios tipos de hábitat y varían en distancia a la estación y la carretera (Figura 2), lo que permite muestrear tanto en borde como dentro del bosque y cerca de cuerpos de agua.

4.2 MÉTODOS DE CAPTURA

Se muestrearon un total de 75 noches entre los meses de abril de 2010 y enero de 2011. Se colocaron entre seis a ocho redes de neblina cada noche, las cuales permanecían abiertas entre las 18:00 hasta las 22:30 h, y permanecían un máximo de tres noches consecutivas en el mismo lugar; las redes fueron colocadas a lo largo de los diferentes senderos de ECY (Figura 2), tratando de incluir diferentes tipos de hábitat para tener un muestreo representativo de la zona.

4.3 MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN Y PRESERVACIÓN

Se realizó la identificación de cada murciélago capturado siguiendo la clave dicotómica de Tirira (2007); se colectó un espécimen *voucher* de cada especie. Además se colectaron

animales de identificación difícil o incierta, si se logró una identificación segura los animales fueron liberados. A cada espécimen colectado se le asignó un número único de identificación de campo y se colectó una muestra de tejido muscular y de hígado. Los especímenes y los tejidos fueron depositados en la colección de mamíferos del Museo de Zoología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (QCAZ).

4.4 MUESTREO ACÚSTICO

Las llamadas fueron grabadas usando dos tipos de detectores de ultrasonido. Para la grabación de los murciélagos capturados en redes de neblina se utilizaron dos metodologías, las cuales se presentan como protocolos de grabación en forma más detallada en los Anexos 1 al 4.

4.4.1 TECNOLOGÍAS DE GRABACIÓN

4.4.1.1 TIEMPO EXPANDIDO

Se utilizó un detector de ultrasonidos Petterson 240x (Pettersson Elektronik AB, Uppsala, Suiza), con tiempo de almacenamiento de 3,4 segundos y modalidad de gatillamiento manual y se utilizó el sistema de tiempo expandido en un factor de 10x. El tiempo expandido es una tecnología para el estudio de ultrasonidos que graba la señal con sus características originales y luego la reproduce a una velocidad menor alargándola en este caso en un factor de 10 al momento de transferir la llamada a una grabadora (Fenton *et al.*, 2001; Brigham *et al.*, 2004); las llamadas fueron almacenadas en formato digital de audio *Waveform* (WAV) usando una

grabadora Marantz PMD670 (D&M Professional, Itasca, Estados Unidos) con frecuencia de muestreo de 44,1 kHz.

4.4.1.2 TIEMPO REAL

Se utilizó un detector de ultrasonido de BioAcoustic Technology AR125 (Bynary Acoustic Technology LLC, Tucson, Estados Unidos) conectado a una grabadora remota FR125-III (Bynary Acoustic Technology LLC, Tucson, Estados Unidos) la cual almacena las llamadas en formato WAV en una unidad de memoria externa. Este equipo funciona con una modalidad de gatillamiento automático y muestreo continuo, cada vez que un murciélago atraviesa frente al área de muestreo del micrófono se gatilla e inicia la grabación.

4.4.2 MÉTODOS DE GRABACIÓN DE MURCIÉLAGOS CAPTURADOS EN REDES DE NEBLINA

4.4.2.1 CUARTO DE GRABACIÓN

Se utilizó un invernadero en la Estación Científica Yasuní, el cual está construido con una estructura metálica y cuyas paredes y techos están hechos de tela malla, tiene unas dimensiones de 5 m de largo, 3 m de ancho y 3 m de alto. Se ubicó a un asistente de campo en un lado del invernadero con el individuo a ser grabado y otra persona en el extremo opuesto con el equipo dispuesto para la grabación; se liberaba al murciélago y se lo grababa en vuelo, se realizaron tantas replicaciones como eran posibles, a cada grabación se le asignó un código

único de identificación a cada animal para saber qué grabaciones correspondían a cada individuo.

4.4.2.2 LÍNEA DE VUELO

En un espacio abierto donde con el detector se comprobaba que no haya murciélagos volando para que no interfieran con las grabaciones se colocaron dos postes en línea recta separados entre sí por 5 m y se colocaba entre ellos una hebra de hilo nylon, se colocó un anillo que corriera por la hebra unido una cápsula de marcador químico fluorescente y a un hilo elástico con una extensión de 1,5 m que, en su extremo opuesto, se amarró alrededor del cuello del murciélago. Con el marcador fluorescente se pudo visualizar la dirección de vuelo del murciélago para apuntar el micrófono. Se colocaba una persona cerca al primer poste con el individuo a ser grabado y la otra persona en el otro poste opuesto con el micrófono, previo a apagar las luces y liberar el murciélago (Szewczak, 2004). Se realizaron tantas repeticiones como fueron posibles con los especímenes en vuelo, repitiendo el proceso cuando fue necesario. Asimismo los murciélagos capturados cada noche fueron asignados con un código único de identificación para saber qué grabaciones correspondían a cada individuo.

4.4.3 GRABACIONES DE MURCIÉLAGOS EN VUELO LIBRE

Adicionalmente, para tener un muestreo acústico completo, se realizaron grabaciones de murciélagos en vuelo libre tanto en la red de senderos de la ECY como en la carretera, lagunas, orillas del río Tiputini y en la torre de observación de aves. Se realizaron caminatas nocturnas con el micrófono apuntando hacia la vegetación, claros, borde de bosque y espacios

abiertos. Se grabaron todos los murciélagos que fueron detectados, además se colocó el equipo de grabación continua en diferentes sitios de muestreo.

4.5 ANÁLISIS ACÚSTICOS

Cada archivo obtenido se revisó manualmente y se seleccionaron solo las secuencias de llamadas de búsqueda, que tuvieron un mínimo de tres llamadas o pulsos consecutivos, en ausencia de co-específicos y libre de llamadas de otras especies, para asegurar la calidad de las llamadas. Una secuencia es una serie de pulsos seguidos emitidos por un solo animal, un pulso es cada una de las llamadas que conforma una secuencia.

Los archivos que no fueron usados para la identificación de especies y para los análisis fueron almacenados en una base de datos de acústica.

Para el análisis de las llamadas se utilizaron dos paquetes informáticos, Avisoft-SASLab Pro versión 4.52 para Windows (Avisoft Bioacoustics, Berlin, Alemania) y Sonobat versión 3.01 (DNDesign, Arcata, Estados Unidos). Se redactó protocolos de uso de ambos paquetes que se presentan como anexos 5 y 6.

Una vez seleccionados los archivos a ser usados se filtró el ruido de insectos (el cual alcanza rangos de ultrasonido similares a los de las llamadas de los murciélagos), ya que interfieren con la intensidad de la llamada en su visualización lo que dificulta su correcta medición, mediante el paquete Avisoft-SASLab Pro. Una vez filtrados los archivos fueron analizados usando el programa Sonobat, diseñado específicamente para trabajar con llamadas de murciélagos, el programa mide automáticamente cada llamada y exporta los datos (Ver detalles sección 4.5) a un archivo de texto, el cual luego fue exportado a una hoja de MS

Excel. El programa asigna automáticamente un índice de calidad que va entre 0 a 1 basándose en el ratio entre la llamada y el sonido de fondo (Corcoran, 2007).

Para cada archivo se obtuvo un sonograma y se midió cada llamada que tuviera una calidad mayor a 0,75.

Las mediciones de las llamadas fueron posteriormente clasificadas manualmente de acuerdo a los parámetros visuales que diferencian en su forma de acuerdo a la familia a que pertenecen (Jones, 1999). Dentro de cada familia se clasificaron las llamadas dentro de sonotipos de acuerdo a parámetros visuales y espectrales importantes en los que difieren, como la frecuencia más baja, duración y ancho de banda.

4.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para los análisis se utilizaron los parámetros acústicos más importantes e informativos, mismos que se tomaron en cuenta al momento de la clasificación manual, duración de la llamada (*callduration*), frecuencia inicial (*StartF*), frecuencia final (*EndF*), frecuencia de máxima energía (*FreqMaxPwr*), ancho de banda (*Bndwdth*) y frecuencia del punto de inflexión (*FreqKnee*; Figura 2; Jung *et al.*, 2007).

Para cada secuencia analizada se obtuvo el promedio y la desviación estándar de las variables principales. Con estos valores se realizó un Análisis de Componentes Principales (*ACP*) para obtener una separación en grupos correspondientes a diferentes sonotipos.

Luego de la separación por sonotipos se realizó un *ACP* dentro de cada grupo correspondiente a una familia, para lograr un nivel más alto de definición entre las posibles sonoespecies.

Posteriormente se realizó un Análisis Discriminante (*AD*) para confirmar que los sonotipos identificados corresponden a distintas sonoespecies. Además se realizó un ANOVA para cada factor y pruebas de Duncan para obtener la significación estadística de los grupos y ver cual factor o grupo de factores son los mejores predictores de la diversidad de sonoespecies. Para cada sonoespecie se intentó llegar al nivel de identificación taxonómico posible.

Para la identificación de especies de grabaciones de vuelo libre se utilizó información disponible en publicaciones para intentar una identificación por medio de comparaciones, además para ciertas especies se contó con el apoyo de Katrin Barboza, especialista en estudios acústicos quien ha trabajado por algunos años en Bolivia y Panamá.

Para las grabaciones de los murciélagos capturados en redes también se obtuvo el promedio y la desviación estándar para todos los parámetros acústicos utilizados para cada secuencia y se realizó un Análisis Discriminante (*AD*) el cual permite identificar que variables discriminan entre grupos (Biscardi *et al.*, 2004). Se realizó un *AD* para identificar los parámetros más informativos para separar entre especies; debido a que los murciélagos filostómidos producen llamadas alternando entre pulsos altos y bajos para los análisis estadísticos se realizó uno con cada tipo de pulso.

Para la implementación de la biblioteca de sonidos se realizó una base de datos en el paquete informático FileMaker PRO para su posterior publicación en línea en la página web del Museo de Zoología en fichas que contendrán información sobre: el detector usado (modelo, tipo de equipo, método de grabación), la grabadora (modelo, tipo), formato, colector, fecha, localidad, situación de la grabación, especie, número de grabaciones y sonograma.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con redes de neblina se registraron 22 especies pertenecientes a dos familias (Tabla 1), con el método de registro acústico se obtuvieron 38 especies pertenecientes a seis familias (Tabla 2); lo que resulta en un inventario de ambos métodos de un máximo de 60 especies pertenecientes a siete familias para las cuales se obtuvieron grabaciones de 52 especies.

5.1 GRABACIONES DE MURCIÉLAGOS DE VUELO LIBRE

Se analizó un total de 636 pistas que contenían de 5436 llamadas; en las cuales se obtuvieron registros para las familias Emballonuridae, Molossidae, Mormoopidae, Noctilionidae, Phyllostomidae y Vespertilionidae.

Las familias para las que se obtuvo el mayor número de grabaciones fueron Vespertilionidae y Molossidae, en el caso de Mormoopidae se obtuvo una sola pista correspondiente a una sola especie *Pteronotus parnelli*.

Como resultado del Análisis de Componentes Principales (ACP) realizado para todas las llamadas, se obtuvo, un gráfico (Figura 3) en el que se observa una separación de las llamadas que corresponden a las diferentes familias de murciélagos. Para este análisis se excluyó a *Pteronotus parnelli* (Mormoopidae) y *Rhychonictis naso* (Emballonuridae) ya que presentan llamadas de frecuencias muy altas y en el caso de *P. parnelli* de larga duración por lo que si se les incluía en el análisis se perdía resolución en la separación del resto de especies.

Para realizar este ACP se utilizaron los parámetros que aportan la mayor cantidad de información sobre indicativos de la forma, ya que las llamadas de las diferentes familias varían entre sí de una forma identificable, de manera que uno puede llegar a saber la familia de la grabación que se observa con tal solo ver la forma (Ochoa *et al.*, 2000; Miller, 2003).

Se vio que el parámetro más importante en el Componente 1 es la frecuencia más baja seguida de la frecuencia final (Anexo 8); se utilizaron ambos parámetros para los análisis, así como frecuencia más alta y frecuencia inicial. Las medidas de estos parámetros pueden no tener los mismos valores dependiendo de la llamada que se trate, por ejemplo llamadas *FM-QCF*, como las de los vespertiliónidos, al ser de forma descendente los valores de la frecuencia inicial y frecuencia más alta van a ser iguales pero si se trata de una llamada *QCF*, como las de los embalonúridos que tienen una forma cóncava, estos parámetros no van a tener los mismo valores.

En el Componente 2 el parámetro más importante es el ancho de banda seguido de la frecuencia inicial y más alta (Anexo 8); en este caso el ancho de banda resultó un parámetro muy importante para la separación de las llamadas entre familias pues funciona como un indicativo del tipo de llamada, *QCF*, *FM*, *CF* (Schnitzler y Kalko, 2001); llamadas del tipo *QCF* van a tener anchos de banda muy pequeños comparados a llamadas del tipo *FM*, *QCF-FM* o *CF-FM*; por lo que en la figura 3 se observa que las llamadas de la familia Molossidae se encuentran agrupadas todas en la parte baja del gráfico pues estas llamadas son del tipo *QCF* mientras que las llamadas de la familia Vespertilionidae son del tipo *FM-QCF* por eso se encuentran a lo largo del Componente 2 pues varían también en la frecuencia más alta.

En el caso de la familia Noctilionidae se separa en dos grupos, esto debido a que se obtuvieron registros de dos tipos de llamadas para las especies de esta familia. El grupo de la parte superior izquierda (Figura 3) corresponde a las llamadas *CF-FM*, mientras que el grupo de la parte inferior derecha corresponde a las llamadas donde solo el componente *CF* es emitido (O'Farrell y Miller, 1999), por eso esas llamadas se encuentran hacia la parte baja, donde se encuentran las llamadas de embalonúridos.

Por la variación en la forma de las llamadas que presentan los murciélagos de las diferentes familias se ve que los parámetros más importantes e informativos para obtener una separación inicial entre grupos son las frecuencias más alta, más baja, inicial y final al igual que el ancho de banda.

5.1.1 EMBALLONURIDAE

Se analizó un total de 75 secuencias que contenían 539 llamadas, se obtuvo registros para cinco especies *Saccopteryx leptura*, *Saccopteryx bilineata*, *Rhynchonycteris naso*, *Cormura brevirostris*, *Peropteryx macrotis*; de las cuales para las tres últimas solo se obtuvo un registro por especie (Tabla 3).

Se realizó un ACP con las cinco especies y otro excluyendo a *Rhynchonycteris naso*, para poder observar una mayor definición en la agrupación del resto de llamadas. Como resultado de este análisis se obtuvo un gráfico (Figura 4) en el que se observa la formación de cuatro grupos definidos en donde en el Componente 1 los parámetros más importantes son los relacionados con las frecuencias mientras que en Componente 2 es el ancho de banda (Anexo 9).

Como resultado del Análisis Discriminante (AD) se obtuvo un gráfico en el que se observa una clara separación de *Rhynchonycteris naso* en relación a las otras cuatro especies (Figura 5); por lo que se realizó otro AD excluyendo a *R. naso*, en el que se observa que existe una separación considerable de las cuatro especies entre sí (Figura 6). En el Componente 1 los parámetros relacionados a frecuencias son los más importantes en ambos análisis, mientras que en el Componente 2 es el ancho de banda (Anexo 10 y 11). Se obtuvo una clasificación *a priori* correcta del 99,8%.

En el ANOVA de cada factor se encontraron diferencias significativas entre las especies para todos los parámetros (Anexo 12), para la prueba de Duncan todos los parámetros, a excepción del ancho de banda y duración, predijeron cinco grupos significativamente diferentes (Anexo 12).

Las llamadas de los murciélagos de esta familia son en su mayoría de forma cóncava del tipo *QCF* (Figuras 7 y 8), una característica distintiva de la familia es que presentan la mayor energía en el segundo armónico (Kalko, 1995b; Jung *et al.*, 2007).

Tanto en el ACP como en AD realizados, tanto con las cinco como con las cuatro especies (excluyendo a *R. naso*), se observó que en el Componente 1 las variables más importantes son las relacionadas con las frecuencias (Anexos 9 al 11). Esto se debe a que los parámetros que más ayudan a la identificación de especies dentro de esta familia son la frecuencia a la que se encuentran sus llamadas. Se registraron cinco especies y cada una se encuentra en su propio rango de frecuencias lo que ayuda a su identificación (Miller, 2003). En el Componente 2 el ancho de banda es importante ya que aunque las llamadas de las especies de esta familia son en su mayoría *QCF*, hay especies que presentan llamadas *CF*, como *Peropteryx macrotis*, o

especies que presentan un componente *FM* de la llamada más notorio, como en el caso de *R. naso* (Figura 7; Kalko, 1995b; Jung *et al.*, 2007).

Las especies del género *Saccopteryx* tienen la particularidad de emitir señales en las que alternan pulsos de frecuencias altas y bajas (Figura 8; Kalko, 1995b). *S. leptura* produce llamadas de frecuencias más altas que *S. bilineata*; de igual manera las llamadas de *Cormura brevirostris* están compuestas por tres tipos de pulsos de frecuencia baja (*HiFreq* $27,4 \pm 0,7$ kHz) frecuencia media (*HiFreq* $32,5 \pm 2$ kHz) y frecuencia alta (*HiFreq* $36,4 \pm 0,5$ kHz). En el caso de *Rhynchonycteris naso* fue la especie de esta familia que tuvo frecuencias más altas (*HiFreq* $94,3 \pm 0,3$ kHz), mientras que *Peropteryx macrotis* tiene frecuencias intermedias entre *S. bilineata* y los pulsos de frecuencia más alta de *C. brevirostris* (Tabla 3; Figuras 7 y 8).

En el caso de las pruebas de Duncan todos los parámetros resultaron igualmente informativos al momento de separar adecuadamente en las diferentes especies, a excepción de la duración y el ancho de banda, pues éstos son parámetros que se mantienen dentro de la familia por la forma de la llamada por lo que no separan a nivel de especies (Anexo 12).

5.1.2 MOLOSSIDAE

Se analizó un total de 239 secuencias que contenían 1 788 llamadas. Como resultado del ACP se obtuvo un gráfico (Figura 9) mediante el cual se comprobó la previa clasificación de las llamadas dentro de doce sonotipos (Tabla 4), de las cuales se logró llegar a una identificación hasta el nivel de especie para tres de ellas, *Molossus rufus*, *M. molossu* y *Promops centralis*; de las nueve restantes no se pudo llegar a una identificación taxonómica más allá del nivel de

familia y se las trató como sonoespecies basándose en que presentan diferencias en características distintivas relacionadas con frecuencia y tiempo (Ochoa *et al.*, 2000). Se encontraron diferencias significativas entre las doce especies (Anexo 16) lo que confirma una real separación de los doce sonotipos. En el Componente 1 el parámetro más importante es la frecuencia más baja seguida de la frecuencia de máxima energía, en el Componente 2 es el ancho de banda (Anexo 13).

Para realizar el AD se separo los sonotipos en dos grupos, uno constituido por los sonotipos del uno al nueve y otro constituido por el diez, once y doce; el motivo para separarlos de esta manera es que los sonotipos diez, once y doce presentaban similitudes en cuanto a la forma y patrón de la llamada, además de que eran diferentes a las llamadas del resto de sonotipos, por lo que se considero adecuado realizar un AD solo con estas sonotipos.

En el AD realizado con los sonotipos del uno al nueve se obtuvo un gráfico (Figura 10) en el que se observa una clara separación de los sonotipos, en el Componente 1 los parámetros más importantes son la frecuencia más alta y la frecuencia del punto de inflexión, mientras que en el Componente 2 es la frecuencia más baja (Anexo 14). Se obtuvo una clasificación *a priori* correcta del 97,7%.

En el AD realizado con los sonotipos diez, once y doce se obtuvo un gráfico (Figura 11) donde se observa una separación considerable de los tres sonotipos, en el Componente 1 los parámetros más importantes son la frecuencia de mayor energía y la frecuencia del punto de inflexión, mientras que en el Componente 2 son la duración y el ancho de banda (Anexo 15). Se obtuvo una clasificación *a priori* correcta del 98,5%.

En los análisis estadísticos realizados se observó que los parámetros más informativos al momento de separar en sonotipos son frecuencia más alta, más baja, ancho de banda y duración (Anexos 13 al 15). Esto se debe a que son parámetros que varían según la forma, y en estos doce sonotipos se encontró una gran variedad de formas de llamadas (Figuras 12 a 15) que muchas veces aunque la forma es parecida, realmente las diferencias fundamentales son en cuanto a frecuencias, como es el caso de las dos especies del género *Molossus* registradas, las cuales se diferencian entre sí únicamente por el rango de frecuencias que ocupan (Tabla 4), además se encontró una especie que ocupa un rango intermedio entre estas dos especies que por la forma que presenta sería un indicativo de que es otra especie del género *Molossus* (Miller, 2003).

La sonoespecie uno es una llamada que forma parte del repertorio de especies del género *Molossus* (Mora *et al.*, 2004), siendo una llamada a la cual cambian bajo ciertas condiciones ambientales y muchas veces se observa la llamada *QCF* que cambia progresivamente a esta llamada *FM-QCF*; en este caso las llamadas se mantuvieron como sonoespecie pues no se observó las llamadas *QCF* antes o después de esta secuencia, además por el rango de frecuencia a la que se encuentra no se puede asegurar a que especie puede pertenecer.

En el ANOVA de cada factor se encontraron diferencias significativas entre las especies para todos los parámetros (Anexo 16), para la prueba de Duncan los parámetros que resultaron más informativos al momento de separar las sonoespecies fueron el ancho de banda, frecuencia más alta y frecuencia de mayor energía (Anexo 16).

En la prueba de Duncan ninguno de los parámetros predijo más de nueve grupos, así que ningún parámetro por si solo hubiera podido separar adecuadamente en las doce sonoespecies,

esto se debe a la gran variedad de llamadas que se observó en esta familia, aunque las formas son bastante parecidas (Figuras 12 a 15) cada una presenta particularidades como un componente *FM* o son de forma convexa, por lo que con tal variedad ningún parámetro por si solo puede ser diagnóstico (Ahlén y Baagoe, 1999; Corben, 2001). A diferencia de los embalonúridos, en los cuales muchos de los parámetros por si solos son diagnósticos, se ve la importancia de encontrar un conjunto de parámetros que sean los más informativos para poder lograr la mayor separación de especies significativamente distintas.

Una forma de elegir los mejores parámetros es realizar un PCA y ver cuáles son los parámetros que están más altamente relacionados con los componentes principales (Kazial *et al.*, 2001), además el hacer una separación visual previa a los análisis estadísticos ya se tiene una idea a groso modo de cuantos sonotipos podrían existir, por lo que el conjunto de parámetros con los que se va a trabajar deberían ser los que separen en al menos los sonotipos que son claramente distintos en la separación visual.

5.1.3 MOORMOPIDAE

Para esta familia solo se obtuvo un único registro, pero es de suma importancia pues se registró la llamada de *Pteronotus parnellii* (Figura 16; Tabla 5); esta especie según Tirira (en línea) estaría presente en el Ecuador de acuerdo a un registro de un animal que escapó de la red. Albuja (1999) dice que la especie capturada en esa ocasión sería *Pteronotus personatus* pero no explica el porqué de esta identificación. Gardner (com. pers.) asegura que la especie capturada en esa ocasión era *P. parnelli* pues él está muy familiarizado con esta especie en otras zonas donde él trabaja. En el caso del registro acústico de este estudio es completamente

seguro de que se trata de *P. parnelli*, pues presenta una llamada muy particular y es el único murciélago neotropical que presenta una llamada *CF-FM* de tan larga duración (Tabla 5; O'Farrell y Miller, 1997; Macías *et al.*, 2006).

Este es un ejemplo de la importancia y utilidad de los métodos acústicos, pues desde el primer registro en el año 1982 no se obtuvieron más registros de esta especie con muestreo de redes de neblina, y en este caso esta especie es fácilmente identificable con métodos acústicos (O'Farrell y Miller, 1997; Macías *et al.*, 2006).

5.1.4 NOCTILIONIDAE

Se analizó un total de 14 secuencias que contenían 45 llamadas. Se obtuvieron registros de las dos especies de *Noctilio* encontradas en el Ecuador (Tirira, en línea), en el caso de *N. albiventris* se obtuvieron dos clases de llamadas, las llamadas *CF-FM* y llamadas *CF* que carecen del componente *FM* (Brown *et al.*, 1983; Kalko *et al.*, 1997); para *N. leporinus* se obtuvieron solo las llamadas *CF-FM* (Tabla 6).

En el ACP se obtuvieron tres grupos distintos (Figura 17), que representan uno de cada especie y el tercer grupo corresponde a las llamadas *CF* de *N. albiventris*; el parámetro más importante en el Componente 1 es la frecuencia más alta, mientras que en el Componente 2 es la frecuencia de mayor energía (Anexo 17).

En el AD realizado con las dos especies se obtuvo un gráfico (Figura 18) en el que se observa tres grupos claramente distintos, en el Componente 1 el parámetro más importante es la frecuencia más alta y la frecuencia del punto de inflexión, mientras que en el Componente 2 es el ancho de banda (Anexo 18). Se obtuvo una clasificación *a priori* correcta del 100%.

Tanto en el ACP como en el AD uno de los parámetros más importantes es la frecuencia más alta (Anexos 17 y 18), esto se debe a que la separación que existe entre las llamadas de las dos especies de *Noctilio* es la frecuencia a la que se encuentran (Figura 19; Kalko *et al.*, 1997), las llamadas de *N. albiventris* son de frecuencias más altas (*HiFreq* $68,83 \pm 0,42$ kHz) que las de *N. leporinus* (*HiFreq* $51,49 \pm 2,53$ kHz). En el AD el parámetro más importante en el Componente 2 es el ancho de banda (Anexo 18), esto se debe a la presencia de las llamadas *CF* que se registro para *N. albiventris*, las llamadas características de las especies de este género son *CF-FM* en las cuales el componente *FM* abarca un gran ancho de banda dependiendo de su duración.

En el gráfico resultante del ACP se observa que ciertas llamadas que fueron previamente catalogadas como *CF-FM* se unen a las llamadas *FM* pero en el AD esto no ocurre y se obtiene una clasificación *a priori* correcta del 100%, esto se debe a que en el AD el ancho de banda es un parámetro importante al momento de separar las llamadas lo que no ocurre en el ACP, en el cual los parámetros más importantes son los relacionados con frecuencias; por esta razón se da un resultado un poco contradictorio entre el ACP y el AD.

En el ANOVA de cada factor se encontraron diferencias significativas entre las especies para todos los parámetros (Anexo 19), para la prueba de Duncan los parámetros que separaron en tres grupos significativamente diferentes fueron duración, frecuencia más alta, frecuencia más baja; mientras que ancho de banda y frecuencia del punto inflexión predijeron dos grupos, en el caso de ancho de banda uniendo a las llamadas *CF-FM* de ambas especies en un rango y para el punto de inflexión uniendo las llamadas del tipo *CF-FM* y *CF* de *Noctilio albiventris* en otro rango (Anexo 19).

En las pruebas de Duncan el punto de inflexión agrupó correctamente las llamadas según la especie, pues aunque las llamadas *CF* no presentan un componente *FM* de larga duración pero si tienen la última porción de la llamada de forma descendente, por lo que la frecuencia del punto de inflexión sería el parámetro que mejor agrupa los diferentes tipos de llamadas según la especie, los otros parámetros separan en tres por lo que serían útiles para poder ver toda la diversidad de llamadas sin importar la especie, mientras que el ancho de banda separó en dos grupos que corresponden a la forma de la llamada (Anexo 19).

5.1.5 PHYLLOSTOMIDAE

Se analizó un total de 26 secuencias que contenían 183 llamadas. Como resultado del ACP se obtuvo un gráfico en el que se observan seis grupos (Figura 20), en el Componente 1 los parámetros más importantes son los relacionados a las frecuencias, mientras que en el Componente 2 es la duración (Anexo 20).

Se obtuvieron registros para seis sonoespecies distintas, de las cuales al momento de realizar un AD con las especies ya identificadas de filostómidos (Anexo 20) no se obtuvo ninguna asociación, por lo que se las considera como seis especies distintas a las capturadas con redes de neblina; las sonoespecies cinco y seis presentaron cierto grado de asociación con una de las especies capturadas en redes (Figura 22) pero no se pudo determinar con certeza que especie podría ser, aun así estas especies mantuvieron un mayor porcentaje de clasificación correcta a priori como sonoespecie cinco y como sonoespecie seis que como *Artibeus planirostris*, que fue la especie con la que más asociación presentaron (Anexo 22), por lo que se las mantuvo como distintas.

En el AD realizado con las seis sonoespecies se obtuvo un gráfico (Figura 21) en el que se observan seis grupos distintos, en el Componente 1 el parámetro más importante es la frecuencia más alta, mientras que en el Componente 2 los más importantes son el resto de parámetros relacionados a frecuencia y la duración (Anexo 21); se obtuvo una clasificación *a priori* correcta del 96,7%.

El haber obtenido registros de diferentes especies de filostómidos en redes y con acústica prueba que aunque los filostómidos presentan dificultades al momento de trabajar con métodos de acústica, debido a la intensidad de las llamadas que producen (Kalko, 2004), aún se los puede registrar en vuelo libre y cabe la posibilidad de que algunas especies de filostómidos pueden ser mejor muestreados con métodos acústicos que con redes de neblina. La metodología de registros acústicos representa un complemento a las redes de neblina para filostómidos, pues las especies capturadas en redes de neblina son diferentes a las registradas con métodos acústicos.

5.1.6 VESPERTILIONIDAE

Se analizó un total de 281 secuencias que contenían 2 880 llamadas. Como resultado del ACP se obtiene un gráfico (Figura 24) en el cual se clasificó las llamadas dentro de doce sonotipos, de las cuales se logró llegar a una identificación hasta el nivel de especie para tres de ellas, *Eptesicus furinalis*, *Lasiurus blossevillii* y *Myotis riparius*; de las restantes nueve de no se pudo llegar a una identificación taxonómica más allá del nivel de familia y se las trató como sonoespecies, basándose en que presentan diferencias en características distintivas relacionadas con frecuencia y tiempo (Ochoa *et al.*, 2000). De igual manera se encontraron

diferencias significativas entre las doce especies (Anexo 26) lo que confirma una real separación de los doce sonotipos. En el Componente 1 el parámetro más importante es la inclinación más profunda, en el Componente 2 es la frecuencia más baja (Anexo 24).

En el AD realizado con los doce sonotipos se obtuvo un gráfico (Figura 25) en el que se observa una clara separación de los doce sonotipos, en el Componente 1 el parámetro más importante es la inclinación más profunda, mientras que en el Componente 2 es la frecuencia más baja (Anexo 25). Se obtuvo una clasificación *a priori* correcta del 96,4%.

En los análisis estadísticos realizados se observó que los parámetros más informativos al momento de separar en sonotipos son el punto de inflexión más bajo y la frecuencia más baja (Anexos 24 y 25). Las especies de la familia Vespertilionidae presentan llamadas *FM-QCF* (Figuras 26 y 27) en las cuales los componente estructurales más importantes son la frecuencia más baja y el punto de inflexión más bajo, los cuales son los parámetros más informativos al momento de separar especies (Ahlén y Baagoe, 1999; O'Farrell y Miller, 1999; Corben, 2001; Miller, 2003) ya que las llamadas de vespertiliónidos presentan llamadas que pueden lucir parecidas pero son de especies distintas.

En el ANOVA de cada factor se encontraron diferencias significativas entre las especies para todos los parámetros (Anexo 26), para la prueba de Duncan los parámetros que separaron en el mayor número de rangos significativamente distintos fueron la frecuencia más baja, inclinación más profunda e inclinación más baja (Anexo 26).

En la prueba de Duncan la frecuencia más baja, inclinación más profunda e inclinación más baja son los que resultaron más informativos al momento de separar en el mayor número de sonoespecies, esto se debe a la forma que presentan las llamadas de esta familia siendo los

factores de inclinación particularmente informativos (Corcoran, 2007). De todas formas se ve que ningún parámetro por si solo fue un buen parámetro diagnóstico de todas las sonoespecies, debido a gran variedad de llamadas que se registró, por eso la importancia de elegir el mejor conjunto de parámetros al momento de identificar especies (Corben, 2001).

5.2 MURCIÉLAGOS CAPTURADOS EN REDES DE NEBLINA

Se capturaron 21 especies de la familia Phyllostomidae, repartidas dentro de las subfamilias de la siguiente manera Carrollinae (cinco), Desmodontinae (uno), Glossophaginae (uno), Phyllostominae (seis) y Sternodermatinae (ocho); además se capturó una especie de la familia Thyropteridae. Se obtuvieron grabaciones de 14 de las 22 especies capturadas (Tabla 1) siguiendo dos metodologías (Anexos 3 y 4).

Los murciélagos de la familia Phyllostomidae y Thyropteridae tienen llamadas *FM* (Figura 28), son de corta duración y tienen la particularidad de que varían el armónico donde ponen la mayor energía según sea su necesidad de información requerida al momento de forrajear (Kalko, 2004), como se obtuvo información de la mayoría de especies grabadas de armónicos tanto altos como bajos se decidió separar los armónicos bajos y los altos en dos grupos para los análisis estadísticos; se realizó un AD con cada grupo. En el AD de los armónicos altos se obtuvo una clasificación *a priori* correcta del 76,4%, mientras que el de los armónicos bajos se obtuvo un 86,6%; ambos valores en comparación con los porcentajes obtenidos de murciélagos en vuelo libre (todos mayor a 90%) son más bajos, esto se puede deber al estrés al que se encontraba sometido el animal durante la grabación en semicautiverio lo que hace que los pulsos que emiten no sean tan constantes en sus parámetros como las llamadas de animales

de vuelo libre. En cuanto a los parámetros más informativos para separar las especies son la frecuencia más alta, frecuencia más baja y frecuencia del punto de inflexión; los parámetros relacionados a frecuencias son informativos para separar especies dentro de los filostómidos ya que estos varían mucho en tamaño corporal y las frecuencias que un animal emite están relacionadas con el tamaño corporal, así animales más pequeños emiten llamadas de frecuencias más altas, mientras que animales más grandes emiten llamadas de frecuencias más bajas (Miller, 2003). Se ha visto también que parámetros como intervalo de pulso y duración son importantes para separar especies dentro de los filostómidos, en este caso en los análisis estadísticos realizados estos parámetros no resultaron los más informativos al momento de separar las especies.

Del AD realizado con las llamadas de las especies de filostómidos grabados en vuelo libre y las llamadas de las especies capturadas en redes se obtuvo un gráfico para el AD realizado con los armónicos bajos (Figura 22) y otro gráfico para el AD realizado con los armónicos altos (Figura 23), en los que se observa que las especies grabadas en vuelo libre no se agrupan con ninguna de las especies capturas en redes, a excepción del las sonoespecies cinco y seis que no se pudo determinar claramente a que especie se asocian y el porcentaje de clasificación *a priori* correcta es mayor para las sonoespecies cinco y sonoespecie seis que para la especie captura en redes con la cual se asociaron (Anexo 22) por lo que se prefirió mantenerlas como sonoespecies.

Las metodologías que se siguió para grabar a los murciélagos capturados en redes son metodologías que han sido previamente usadas con resultados favorables obteniendo llamadas de referencia (Miller, 2003; Szewczak, 2004; com pers. Barquero, K; Barboza, K.; Corcoran, A.); esto es cierto para ciertas familias (Miller, 2003); ya que por factores como estrés o falta

de espacio de vuelo muchas veces los animales no emiten las llamadas de búsqueda que son consideradas diagnóstico por lo que los datos adquiridos no son de utilidad para el reconocimiento de especies, pero sí para tener registros de todo el repertorio de llamadas de una especie (Miller, 2003).

En este trabajo solo se capturaron especies de las familias Phyllostomidae y Thyropteridae en redes de neblina, y fueron las únicas especies con las cuales se pudieron realizar grabaciones directas; en muchos casos se ha logrado conseguir datos de muy buena calidad de filostómidos en cuartos de grabación (Kalko, 2004), pero los murciélagos de esta familia al igual que los de la familia Thyropteridae presentan la dificultad de que emiten llamadas de muy baja intensidad (Kalko, 2004; Korine y Kalko, 2005) por lo que se dificulta el obtener llamadas de buena calidad, como fue el caso del presente estudio en el que se consiguieron grabaciones útiles de 14 de 22 especies que además presentaban calidades menores a 0,75 que es el índice mínimo de calidad aceptable que se usó para las grabaciones de murciélagos de vuelo libre.

5.3 MÉTODOS DE CAPTURA TRADICIONALES VS. MÉTODOS ACÚSTICOS

Con las redes de neblina se registraron 22 especies pertenecientes a dos familias, siendo los filostómidos el 95,5% de las especies registradas; mientras que con el método de registro acústico se obtuvieron 38 especies pertenecientes a seis familias, siendo los filostómidos el 15,8% de las especies registradas; lo que nos da un inventario de ambos métodos de un máximo de 60 especies pertenecientes a siete familias de las ocho presentes en el Ecuador (Tablas 1 y 2).

Los aportes de los métodos de muestreo acústico al conocimiento de los murciélagos son de gran importancia, ya que el método acústico no presenta el sesgo de muestreo que generalmente presentan las redes de neblina, que es hacia filostómidos. Los métodos acústicos resultan en un muestreo mucho más completo. Resulta interesante que en los resultados de este trabajo los filostómidos fueron muestreados en menor número de especies mediante acústica y las especies registradas son diferentes a las capturadas en redes de neblina, reflejando la importancia de estos métodos para complementar muestreos de quirópteros en el Neotrópico.

La acústica aporta a todo nivel, ya que además de los registros de especies diferentes de filostómidos a las obtenidas en redes de neblina, las familias Emballonuridae, Molossidae, Moormopidae, Noctilionidae y Vespertilionidae solamente fueron registradas mediante métodos acústicos, y aunque se presentan registros en otros estudios mediante redes de neblina de estas familias son muy escasos (MacSwiney *et al.*, 2008).

Con métodos acústicos se obtuvo la confirmación del registro nuevo para el Ecuador de *Pteronotus parnellii* y el segundo registro para *Promops centralis* en la parte oriental (Reid *et al.*, 2000), aun cuando falta identificar hasta el nivel de especie se obtuvieron doce sonoespecies distintas para la familia Vespertilionidae, de la cual según Tirira (en línea), solo habría seis especies en la Amazonía. Se obtuvieron registros para las cinco especies de la familia Emballonuridae que se encuentran en Yasuní (Tirira, en línea), se obtuvieron registros para doce sonoespecies de la familia Molossidae, y para las dos especies de Noctilionidae que tenemos en el país; en comparación a un estudio realizado en la Estación Científica Tiputini dentro del Parque Nacional Yasuní por Rex y colaboradores (2008) usando redes de neblina en donde capturaron por familia Emballonuridae (seis), Molossidae (una), Noctilionidae (una) y

Vespertilionidae (tres), este estudio presenta un muestreo mucho más completo dentro de estas familias registrando mayor número de especies en todas ellas (Tabla 11) a excepción de Emballonuridae, en la cual ellos registraron seis especies mientras que en este estudio se registraron cinco especies pero se registro a *R. naso* la cual no se registro en el estudio de Rex y colaboradores (2008).

Aun cuando los métodos acústicos presentan un poco de dificultad al trabajar con filostómidos, por la intensidad de las llamadas que producen (Kalko, 2004), en este estudio se registraron seis sonoespecies distintas; y en futuro para poder mejorar esto se puede acceder a nuevos detectores de ultrasonido especiales para filostómidos.

La cantidad de información que se obtiene con acústica lo hace un método que requiere menos tiempo de trabajo en el campo, ya que se puede compilar información durante toda la noche, con equipos de grabación remota, o de forma controlada para poder muestrear un solo ambiente o durante un solo periodo de tiempo; además una de las características que lo hacen muy útiles es que es un método poco invasivo; todas estas ventajas hacen de los métodos acústicos una importante metodología complementaria a los métodos tradicionales, pues en conjunto se logra un inventario más completo que cualquier metodología por sí sola.

Debido al sesgo que se presenta en los métodos de muestreo tradicionales, el conocimiento de la diversidad y estructura de las comunidades de murciélagos no filostómidos es limitada (Kalko, 1997), los métodos de muestreo acústicos constituyen una herramienta que no presenta este sesgo de muestreo, y que se ha visto contribuye al conocimiento de la diversidad de murciélagos principalmente insectívoros en estudios realizados en países como Bolivia, Brasil, Costa Rica, México, Panamá, Venezuela, Estados Unidos entre otros (e.g. Ochoa *et al.*,

2000; Siles *et al.*, 2005; Barnett *et al.*, 2006; Jung *et al.*, 2007). Las comunidades de murciélagos neotropicales están lejos de estar completamente entendidas y conocidas; el Ecuador es un país megadiverso, y los quirópteros constituyen el segundo grupo de mamíferos más diversos en cuanto a número de especies, son animales sumamente importantes por los roles ecológicos que cumplen en una comunidad, por lo que cualquier intento de conocer mejor la diversidad presente en nuestro país debe ser incentivada y llevada a cabo.

Es de suma importancia que al empezar a trabajar con metodologías de registro acústico se desarrolle en primer lugar una biblioteca de referencia, pues para poder estudiar a los murciélagos mediante su ecolocación es necesario primero entender la diversidad de llamadas que pueden presentar las especies (Miller, 2003), y tener el mayor grado de conocimiento de las llamadas especie-específicas para poder dar una identificación lo más confiable posible, además es necesario mejorar los métodos de reconocimiento de sonoespecies para no hacerlas únicamente mediante comparaciones bibliográficas sino también trabajar mediante esfuerzos colectivos con otros grupos de estudios acústicos para mantener bases de datos acústicas disponibles en línea; teniendo estos conocimientos como base se pueden hacer más estudios relacionados a la ecología de los murciélagos y usando especies de otras familias además de Phyllostomidae, con la cual se ha trabajado casi exclusivamente en los últimos años en nuestro país.

El trabajo con la gran diversidad de murciélagos que tenemos presentó dificultades al momento de la identificación de las especies, la falta de conocimiento de la verdadera diversidad y por lo tanto de la distribución de las especies hace difícil saber realmente que tanta diversidad tenemos en un lugar y que especies se encuentran o potencialmente podrían estar en el sitio de muestreo; pero así mismo el tener tanta diversidad de especies se refleja en

la diversidad de llamadas que se registró, lo cual facilitó un poco la separación inicial en sonotipos.

Se ha visto que familias como Vespertilionidae y Molossidae presentan problemas importantes al momento de llegar a una identificación hasta el nivel de especie (Miller, 2003); este no es el caso de las familias Emballonuridae, Noctilionidae y Mormoopidae, las cuales por presentar llamadas tan particulares dentro de la familia es relativamente fácil separarlas del resto de familias y dentro de cada familia cada especie tiene una llamada especie-específica bastante distintiva, lo cual ayuda mucho al momento de su identificación, además presentan menor número de especies que Vespertilionidae, Molossidae y Phyllostomidae por lo que se sabe mucho sobre las llamadas de ecolocación de la mayoría de especies y se tiene mucha información disponible para cada una de ellas. La familia Phyllostomidae también presentó problemas al momento de llegar a una identificación hasta el nivel de especies, las especies de esta familia tienen llamadas que son distintivas de la familia y son fácilmente reconocibles frente a otras familias, pero entre especies son muy parecidas lo que dificulta su identificación.

En el caso de las familias Vespertilionidae Phyllostomidae y Molossidae su gran diversidad de especies se ve reflejada en la gran diversidad de llamadas que se puede encontrar dentro de la familia lo que dificulta la identificación de sus llamadas, pues el problema es que las llamadas no son tan distintas unas de otras como en el caso de las llamadas de las otras familias, en el caso de la familia Phyllostomidae las especies presentan un patrón de llamadas muy similar entre sí con diferencias no tan obvias como en el caso de otras familias lo que dificulta su identificación más allá del nivel de familia; dentro de la familia Vespertilionidae las especies más problemáticas para su correcta identificación son las del género *Myotis* (Miller, 2003); esto se puede ver en los resultados de este estudio pues en las familias Vespertilionidae,

Phyllostomidae y Molossidae son las únicas en las cuales no se pudo llegar a determinar la especie de todas las sonoespecies, en el caso de los molósidos la dificultad de su reconocimiento es debido a la gran diversidad de sus llamadas y al gran repertorio que una solo especie puede presentar (e.g., Kössl *et al.*, 1999).

Con la implementación de la metodología de registro acústico para el estudio de murciélagos se abren puertas para un sin número de estudios de diversidad, ecología y comportamiento entre otros; ampliando las ramas de estudio de quirópteros en el Ecuador. Sería importante que esta constituya una metodología básica para el muestreo de murciélagos, pues es una metodología complementaria a los métodos tradicionales que aporta con gran cantidad de información.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los métodos de registro acústicos constituyen una herramienta muy útil para el estudio de murciélagos, es una metodología replicable, confiable y de la cual se obtienen resultados inmediatos, abundantes y útiles.

Es de suma importancia tener una biblioteca de referencia para poder tener una lista de las especies presentes en un lugar antes de iniciar estudios que requieran identificación hasta nivel de especie y de toda la fauna. Este es un trabajo constante y de continuo crecimiento, para lo cual se necesitan protocolos estandarizados.

Se deben implementar los métodos de registro acústico como una metodología complementaria de muestreo de murciélagos para lograr aumentar el conocimiento de la fauna de quirópteros presentes en el Ecuador.

Sería de gran utilidad para estudios futuros el contar con un equipo de detección acústica especializado para filostómidos, el cual presenta un micrófono externo con membrana más sensible lo que hace más probable obtener grabaciones de llamadas de baja intensidad que tengan una alta calidad.

Es importante la implementación de nuevas metodologías y el mejoramiento de metodologías tradicionales para ampliar nuestros conocimientos en especies de las cuales se tiene escasos estudios o se sabe muy poco de su biología, ecología, fisiología y anatomía.

7 LITERATURA CITADA

- Albuja, L. 1999. Murciélagos del Ecuador. Cicetronic Cia. Ltda. Offset. Quito 288pp.
- Ahlén I. y Baagoe, H.J. 1999. Use of ultrasound detectors for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys, and monitoring. *Acta Chiropterologica* 1(2):137-150.
- Baquero, L.E. 2003. Estructura y función de algunas vocalizaciones de *Thamnomanes caesius* (Thamnophilidae), líder de bandadas mixtas de sotobosque del bosque tropical, en el Parque Nacional Yasuní. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Baquero, M. 2006. Evolución del canto de anuncio en ranas del clado Tricolor (Anoura: Dendrobatidae). Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Barnett, A.A., Sampaio, E.M., Kalko, E.K.V., Shapley, R.L., Fischer, E., Camargo, G. y Rodríguez-Herrera, B. 2006. Bats of Jaú National Park, central amazônia, Brazil. *Acta Chiropterologica* 8(1):103–128.
- Biscardi, S., Orprecio, J., Fenton, M.B., Tsoar, A. y Ratcliffe, J.M. 2004. Data, sample sizes and statistics affect the recognition of species of bats by their echolocation calls. *Acta Chiropterologica*, 6(2):347–363.
- Braun, H., Chamorro_rengifo, J. y Morris, G.K. 2009. Curious katydids from the Andes of Colombia and Ecuador: three new species, a new genus and acoustic baffles. *Journal of Orthoptera Research* 18(2): 225-235.

- Brigham, R.M., Kalko E.K.V., Jones, G., Parsons, S. y Limpens, J.G. 2004. Bat echolocation research: tools, techniques and analysis. Bat Conservation International. Austin, Pp 107-113.
- Brown, P.E., Brown, T.W. y Grinnell, A.D. 1983. Echolocation, development, and vocal communication in the Lesser Bulldog Bat, *Noctilio albiventris*. Behavioral Ecology and Sociobiology 13(4):287-298.
- Campos, F. 1990. Preferencia de hábitat, aspectos reproductivos y comportamiento de canto determinantes en la territorialidad de *Callicebus torquatus* en la Amazonía Ecuatoriana. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Corben, C. 2001. Anabat technical notes and glossary (En línea). Anabat. [Fecha de acceso Enero 2001] <<http://users.lanminds.com/corben/index.htm>>
- Corcoran, A.J. 2007. Automated acoustic identification of nine bat species of the eastern United States. Dissertation of Master of Arts in Biology, Humboldt State University, Arcata, USA.
- Fenton, M.B. y Bell, G.P. 1981. Recognition of species of insectivorous bats by their echolocation. Journal of Mammalogy 62(2):233-243.
- Fenton, M.B. 2003. Eavesdropping on the echolocation and social calls of bats. Mammal Review 33 (3):193-204.
- Fenton, M. B., Bouchard, S., Vonhof, M.J. y Zigouris, J. 2001. Time-expansion and zero-crossing period meter systems present significantly different views of echolocation calls of bats. Journal of Mammalogy 82(3):721-727.
- Fenton, M.B., Rydell, J., Vonhof, M.J., Eklöf, J. y Lancaster, W.C. 1999. Constant-frequency and frequency-modulated components in the echolocation calls of three species of small bats (Emballonuridae, Thyropteridae, and Vespertilionidae) Journal of Zoology 77(12):1891-1900.

- Fenton, M.B., Rautenbach, I.L., Rydell, J., Arita, H.T., Ortega, J., Bouchard, S., Hovorka, L.B., Odgren, E., Portfors, C.V., Scully, W.M., Syme, D.M. y Vonhof, M.J. 1998. Emergence, echolocation, diet and foraging behavior of *Molossus ater* (Chiroptera: Molossidae). *Biotropica* 30(2):314-320.
- Flaquer, C., Torre, I. y Arrizabalaga, A. 2007. Comparison of sampling methods for inventory of bat communities. *Journal of Mammology* 88(2):526-533.
- Guayasamín-Ernst, J.M. 2000. Partición acústica en una comunidad de ranas del género *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) en un bosque nublado del occidente del Ecuador. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Jennings, N.V., Parsons, S., Barlow, K.E. y Gannon, M.R. 2004. Echolocation calls and wing morphology of bats from the West Indies. *Acta Chiropterologica* 6(1):75-90.
- Jones, G. 1999. Scaling of echolocation call parameters in bats. *The Journal of Experimental Biology* 202(23):3359-3367.
- Jung, K., Kalko, E.K.V. y von Helversen, O. 2007. Echolocation calls in Central American emballonurid bats: signal design and call frequency alternation. *Journal of Zoology* 272(2):125-137.
- Kalko, E.K.V. 1995a. Insect pursuit, prey capture and echolocation in pipistrelle bats (Microchiroptera). *Animal Behavior* 50(4):861-880.
- Kalko, E.K.V. 1995b. Echolocation signal design, foraging habitats and guild structure in six Neotropical sheath-tailed bats (Emballonuridae). En: *Ecology, evolution and behavior of bats* (P.A. Rancey y S.M. Swift, eds). Claredon Press, Oxford, United Kingdom, Pp 259-273.

- Kalko, E. K. V. 2004. Neotropical leaf-nosed bats (Phyllostomidae): 'whispering' bats or candidates for acoustic surveys? En: Bat echolocation research: tools, techniques, and analysis (Brigham, R.M., Kalko, E.K.V., Jones, G., Parsons, S. y Limpens, H.J.G.A., eds) Bat Conservation International, Austin, Pp 63-69.
- Kalko, E.K.V. 2001. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant Ecology* 153(1-2):319-333.
- Kalko, E.K.V., Schnitzler, H-U., Kaipf, I. y Grinnell. A.D. 1998. Echolocation and foraging behavior of the Lesser Bulldog Bat, *Noctilio albiventris*: Preadaptations for Piscivory?. Source: *Behavioral Ecology and Sociobiology* 42(5):305-319.
- Kazial, K.A., Burnett, S.C. y Masters, W.M. Individual and group variation in echolocation calls of big brown bats, *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Mammalogy* 82(2):339-351.
- Korine, C. y Kalko, E.K.V. 2005. Fruit detection and discrimination by small fruit-eating bats (Phyllostomidae): echolocation call design and olfaction. *Journal of Behavioral Ecology and Sociobiology* 59(1):12-23.
- Kössl, M., Mora, E. y Vater, M. 1999. Two-toned echolocation calls from *Molossus molossus* in Cuba. *Journal of Mammalogy* 80(3):929-932.
- Macías, S., Mora, E.C. y García, A. 2006. Acoustic identification of mormoopid bats: a survey during the evening exodus. *Journal of Mammalogy* 87(2):324-330.

- MacSwiney, M.G., 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(5):1364-1371.
- Miller, B.W. 2003. Community ecology of the non-phylostomid bats of northwestern Belize, with a landscape level assessment of the bats of Belize. Dissertation of Doctor of Philosophy by Research, University of Kent Durrell Institute of Conservation and Ecology, Canterbury.
- Mora, E.C., Macías, S., Vater, M., Coro, F. y Kössl, M. 2004. Specializations for aerial hawking in the echolocation system of *Molossus molossus* (Molossidae, Chiroptera). *Journal of Comparative Physiology* 190(7):561-574.
- Moreno, C.E. y Halffter, G. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37(1):149-158.
- Moss, C.F. 2001. Auditory scene analysis by echolocation in bats. *Journal of the Acoustical Society of America* 110(4):2207-2226.
- Ochoa, J., O'Farrell, M.J. y Miller, B.W. 2000. Contribution of acoustic methods to the study of insectivorous bat diversity in protected areas from northern Venezuela. *Acta Chiropterologica* 2(2):171-183.
- O'Farrell, M.J. y Gannon, W.L. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. *Journal of Mammalogy* 80(1):24-30.
- O'Farrell, M.J. y Miller, B.W. 1997. A new examination of echolocation calls of some Neotropical bats (Emballonuridae and Mormoopidae). *Journal of Mammalogy* 78 (3):954-963.
- O'Farrell, M.J. y Miller, B.W. 1999. Use of vocal signatures for the inventory of free-flying Neotropical bats. *Biotropica* 3(31):507-516.

- O'Farrell, M.J., Miller, B.W. y Gannon, W.L., 1999. Qualitative identification of free-flying bats using the Anabat detector. *Journal of Mammalogy* 80(1):11-23.
- Obrist, M.K. 1995. Flexible bat echolocation: the influence of individual, habitat and conspecifics on sonar signal design. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 36(3):207-219.
- Parsons, S. 1998. The effect of recording situation on the echolocation calls of the New Zealand lesser short-tailed bat (*Mystacina tuberculata* Gray). *New Zealand Journal of Zoology* 25(2):147-156.
- Parsons, S., Jones, G. 2000. Acoustic identification of twelve species of echolocating bats by discriminant function analysis and artificial neural networks. *The Journal of Experimental Biology* 203(17):2641-2656.
- Reid, F.A., Engstrom, M.D. y Lim, B.K. 2000. Noteworthy records of bats from Ecuador. *Acta Chiropterologica* 2(1):37-51.
- Rex, K., Helm, D.H., Wiesner, K., Kunz, T.H. y Voigt, C.C. 2008. Species richness and structure of three Neotropical bat assemblages. *Biological Journal of the Linnean Society* 94(3):617-629.
- Rivera-Parra, J.L. 2007. Implicaciones evolutivas de las vocalizaciones de tres especies de halcones de bosque: *Herpetotheres cachinnans*, *Micrastur semitorquatus* y *Micrastur buckleyi* en la Amazonía Ecuatoriana. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Rydell, J., Arita, H.T., Santos, M. y Granados, J. 2002. Acoustic identification of insectivorous bats (order Chiroptera) of Yucatan, Mexico. *Journal of Zoological Society of London* 257(1):27-36.

- Schnitzler, H-U. y Kalko, E.K.V. 1998. How echolocating bats search and find food. En: *Bat Biology and Conservation*. (Kunz, T.H. y Racey, P.A., eds) Smithsonian Institution Press, Washington, Pp 183-196.
- Schnitzler, H-U. y Kalko, E.K.V. 2001. Echolocation by insect-eating bats. *BioScience* 51 (7):557-569.
- Siles, L., Peñaranda, D., Pérez-Zubieta, J.C. y Barboza, K. 2005. Los murciélagos de la ciudad de Cochabamba. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 18(1):51-64.
- Sherwin, R., Gannon, W. y Haymond, S. 2000. The efficacy of acoustic techniques to infer differential use of habitat by bats. *Acta Chiropterologica* 2(2):145-153.
- Surlyke, A. y Kalko, E.K.V. 2008. Echolocating bats cry out loud to detect their prey. *Plos One* 3(4):1-10.
- Szewczak, J.M. 2004. Advanced analysis techniques for identifying bat species. En: *Bat echolocation research: tools, techniques, and analysis* (Brigham, R.M., Kalko, E.K.V., Jones, G., Parsons, S. y Limpens, H.J.G.A., eds). Bat Conservation International, Austin, Pp 121-127.
- Thies, W., Kalko, E.K.V. y Schnitzler, H-U. 1998. The role of echolocation and olfaction in two Neotropical fruit-eating bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea*, feeding on *Piper*. *Journal of Behavior Ecology and Sociobiology* 42(6):397-409.
- Tirira, D. 2007. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 6. Quito 576pp.
- Tirira, D. 2010-2011. Lista de especies actualizada de mamíferos del Ecuador. Versión 2011.1. (En línea) Fundación Mamíferos y Conservación y Editorial Murciélago Blanco. [Fecha de acceso Abril 2011] <www.mamiferosdelecuador.com>

Turbaro, P. 1999. Bioacústica aplicada a la sistemática, conservación y manejo de poblaciones naturales de aves. *Etología* 7(1): 19-32.

Weilgart, L. y Whitehead, H. 1997. Group-specific dialects and geographical variation in coda repertoire in south pacific sperm whales. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 40(5): 277-285.

8 FIGURAS

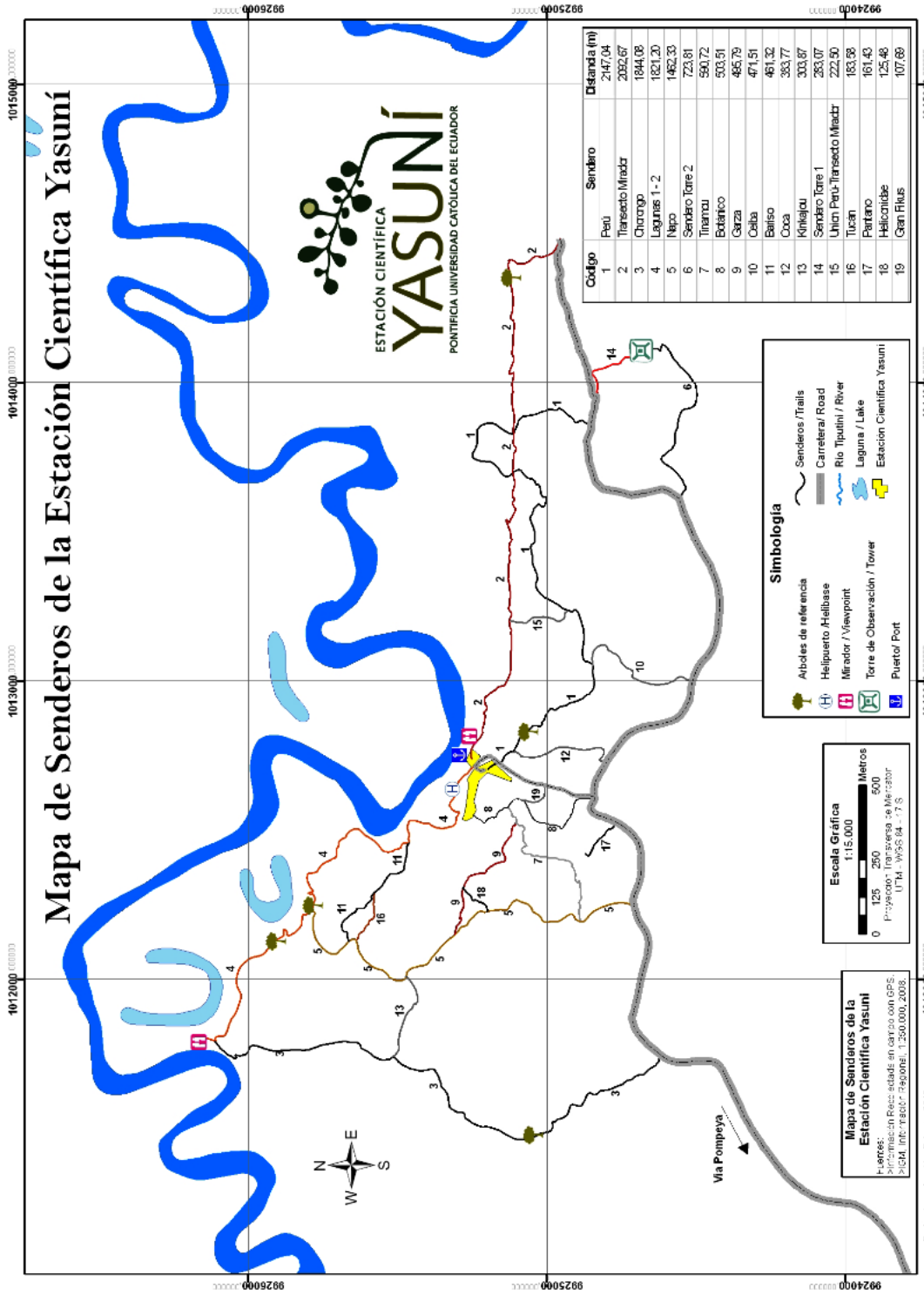


Figura 2. Mapa de senderos de la Estación Científica Yasuní (Jarrín, 2011)

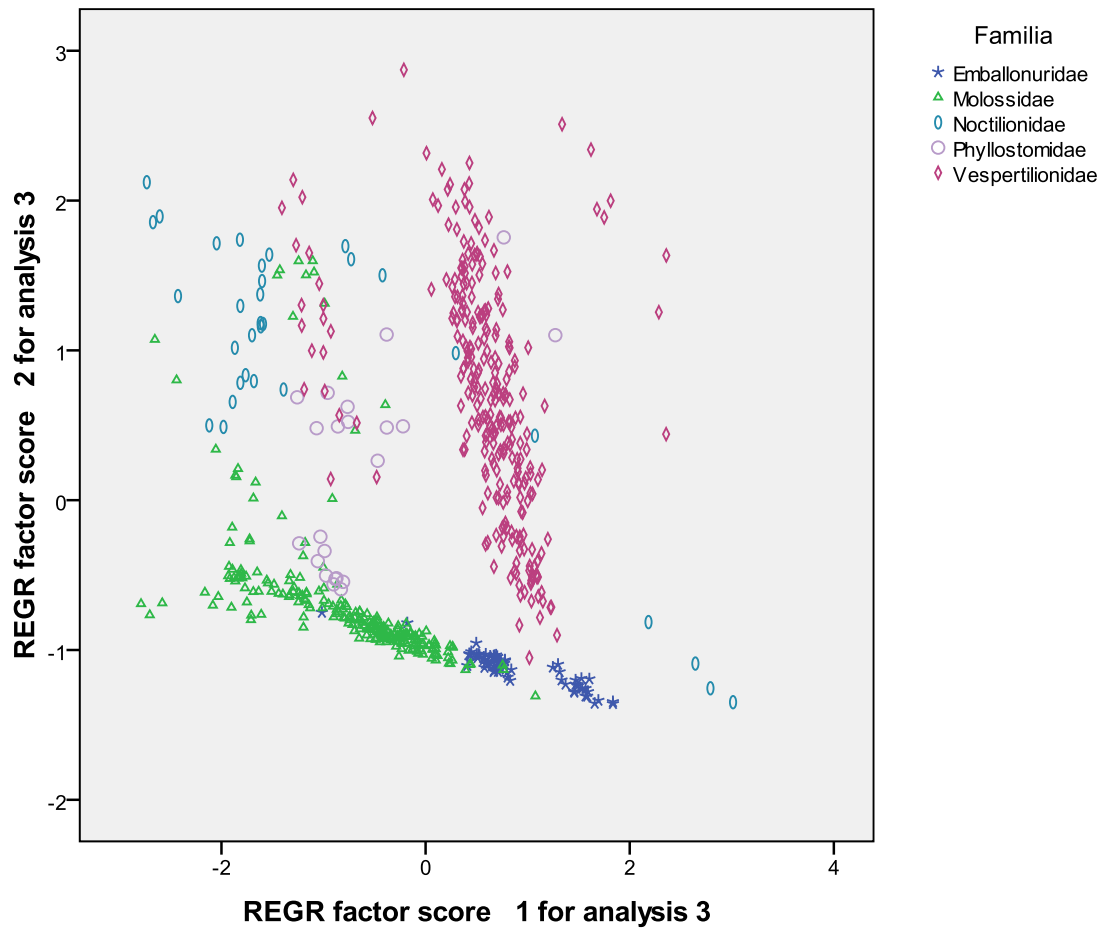


Figura 3. Análisis de Componentes Principales realizado con todas las llamadas de murciélagos de vuelo libre

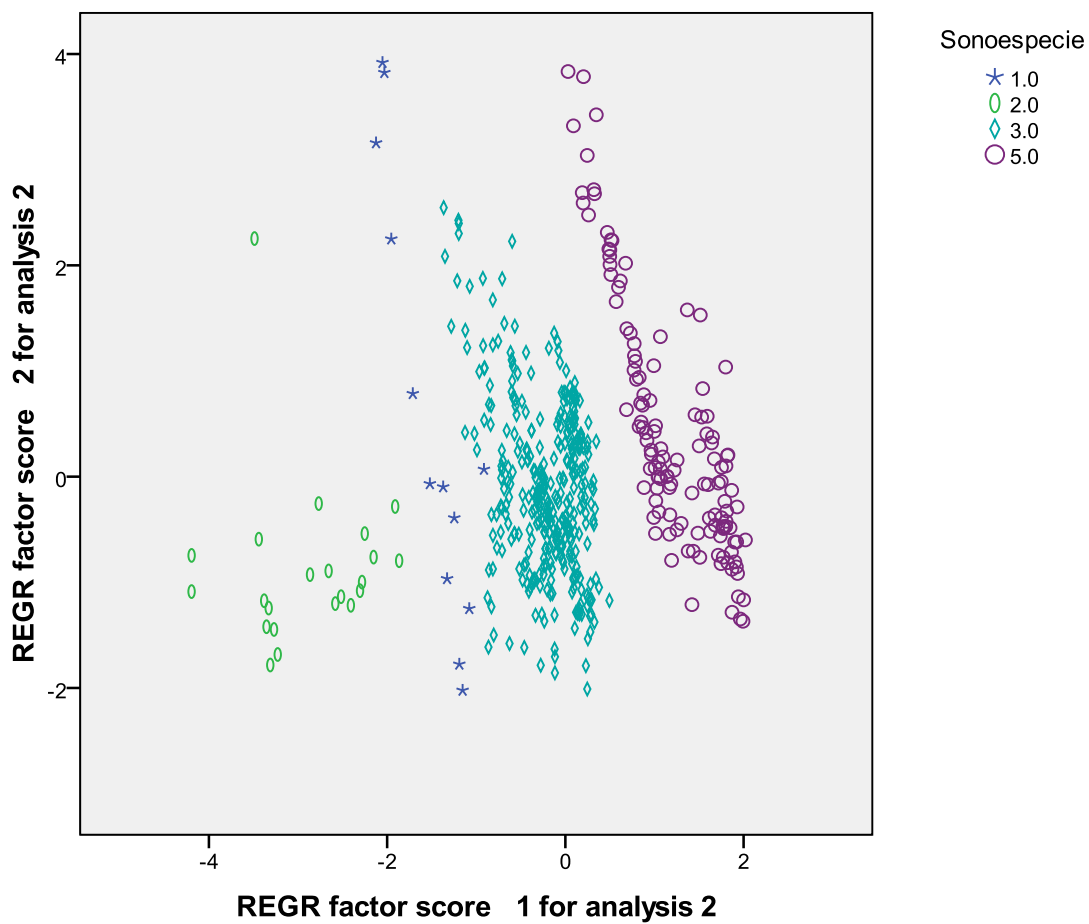


Figura 4. Análisis de Componentes Principales realizado con las cuatro especies de la familia Emballonuridae. Las especies están representadas por números: (1) *Peropteryx macrotis*, (2) *Cormura brevirostris*, (3) *Saccopteryx bilineata* y (5) *Saccopteryx leptura*.

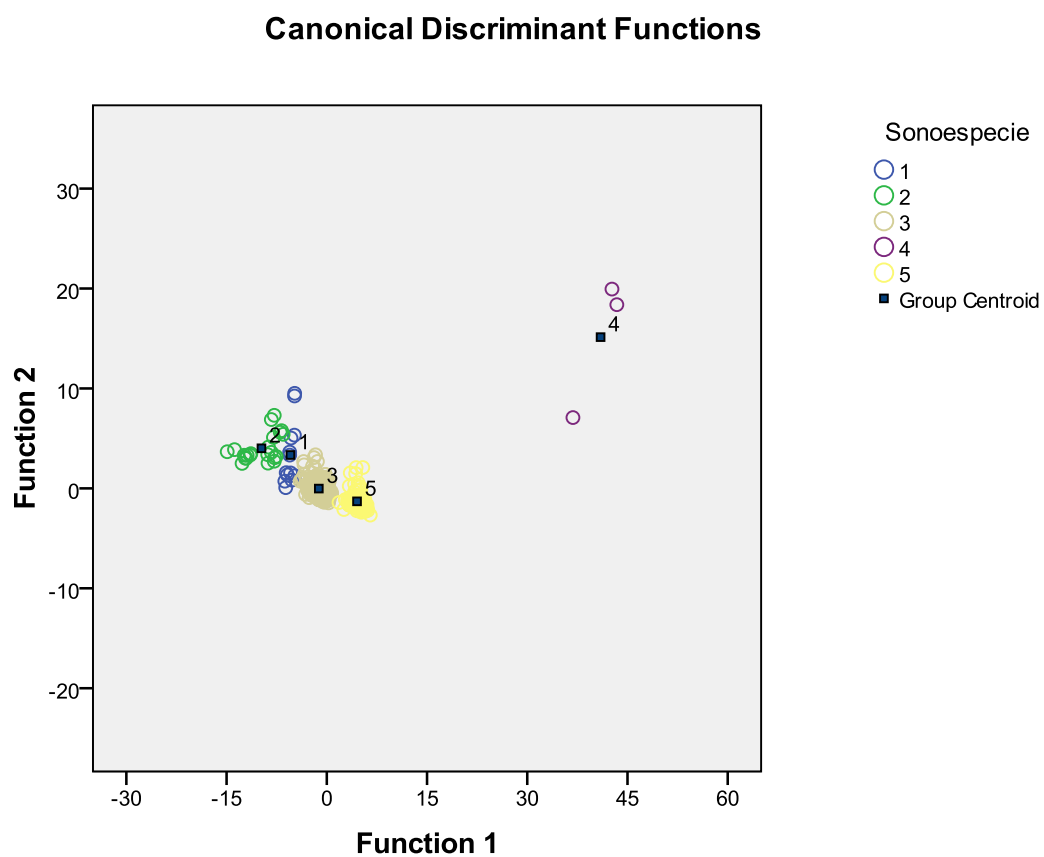


Figura 5. Análisis Discriminante realizado con las cinco especies de la familia Emballonuridae. Las especies están representadas por números: (1) *Peropteryx macrotis*, (2) *Cormura brevirostris*, (3) *Saccopteryx bilineata*, (4) *Rhynchonyctis naso* y (5) *Saccopteryx leptura*.

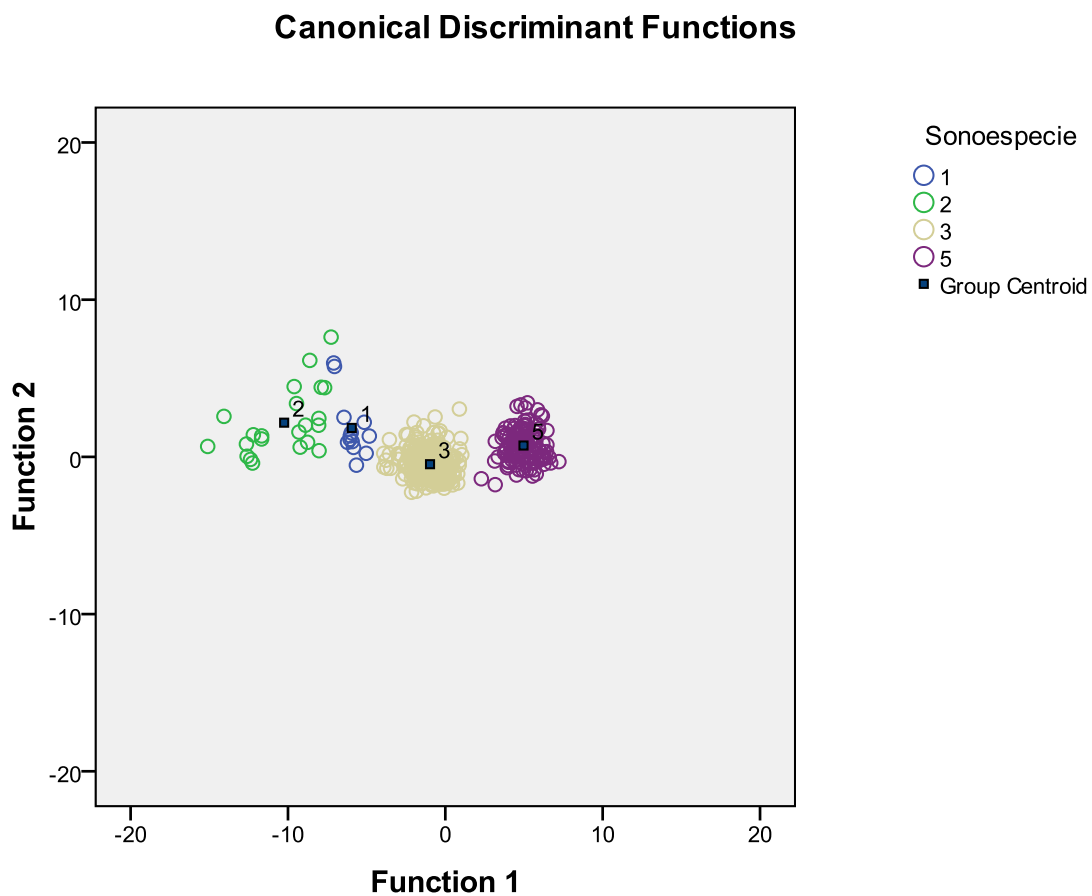


Figura 6. Análisis Discriminante realizado con cuatro especies de la familia Emballonuridae. Las especies están representadas por números: (1) *Peropteryx macrotis*, (2) *Cormura brevirostris*, (3) *Saccopteryx bilineata*, y (5) *Saccopteryx leptura*.

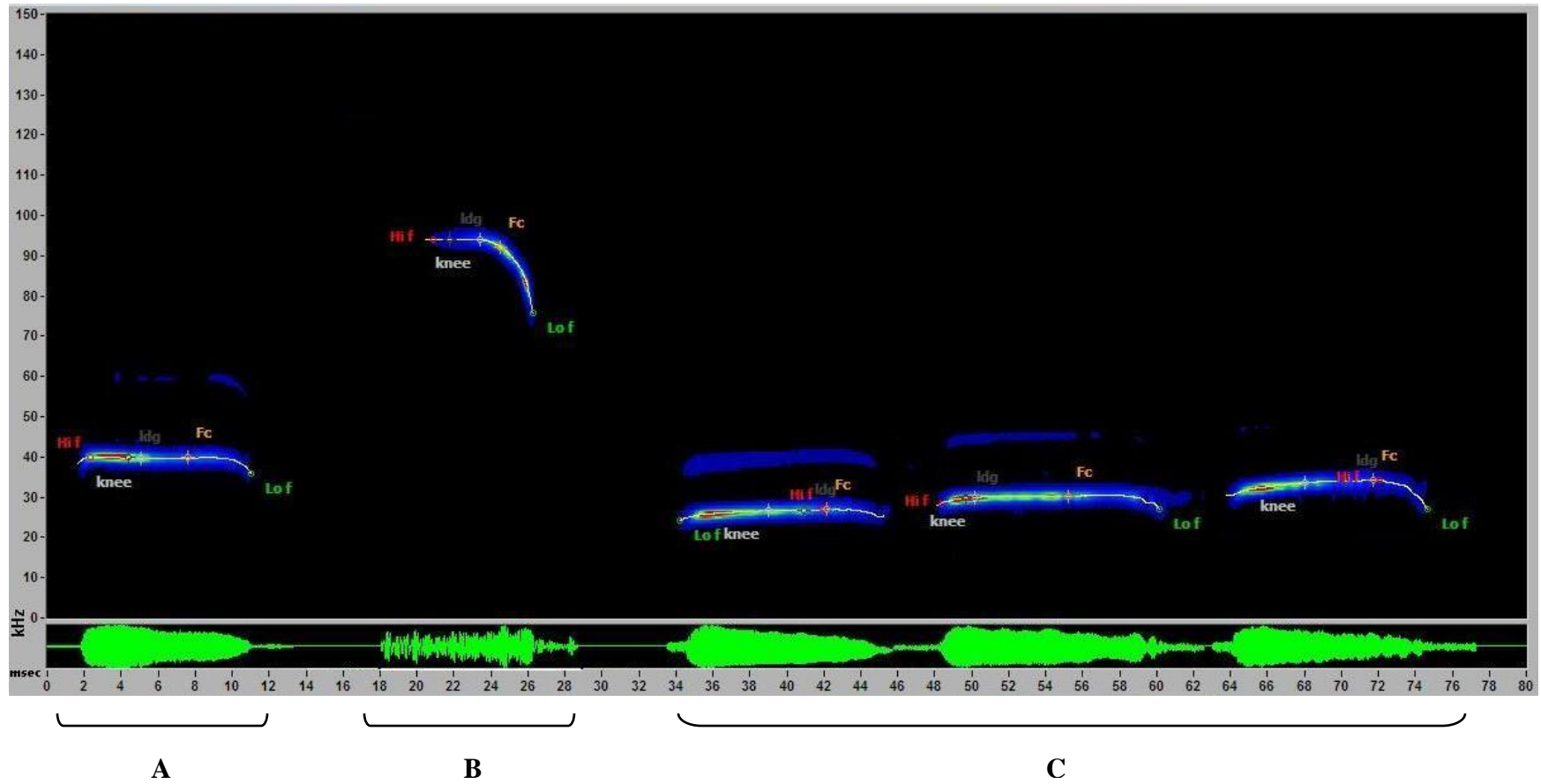


Figura 7. Sonograma correspondiente a tres especies de la familia Emballonuridae (A) *Peropteryx macrotis*, (B) *Rhynchonycteris naso* y (C) *Cormura brevirostris*; tiempo (milisegundos) frecuencia (kilohertzios).

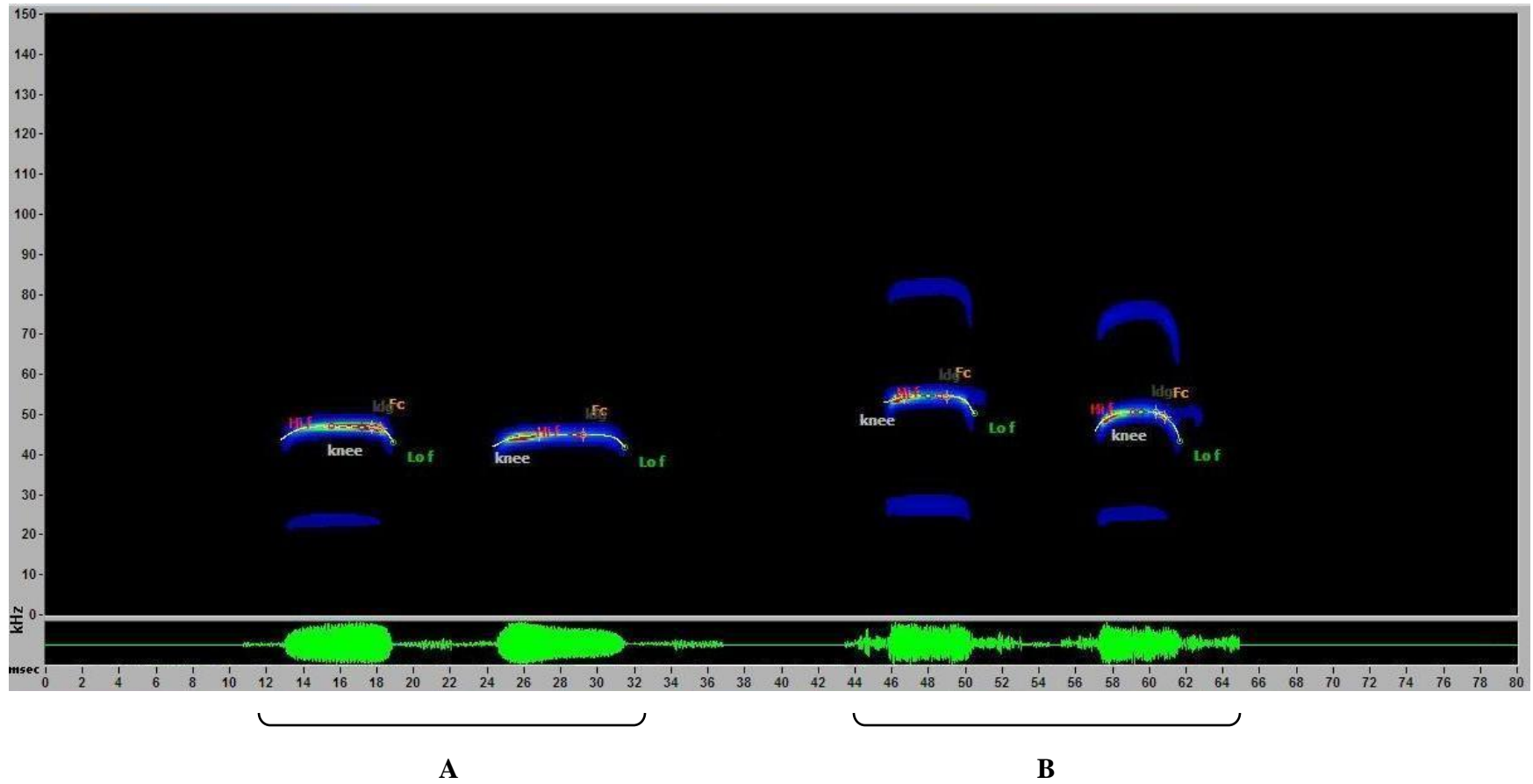


Figura 8. Sonograma correspondiente a dos especies de la familia Emballonuridae, se presentan tanto los pulsos bajos como altos de cada especie (A) *Saccopteryx bilineata* y (B) *Saccopteryx leptura*; tiempo (milisegundos) frecuencia (kilohertzios).

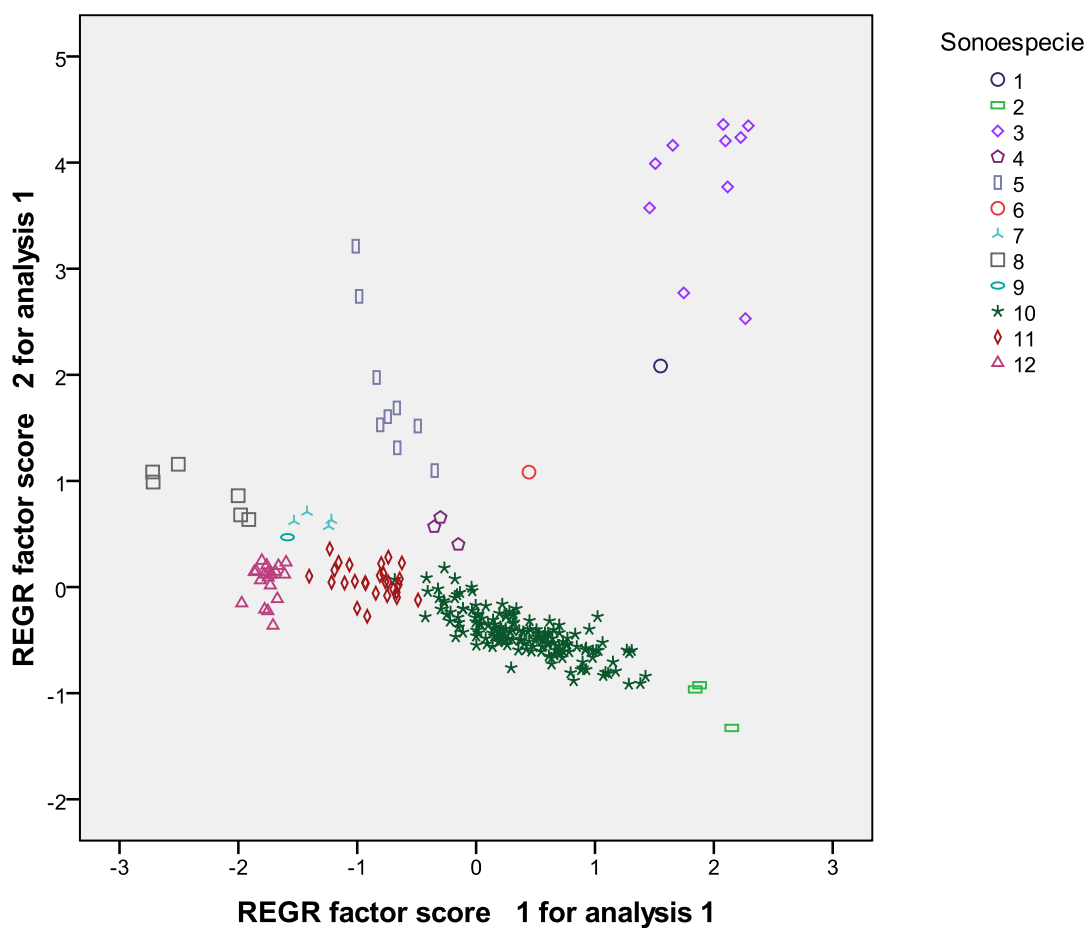


Figura 9. Análisis de Componentes Principales realizado con las doce sonoespecies de la familia Molossidae. Las especies están representadas por número: (1) Sonoespecie uno, (2) Sonoespecie dos, (3) Sonoespecie tres, (4) Sonoespecie cuatro, (5) Sonoespecie cinco, (6) Sonoespecie seis, (7) Sonoespecie siete, (8) *Promops centralis*, (9) Sonoespecie nueve, (10) *Molossus molossus*, (11) Sonoespecie once y (12) *M. rufus*.

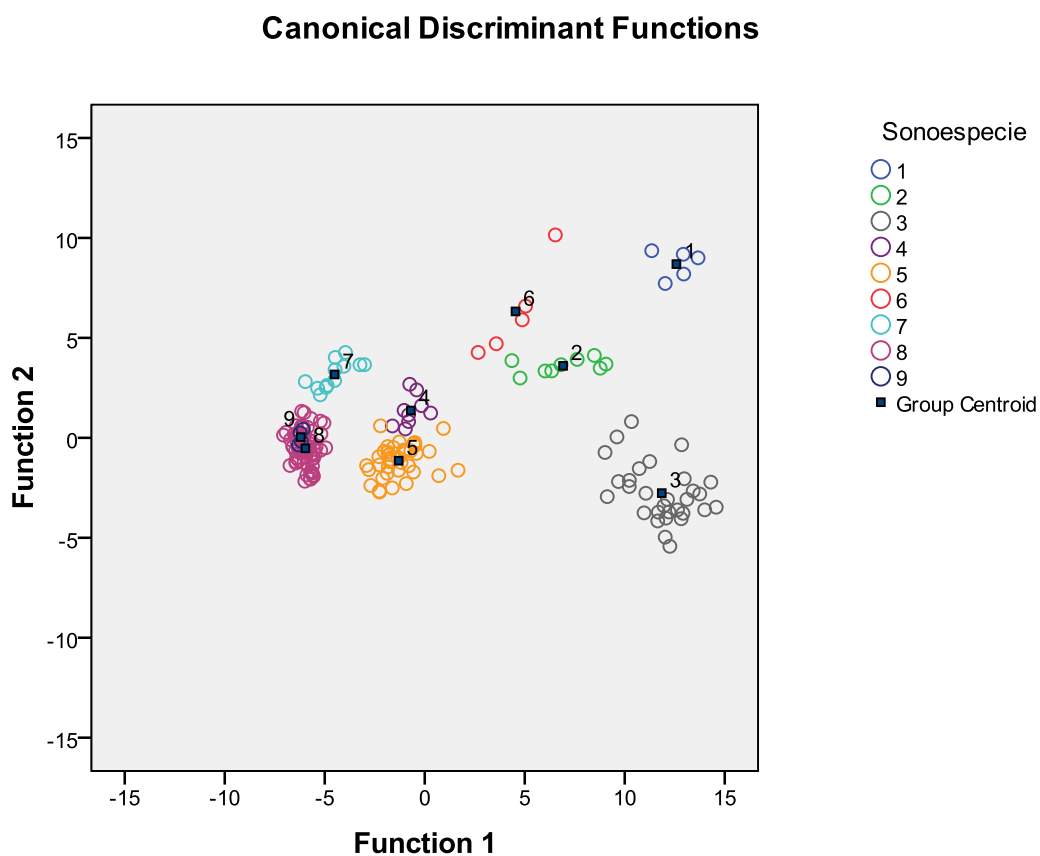


Figura 10. Análisis Discriminante realizado con las primeras nueve sonoespecies de la familia Molossidae. Las especies están representadas por número: (1) Sonespecie uno, (2) Sonespecie dos, (3) Sonespecie tres, (4) Sonespecie cuatro, (5) Sonespecie cinco, (6) Sonespecie seis, (7) Sonespecie siete, (8) *Promops centralis* y (9) Sonespecie nueve.

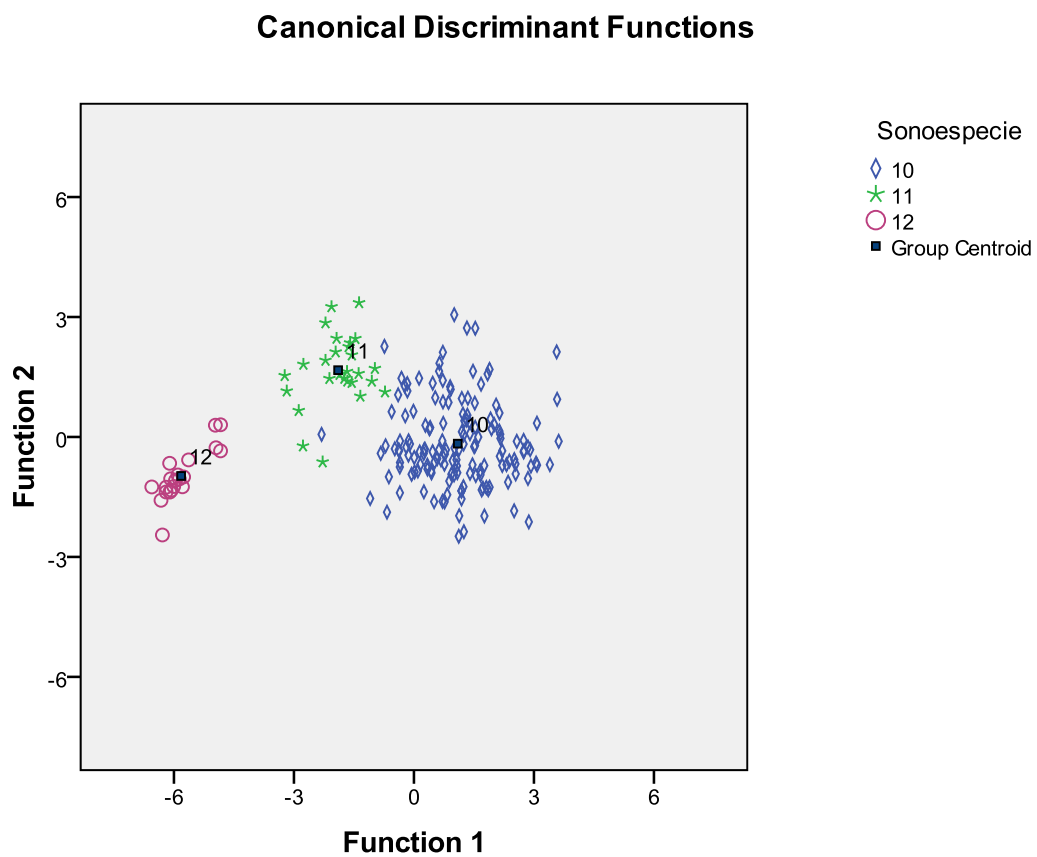


Figura 11. Análisis Discriminante realizado con las tres últimas sonespecies de la familia Molossidae. Las especies están representadas por número: (10) *Molossus molossus*, (11) Sonespecie once y (12) *M. rufus*.

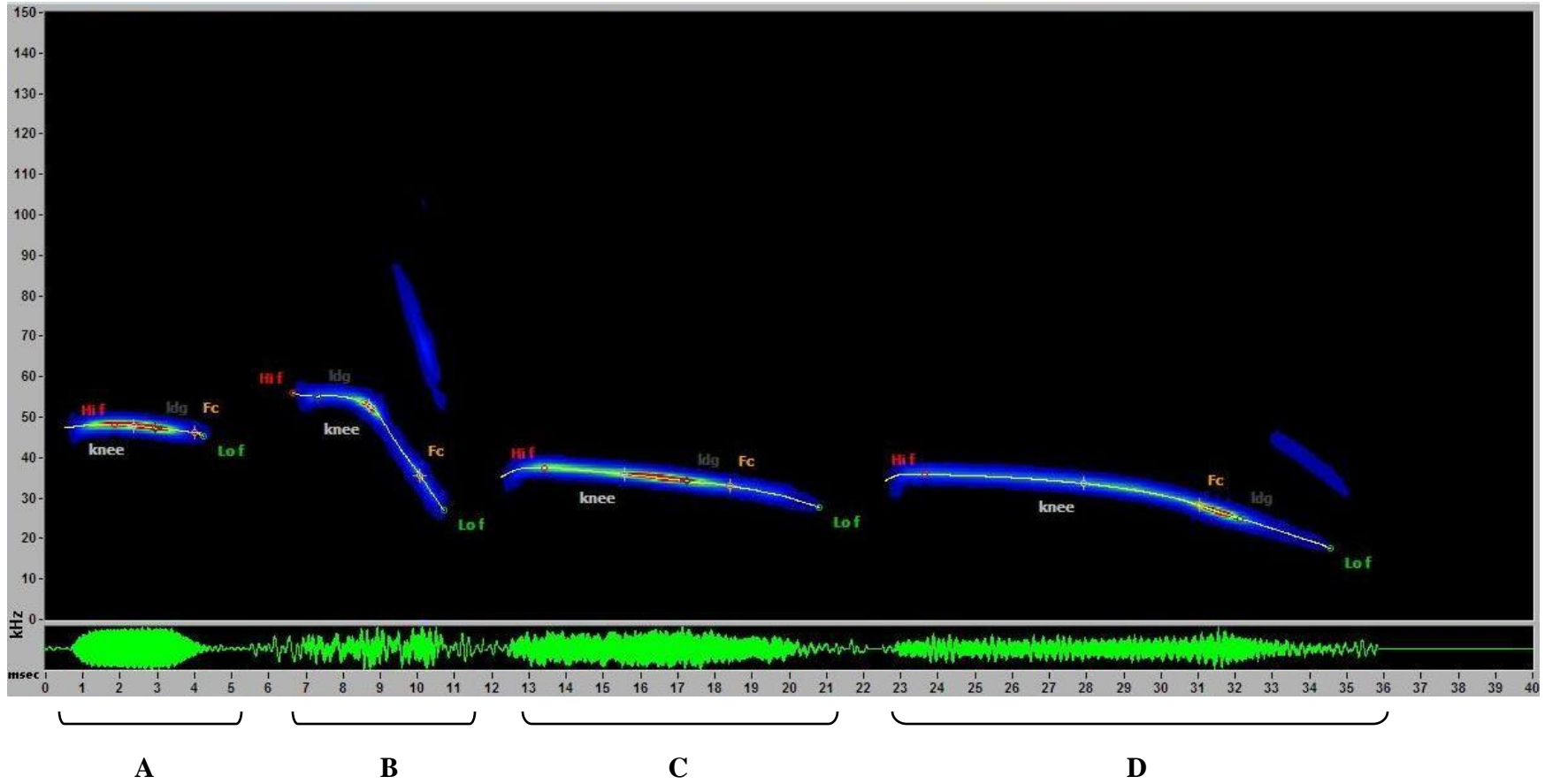


Figura 12. Sonograma correspondiente a cuatro sonoespecies de la familia Molossidae, (A) Sonoespecie dos, (B) Sonoespecie tres, (C) Sonoespecie cuatro y (D) Sonoespecie cinco; tiempo (milisegundos) frecuencia (kilohertzios).

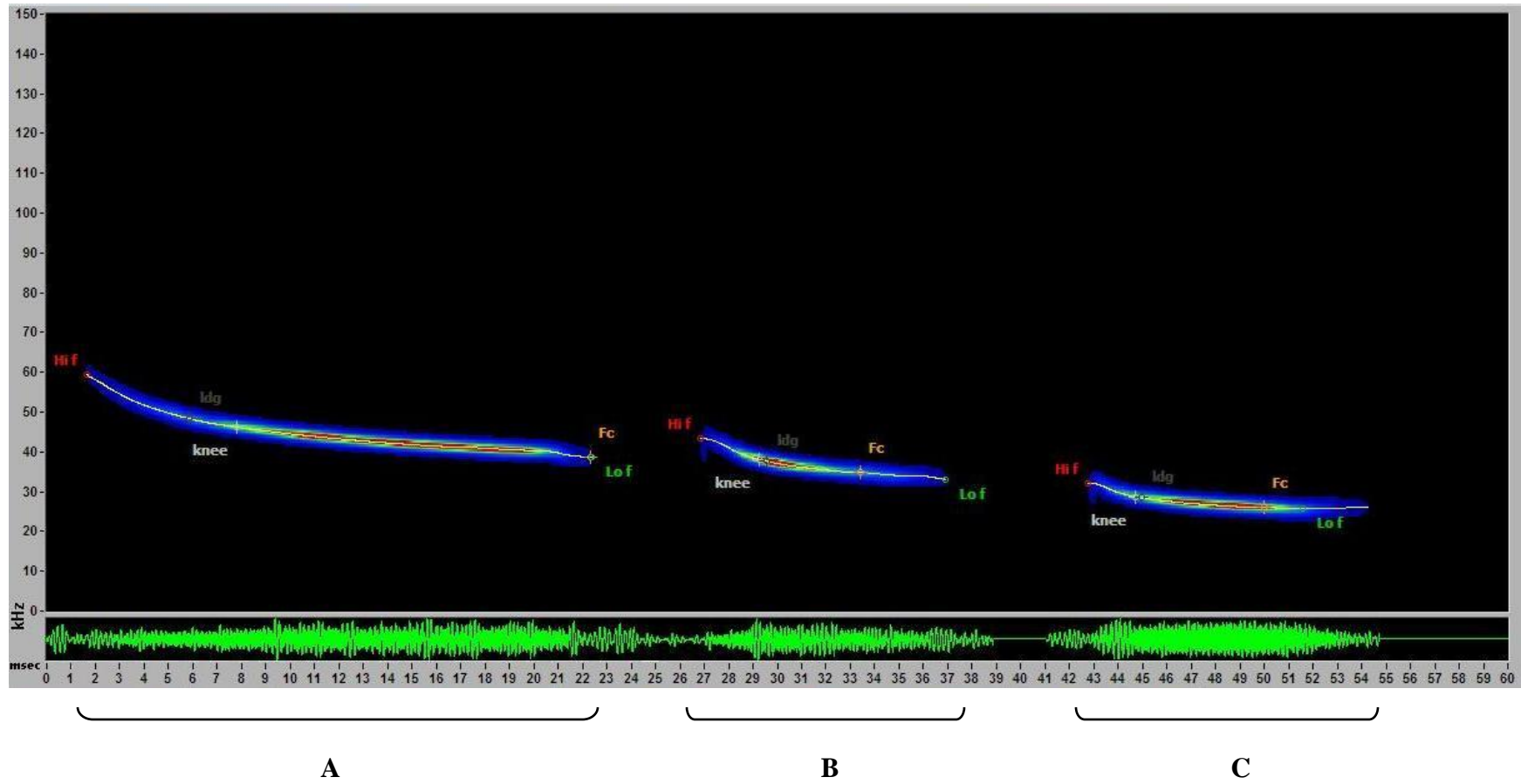


Figura 13. Sonograma correspondiente a tres sonoespecies de la familia Molossidae, (A) Sonoespecie uno, (B) Sonoespecie seis y (C) Sonoespecie siete; tiempo (milisegundos) frecuencia (kilohertzios).

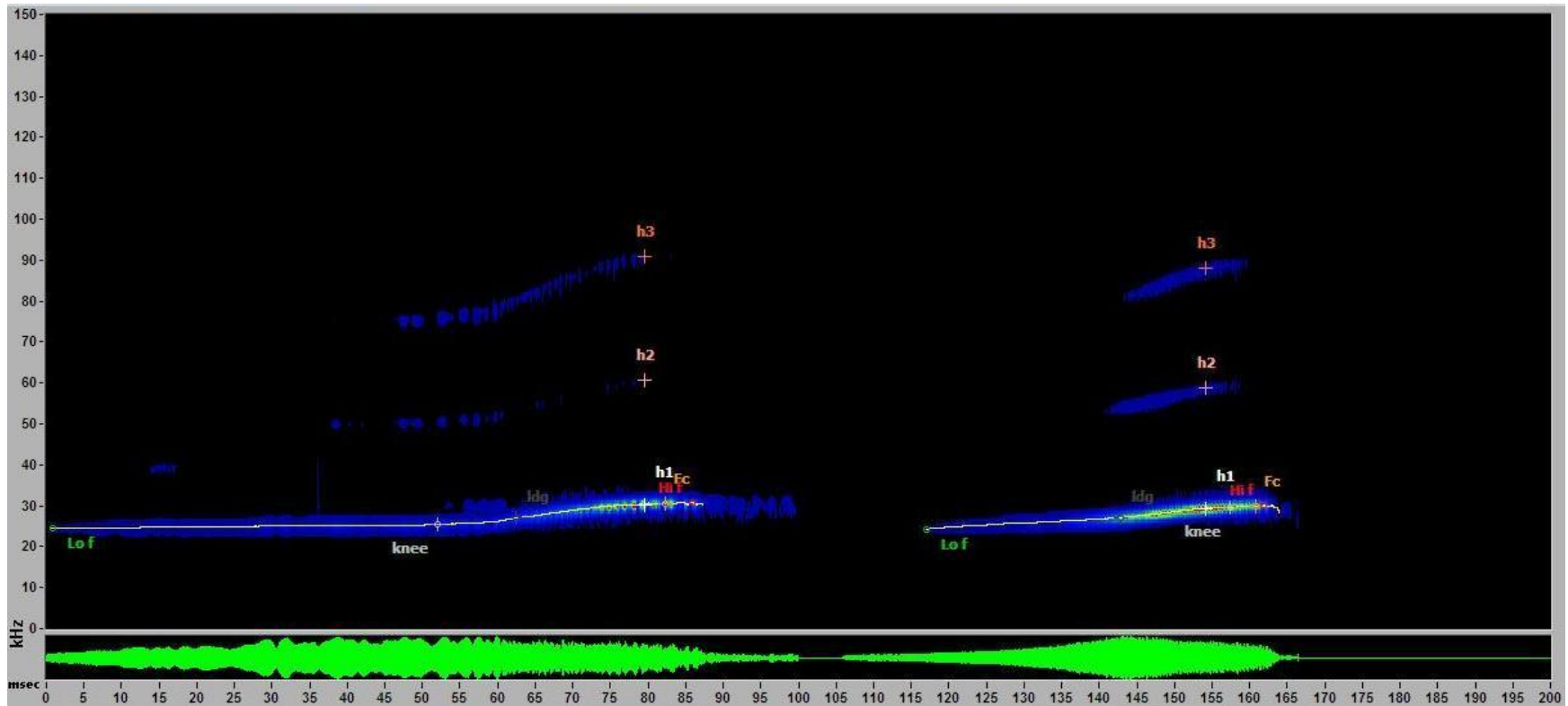


Figura 14. Sonograma correspondiente a una sonoespecie de la familia Molossidae, *Promops centralis*, se presentan tanto los pulsos de larga duración como los de corta duración; tiempo (milisegundos) frecuencia (kilohertzios).

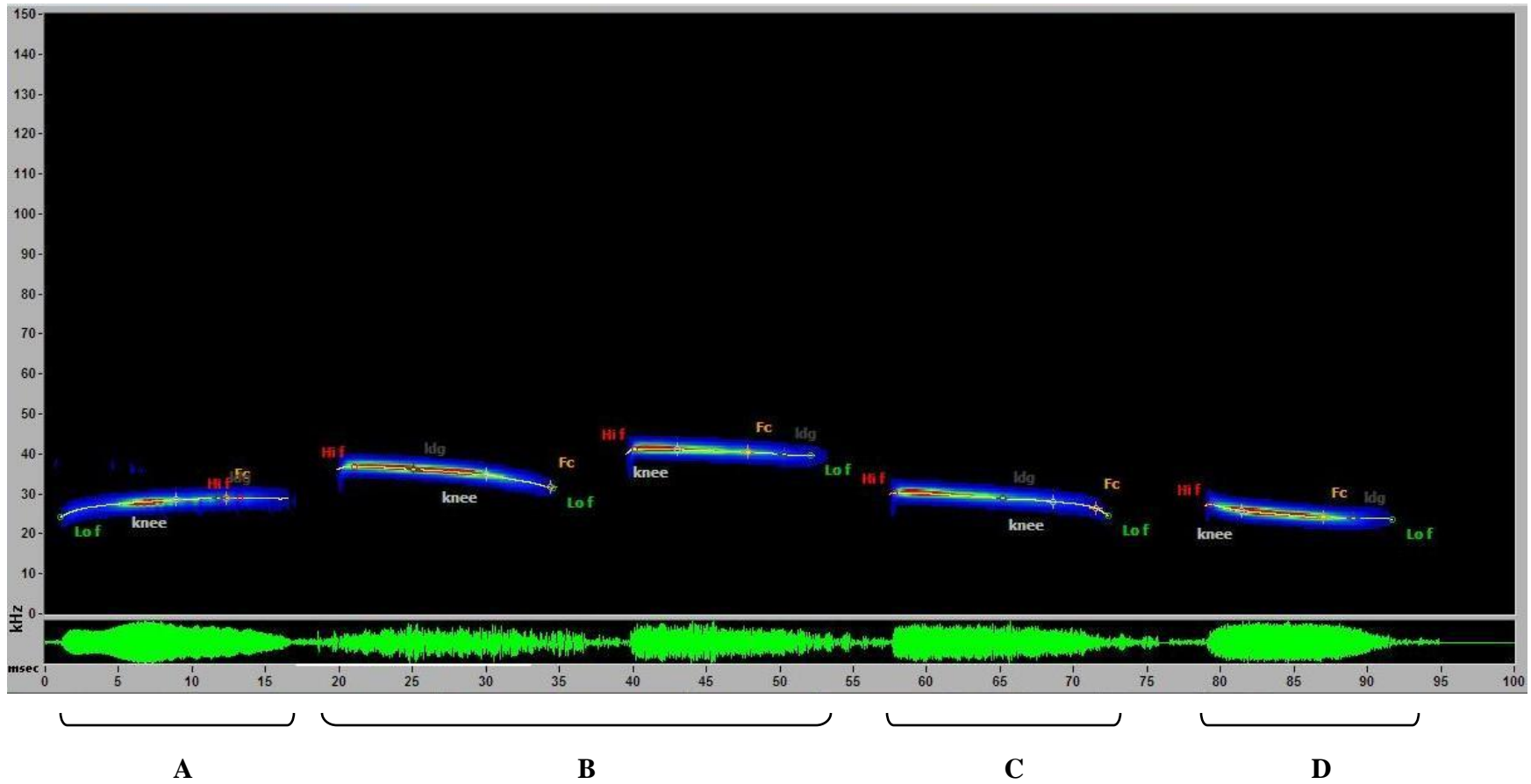


Figura 15. Sonograma correspondiente a cuatro sonoespecies de la familia Molossidae, (A) Sonoespecie nueva, (B) *Molossus molossus* se presenta variación encontrada de los pulsos, (C) Sonoespecie once y (D) *M. rufus*; tiempo (milisegundos) frecuencia (kilohertzios).

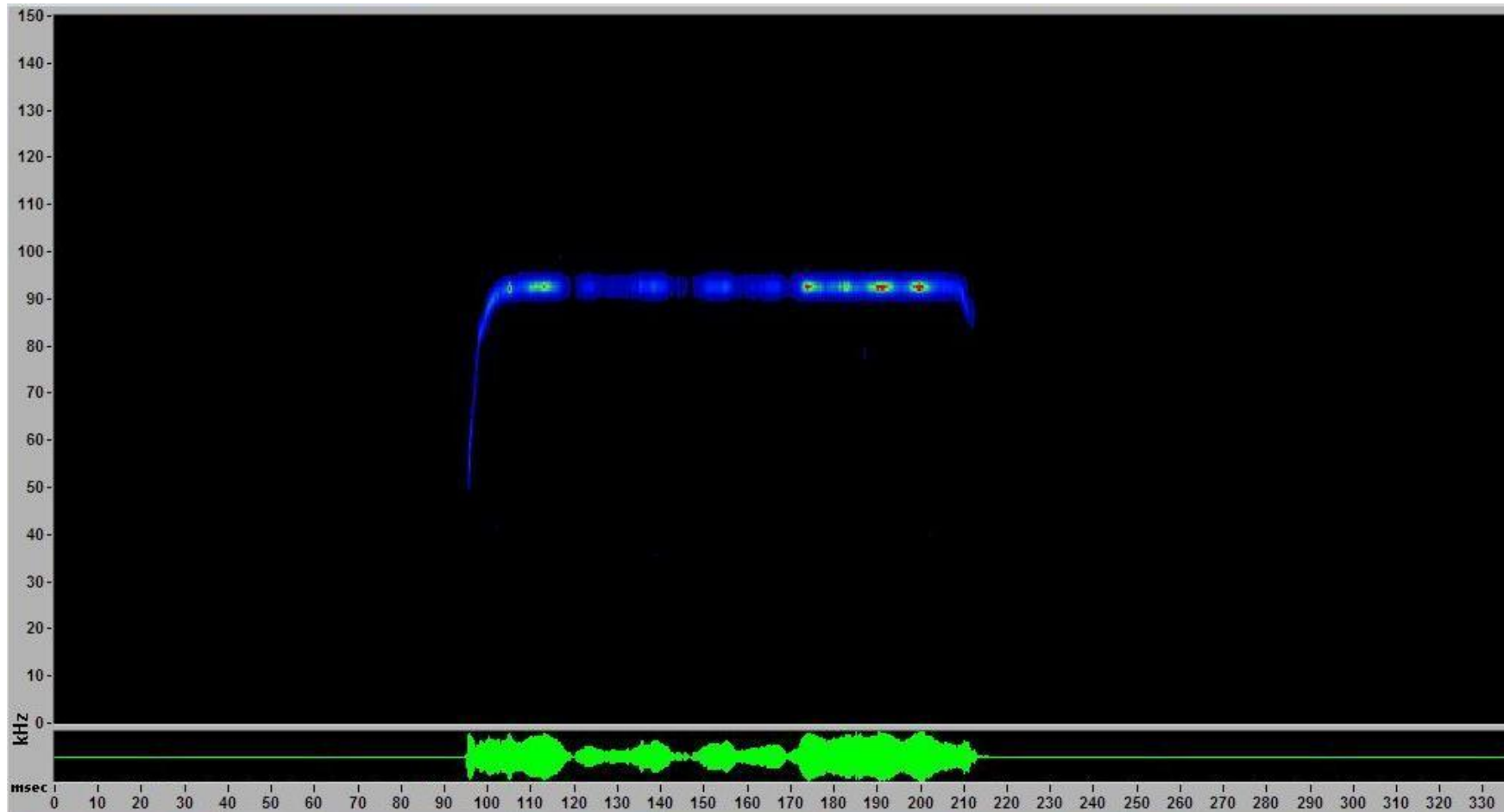


Figura 16. Sonograma correspondiente a una especie de la familia Mormoopidae, *Pteronotus parnellii*; tiempo (milisegundos) frecuencia (kilohertzios).

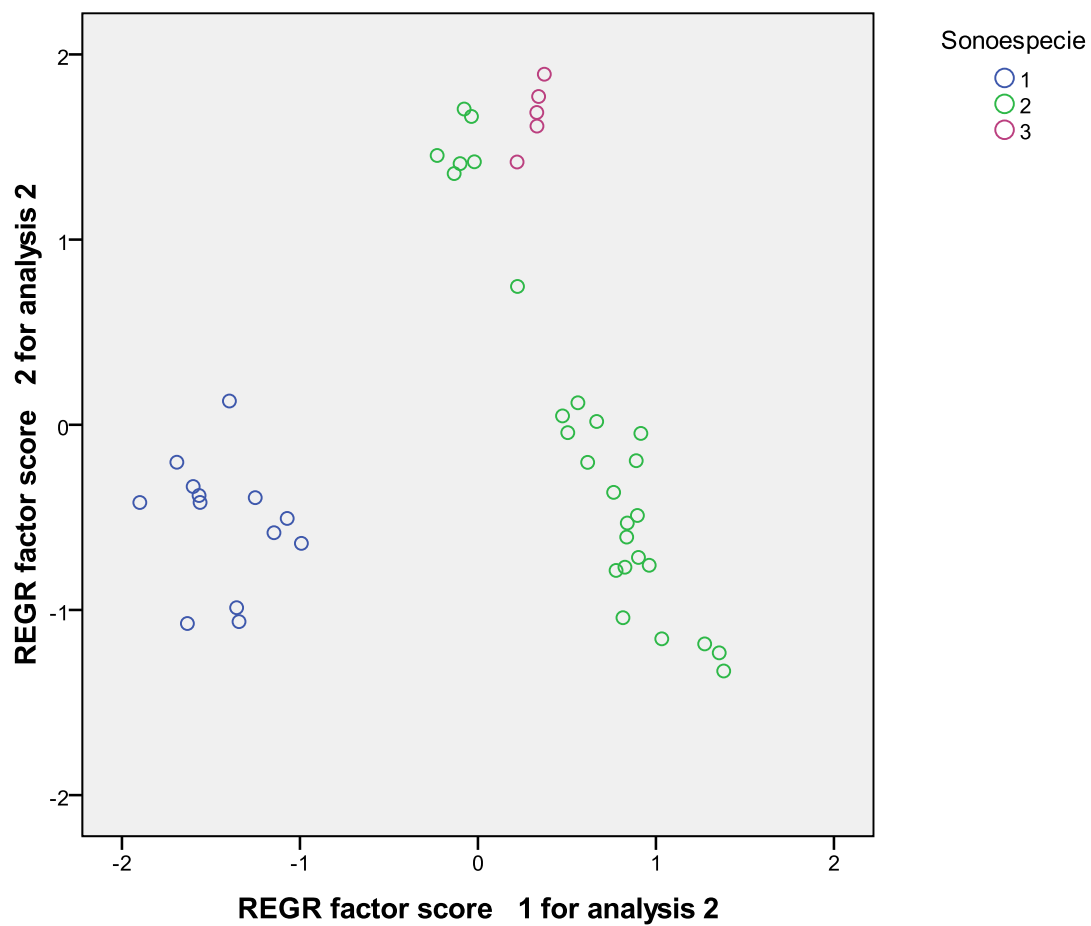


Figura 17. Análisis de Componentes Principales realizado con las dos especies de la familia Noctilionidae. Las especies están representadas por números: (1) *Noctilio leporinus*, (2) *Noctilio albiventris* (llamada *QCF-FM*) y (3) *Noctilio albiventris* (llamada *QCF*).

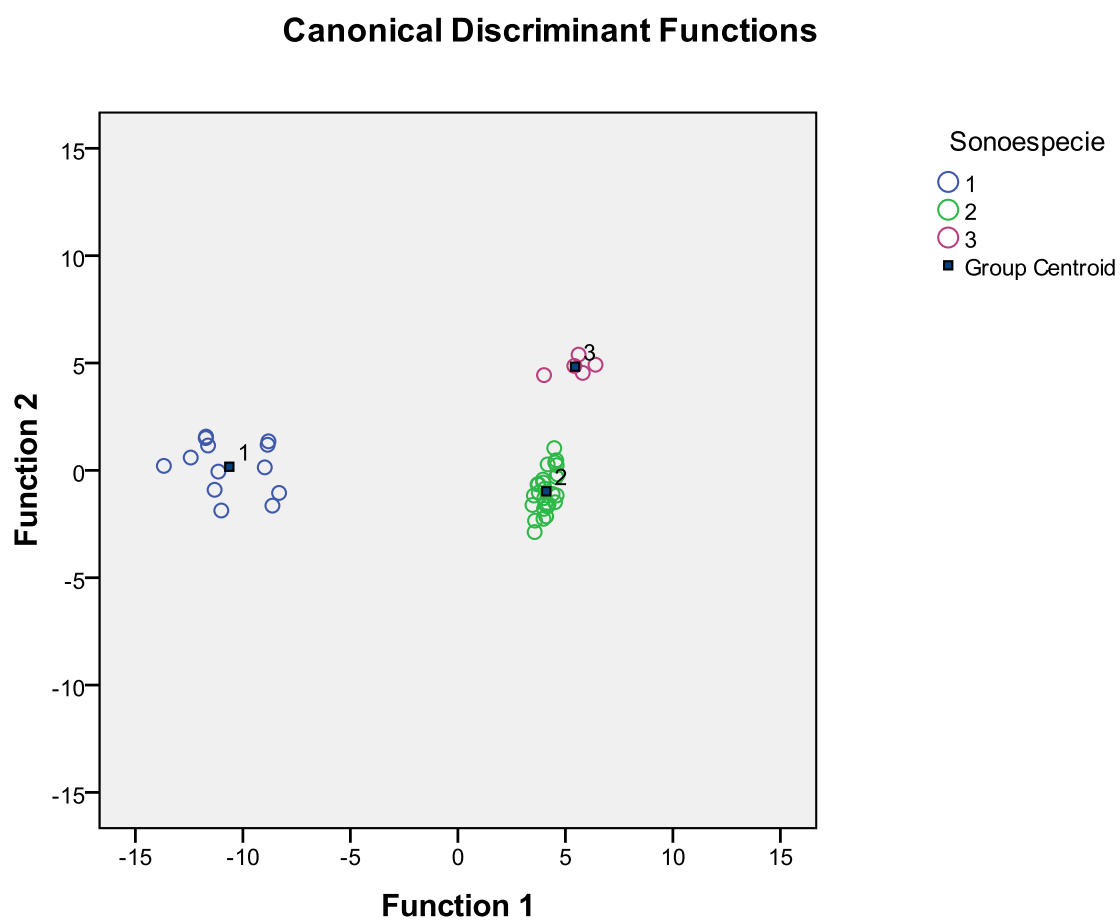


Figura 18. Análisis Discriminante realizado con las dos especies de la familia Noctilionidae. Las especies están representadas por números siendo (1) *Noctilio leporinus*, (2) *Noctilio albiventris* (llamada *QCF-FM*) y (3) *Noctilio albiventris* (llamada *QCF*).

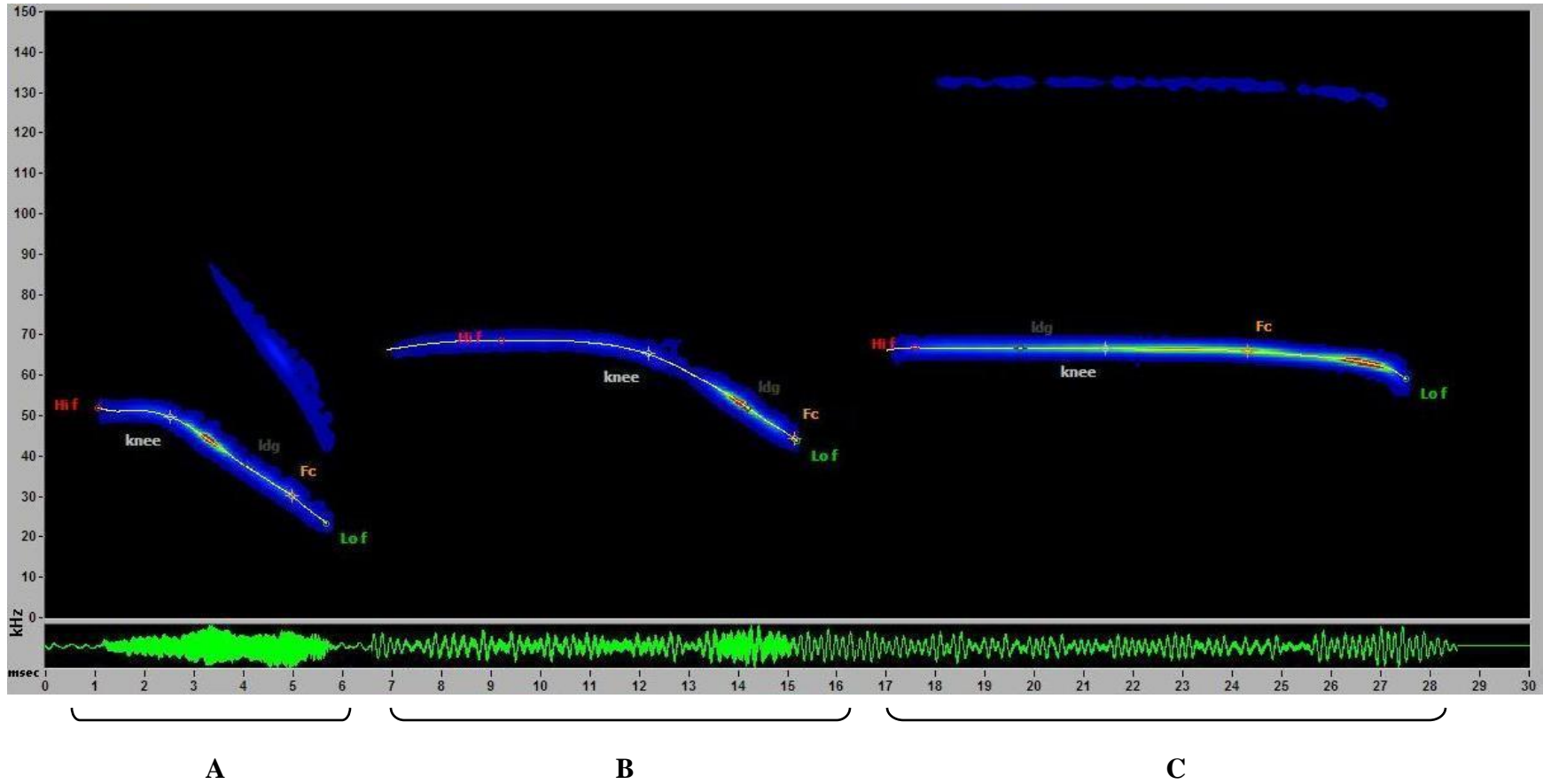


Figura 19. Sonograma correspondiente a dos especies de la familia Noctilionidae, (A) *Noctilio leporinus*, (B) *Noctilio albiventris* (llamada CF-FM) y (C) *Noctilio albiventris* (llamada CF); tiempo (milisegundos) frecuencia (kilohertzios).

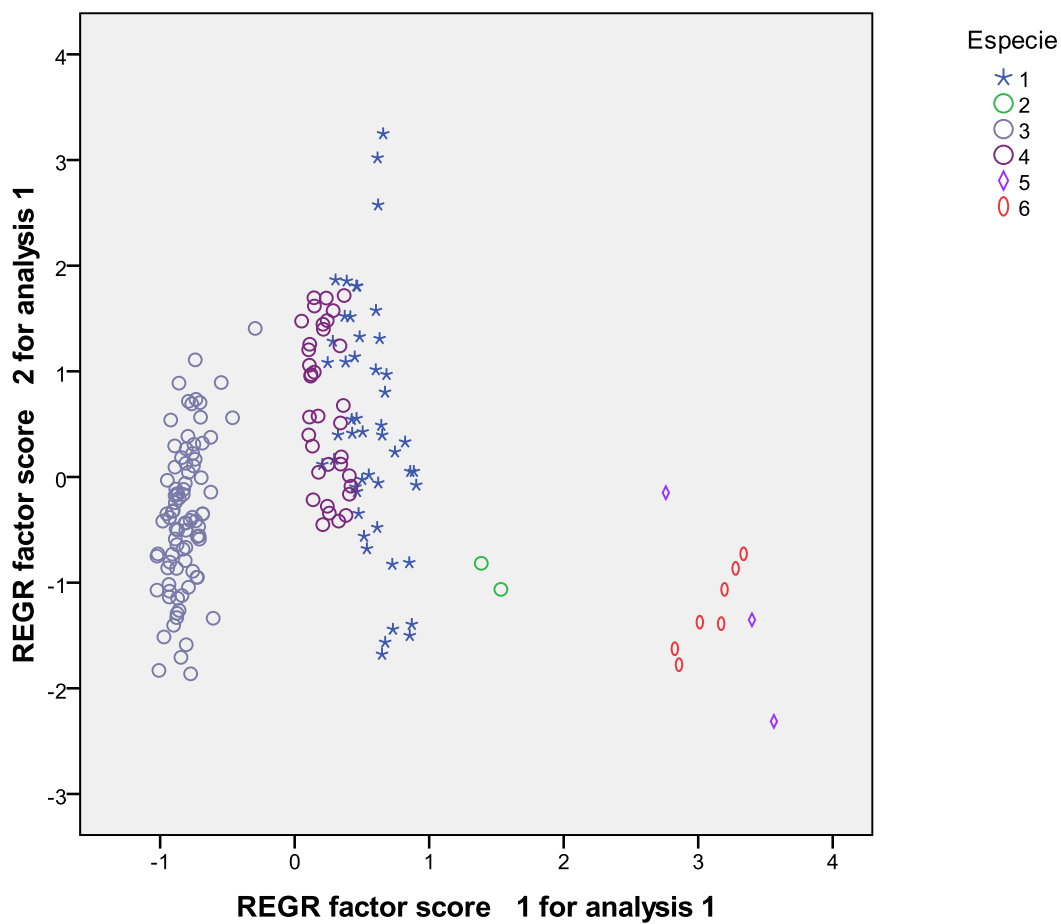


Figura 20. Análisis de Componentes Principales realizado con las seis sonoespecies de la familia Phyllostomidae. Cada sonoespecie está representada por su correspondiente número.

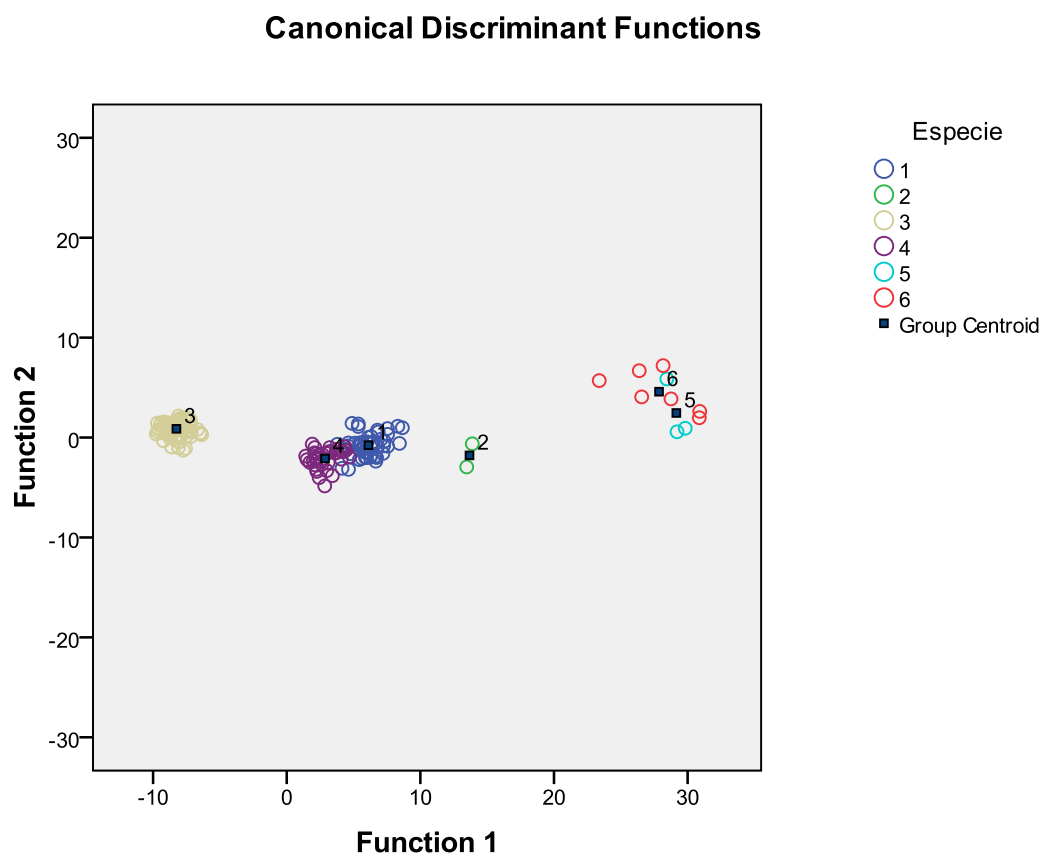


Figura 21. Análisis Discriminante realizado con las seis sonoespecies, de la familia Phyllostomidae. Cada sonoespecie está representada por su correspondiente número.

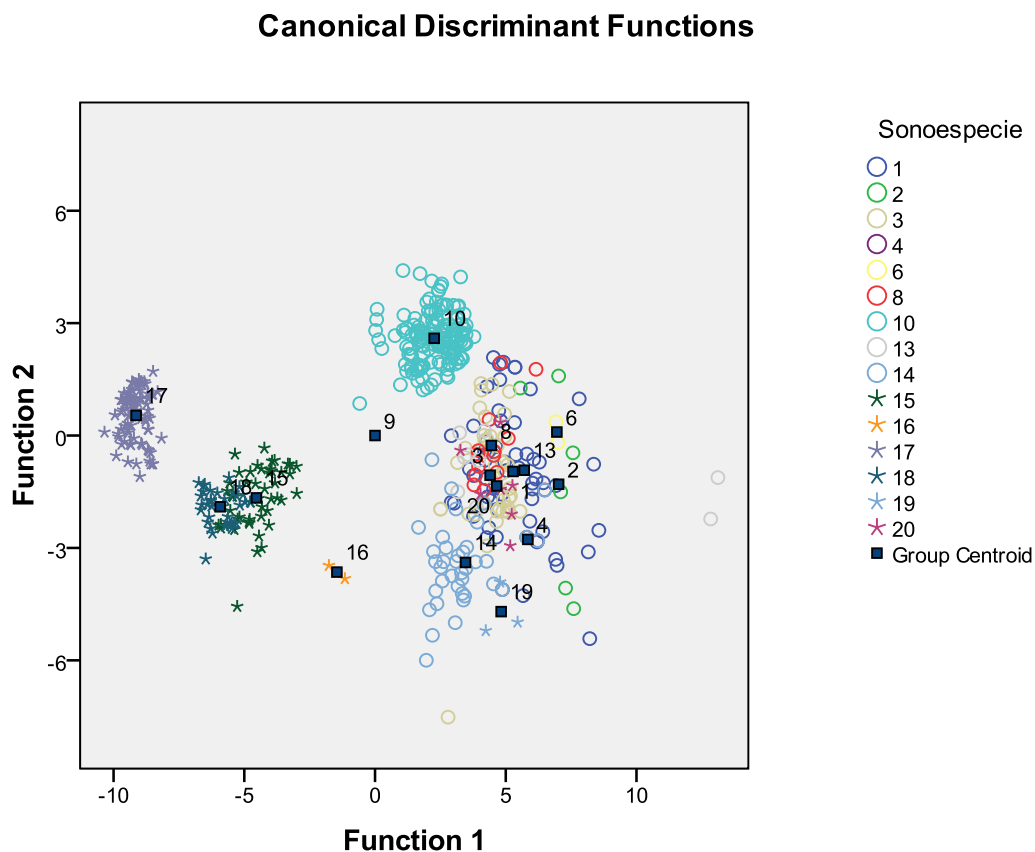


Figura 22. Análisis Discriminante realizado con las medidas de los armónicos bajos de nueve de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina y las seis sonoespecies registradas con métodos acústicos. Las especies están representadas por número: (1) *Artibeus lituratus*, (2) *A. obscurus*, (3) *A. planirostris*, (4) *Carollia brevicauda*, (6) *C. perspicillata*, (8) *Lophostoma silvicolum*, (10) *Phyllostomus elongatus*, (13) *Tonatia saurophila*, (14) *Trachops cirrhosus*, (15) Sonoespecie uno, (16) Sonoespecie dos (17) Sonoespecie tres, (18) Sonoespecie cuatro, (19) Sonoespecie cinco y (20) Sonoespecie seis.

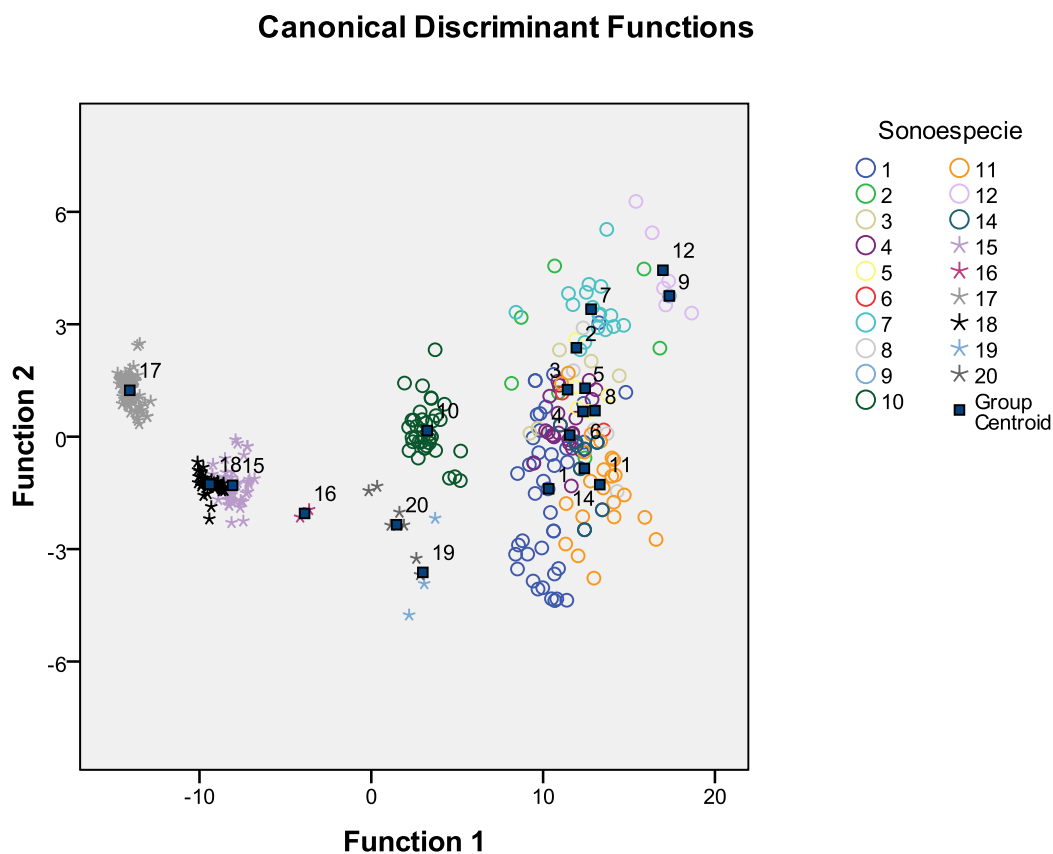


Figura 23. Análisis Discriminante realizado con las medidas de los armónicos altos de 13 de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina y las seis sonoespecies registradas con métodos acústicos. Las especies están representadas por número: (1) *Artibeus lituratus*, (2) *A. obscurus*, (3) *A. planirostris*, (4) *Carollia brevicauda*, (5) *C. castanea*, (6) *C. perspicillata*, (7) *Lonchophylla thomasi*, (8) *Lophostoma silvicolum*, (9) *Mesophylla macconelli*, (10) *Phyllostomus elongatus*, (11) *Sturnira lilium*, (12) *Thyroptera tricolor* y (14) *Trachops cirrhosus*, (15) Sonoespecie uno, (16) Sonoespecie dos (17) Sonoespecie tres, (18) Sonoespecie cuatro, (19) Sonoespecie cinco y (20) Sonoespecie seis.

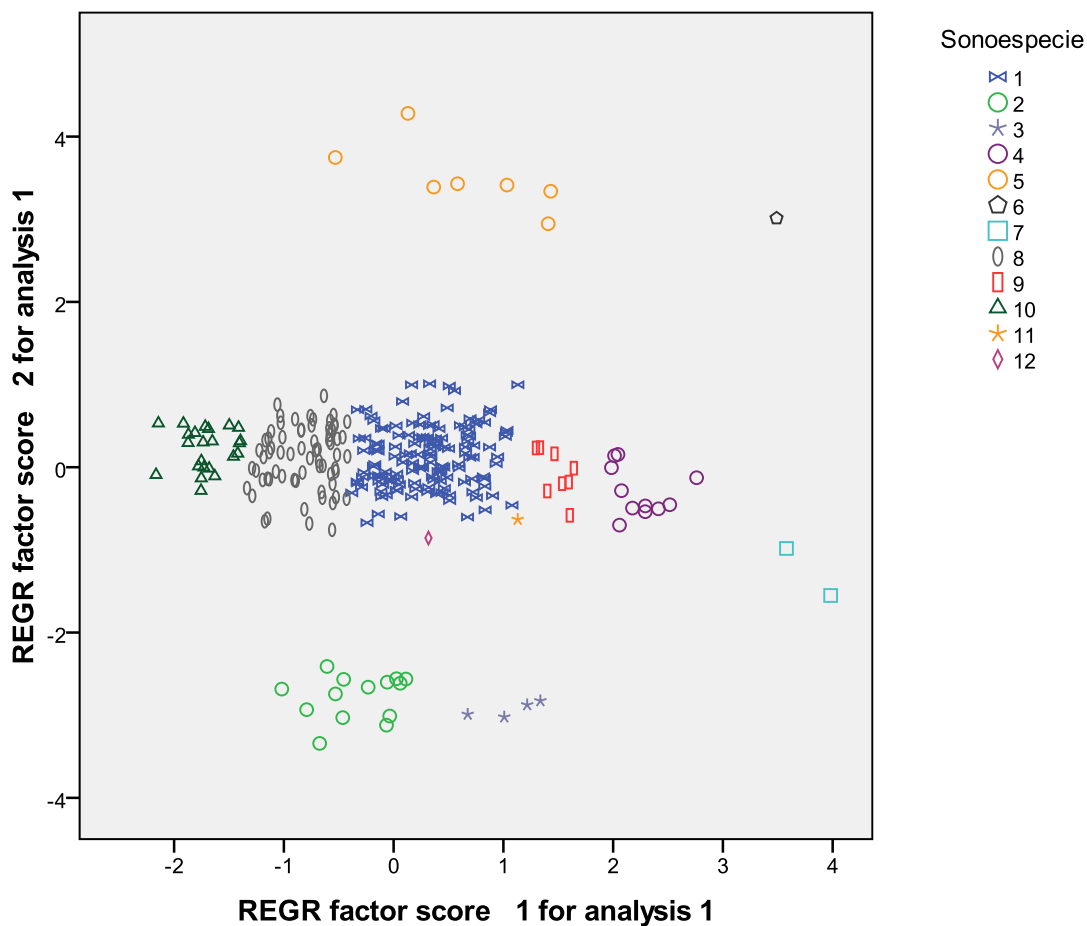


Figura 24. Análisis de Componentes Principales realizado con las doce sonoespecies de la familia Vespertilionidae. Las especies están representadas por números: (1) Sonoespecie uno, (2) *Eptesicus furinalis*, (3) *Lasiurus blossevillii*, (4) Sonoespecie cuatro, (5) *Myotis riparius* y (6) Sonoespecie seis, (7) Sonoespecie siete, (8) Sonoespecie ocho, (9) Sonoespecie nueve, (10) Sonoespecie diez, (11) Sonoespecie once y (12) Sonoespecie doce.

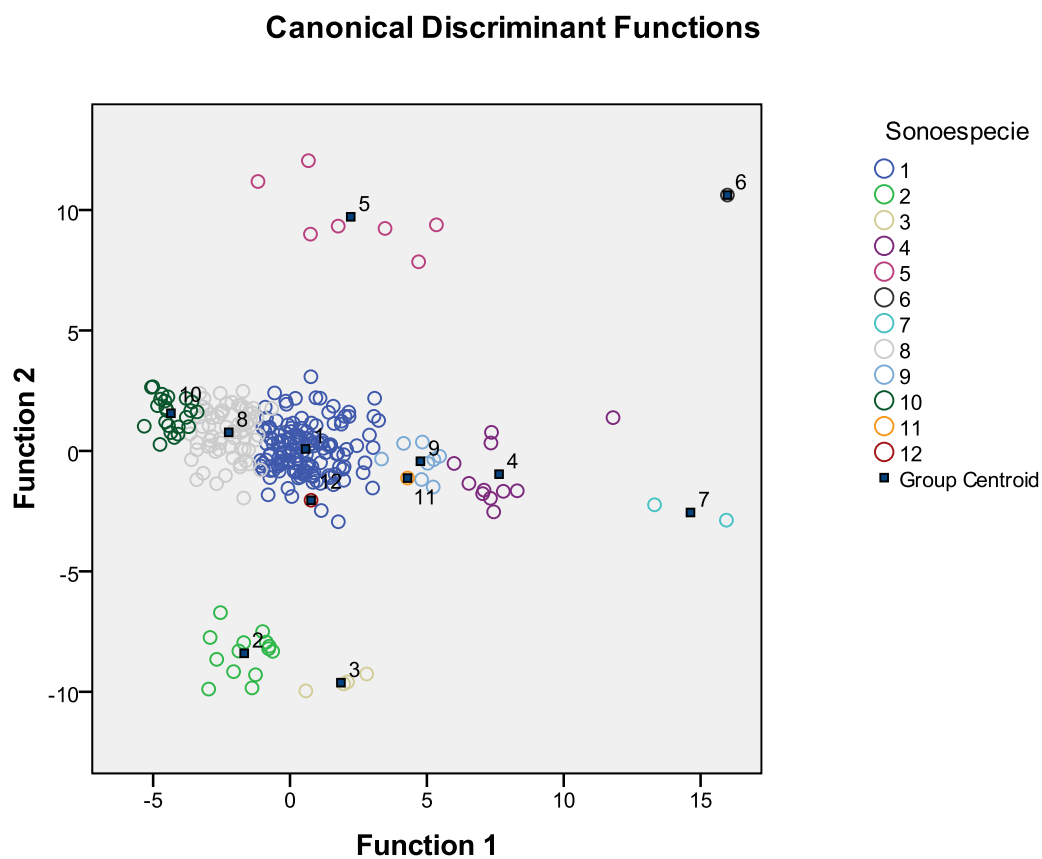


Figura 25. Análisis Discriminante realizado con las doce sonoespecies de la familia Vespertilionidae. Las especies están representadas por números: (1) Sonoespecie uno, (2) *Eptesicus furinalis*, (3) *Lasiurus blossevillii*, (4) Sonoespecie cuatro, (5) *Myotis riparius* y (6) Sonoespecie seis, (7) Sonoespecie siete, (8) Sonoespecie ocho, (9) Sonoespecie nueve, (10) Sonoespecie diez, (11) Sonoespecie once y (12) Sonoespecie doce.

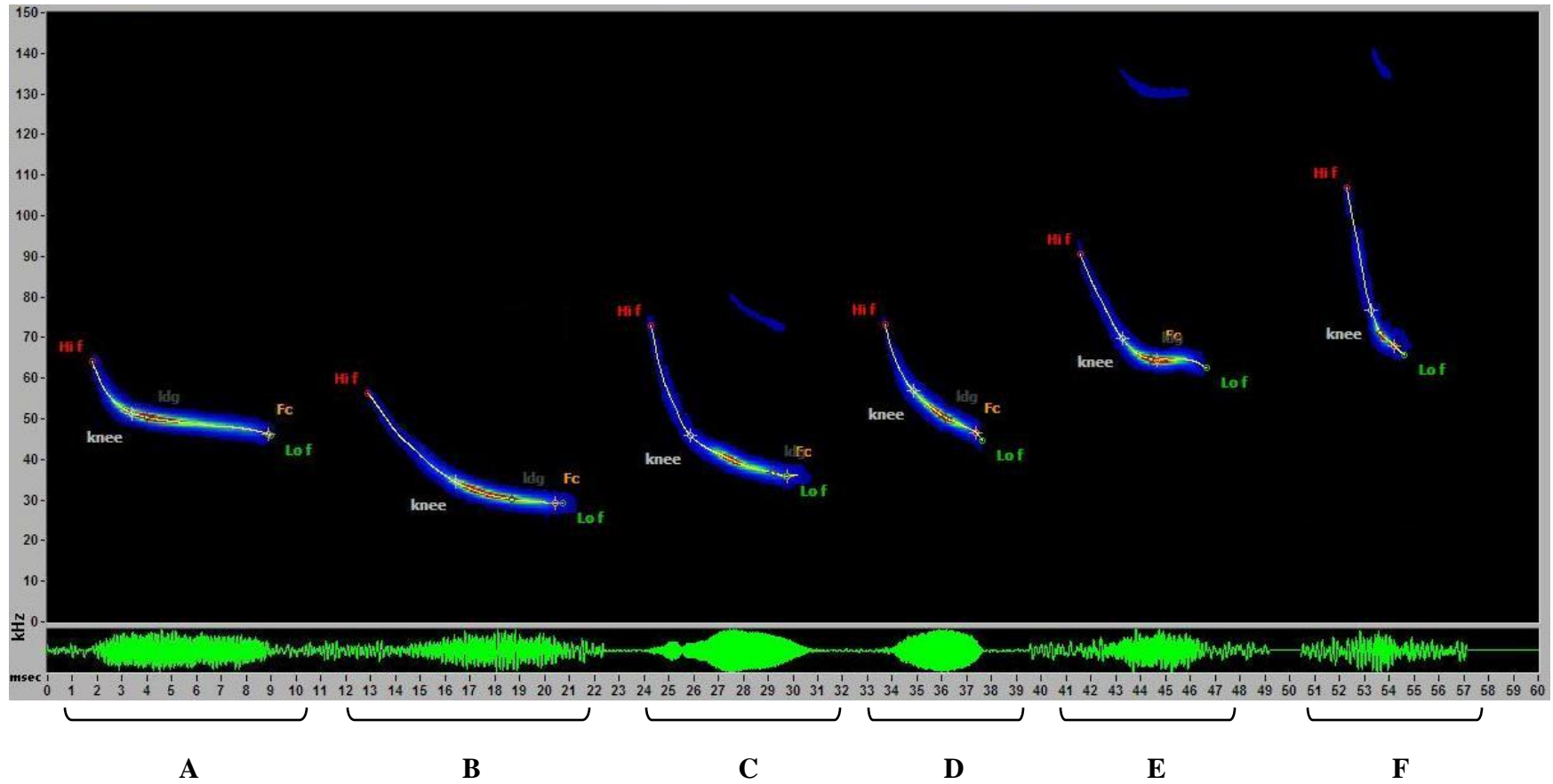


Figura 26. Sonograma correspondiente a seis sonoespecies de la familia Vespertilionidae, (A) Sonoespecie uno, (B) *Eptesicus furinalis*, (C) *Lasiurus blossevillii*, (D) Sonoespecie cuatro, (E) *Myotis riparius* y (F) Sonoespecie seis; tiempo (milisegundos) frecuencia (kilohertzios).

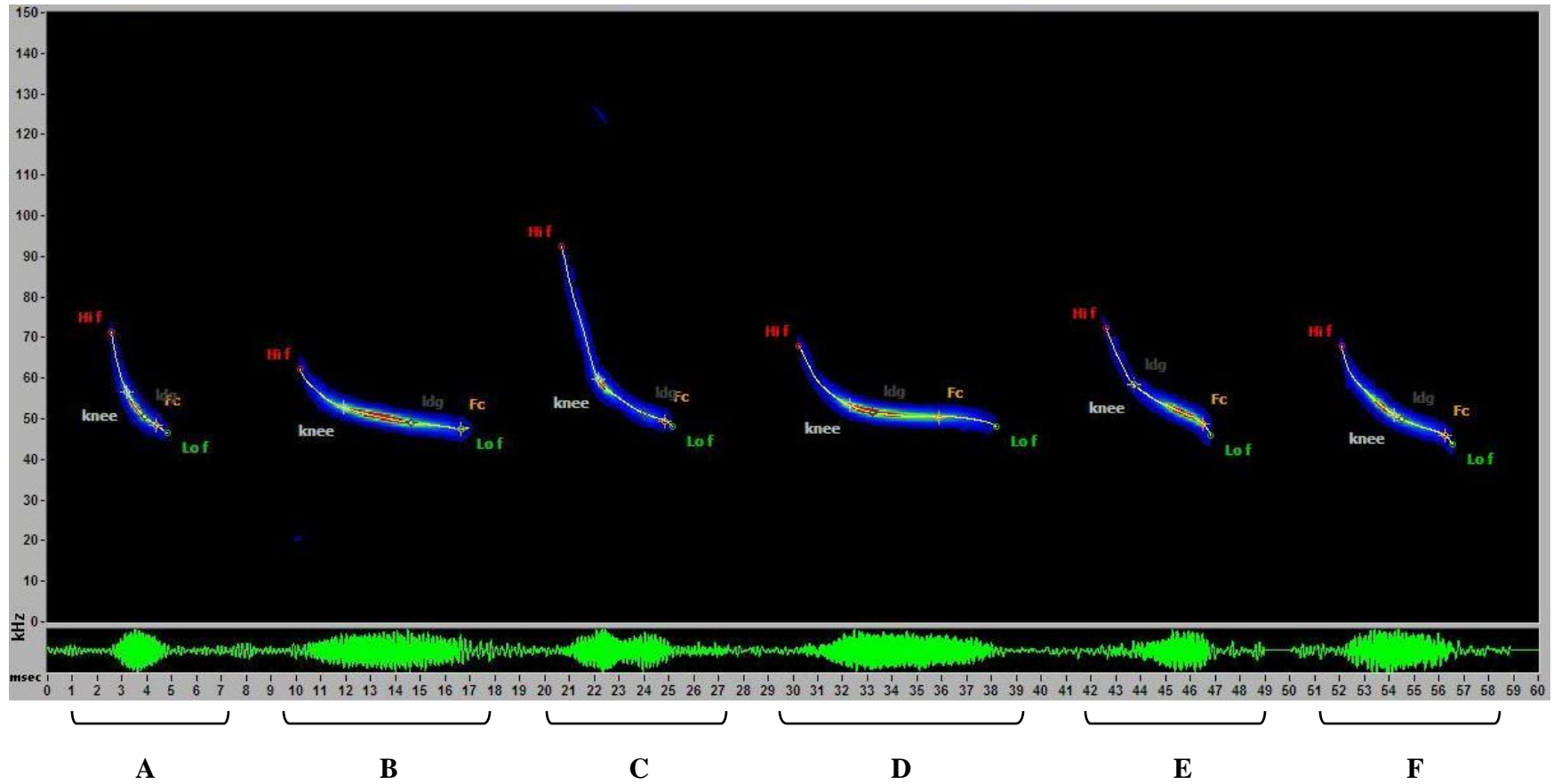


Figura 27. Sonograma correspondiente a seis sonoespecies de la familia Vespertilionidae, (A) Sonoespecie siete, (B) Sonoespecie ocho, (C) Sonoespecie nueve, (D) Sonoespecie diez, (E) Sonoespecie once y (F) Sonoespecie doce; tiempo (milisegundos) frecuencia (kilohertzios).

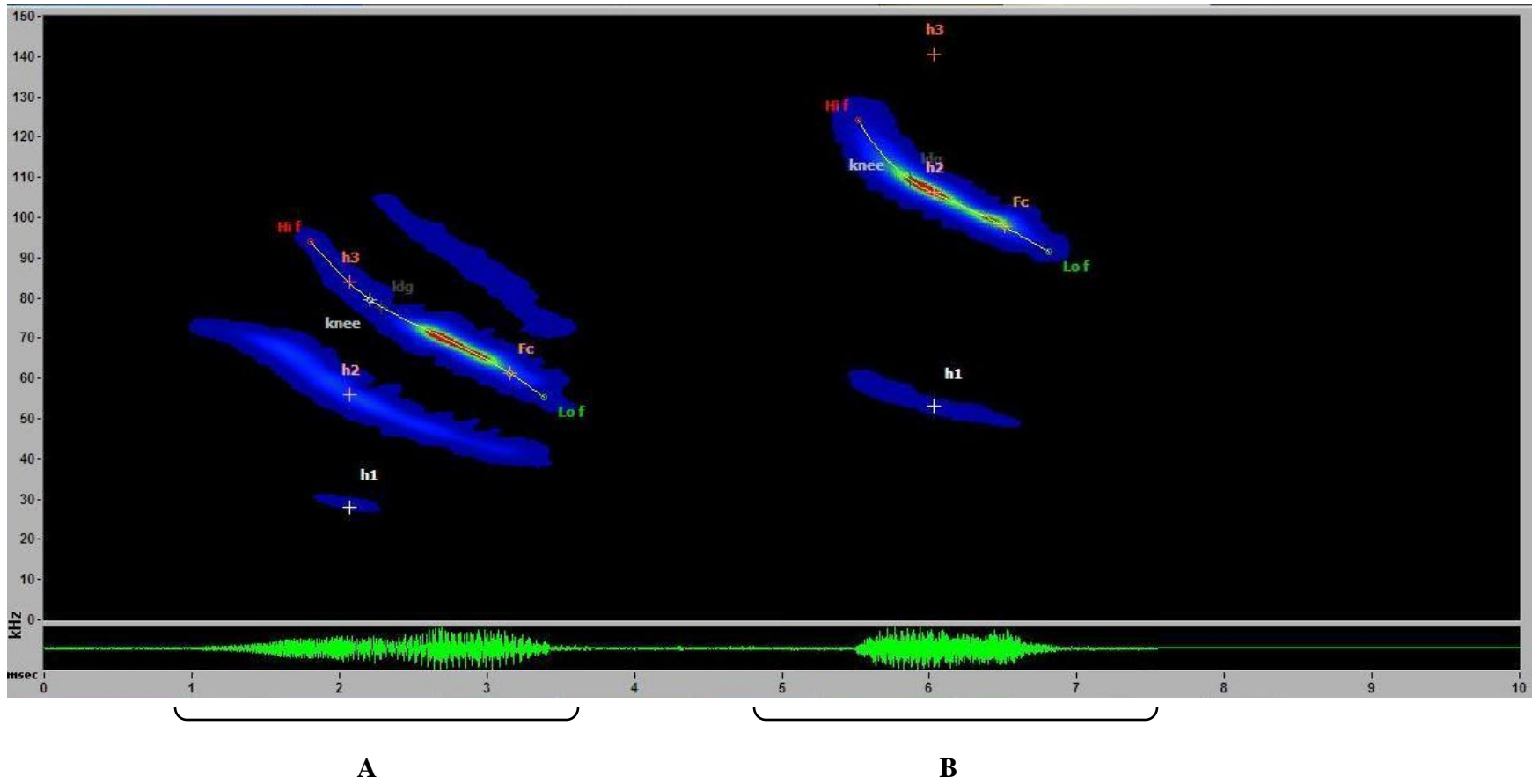


Figura 28. Sonograma correspondiente a (A) *Artibeus lituratus* y (B) *Thyroptera tricolor*; tiempo (milisegundos) frecuencia (kilohertzios).

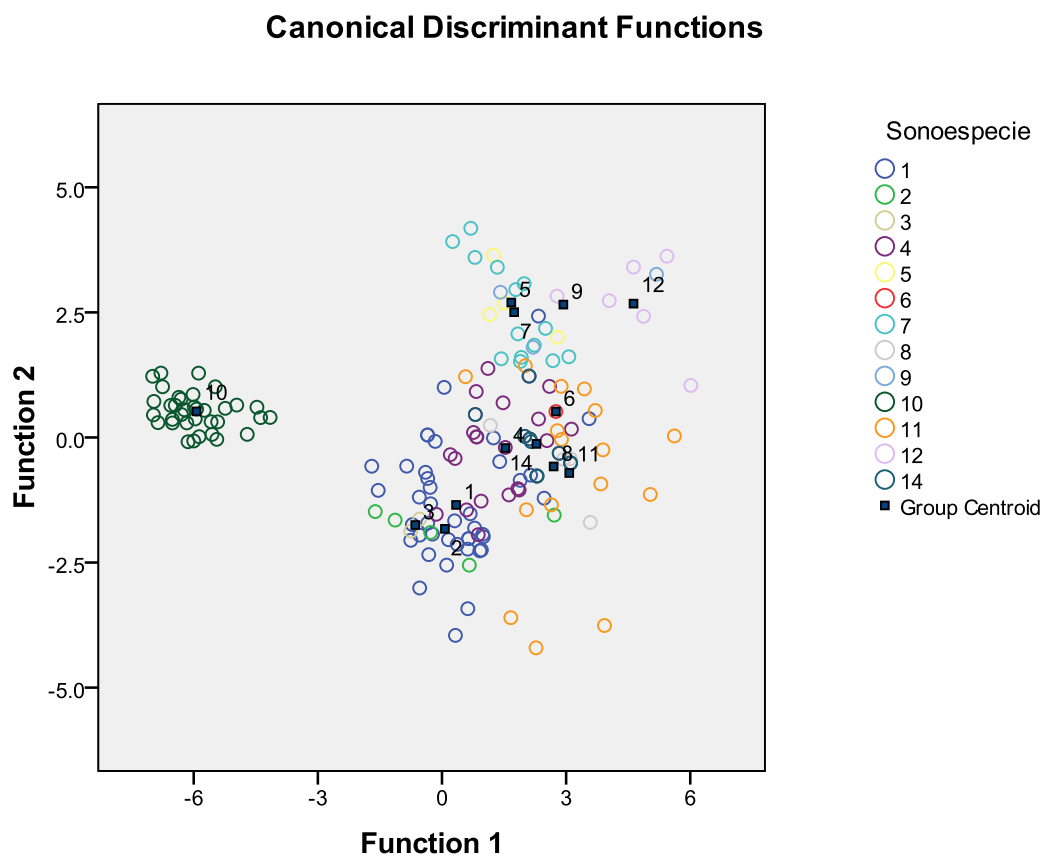


Figura 29. Análisis Discriminante realizado con las medidas de los armónicos altos de 13 de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina; las especies están representadas por número: (1) *Artibeus lituratus*, (2) *A. obscurus*, (3) *A. planirostris*, (4) *Carollia brevicauda*, (5) *C. castanea*, (6) *C. perspicillata*, (7) *Lonchophylla thomasi*, (8) *Lophostoma silvicolum*, (9) *Mesophylla macconelli*, (10) *Phyllostomus elongatus*, (11) *Sturnira lilium*, (12) *Thyroptera tricolor* y (14) *Trachops cirrhosus*.

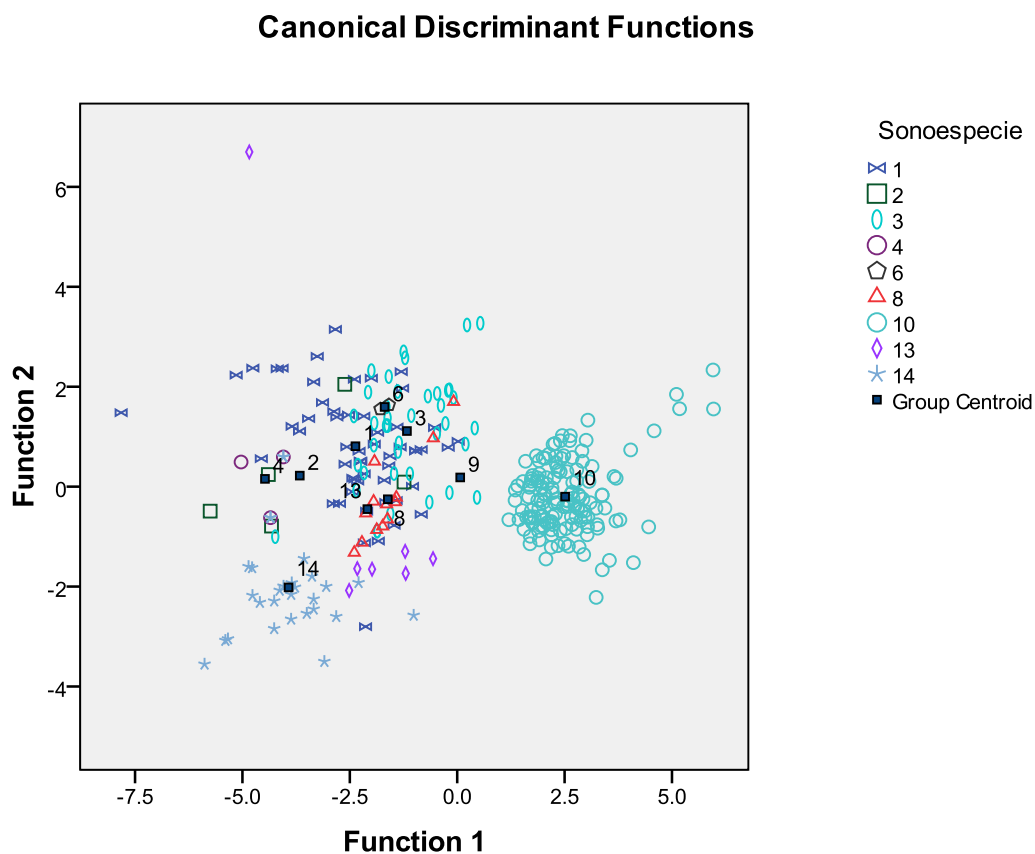


Figura 30. Análisis Discriminante realizado con las medidas de los armónicos bajos de nueve de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina. Las especies están representadas por números: (1) *Artibeus lituratus*, (2) *A. obscurus*, (3) *A. planirostris*, (4) *Carollia brevicauda*, (6) *C. perspicillata*, (8) *Lophostoma silvicolum*, (10) *Phyllostomus elongatus*, (13) *Tonatia saurophila* y (14) *Trachops cirrhosus*.

9 TABLAS

Tabla 1. Lista de especies capturadas en redes de neblina. Se marcan con (X) las especies de las cuales se obtuvieron grabaciones.

Familia	Subfamilia	Especie	Grabaciones	
Phyllostomidae	Carollinae	<i>Carollia brevicauda</i>	X	
		<i>Carollia castanea</i>	X	
		<i>Carollia perspicillata</i>	X	
		<i>Rhynophylla fischeriae</i>		
		<i>Rhynophylla pumilio</i>		
	Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i>		
	Glossophaginae	<i>Lonchophylla thomasi</i>	X	
	Phyllostominae	<i>Lophostoma silvicolum</i>	X	
		<i>Miconicteris megalotis</i>		
		<i>Mimon crenulatum</i>		
		<i>Phyllostomus elongatus</i>	X	
		<i>Tonatia saurophila</i>	X	
		<i>Trachops cirrhosus</i>	X	
		Sternodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	X
			<i>Artibeus obscurus</i>	X
			<i>Artibeus planirostris</i>	X
			<i>Mesophylla macconelli</i>	X
	<i>Platyrrhinus brachycephalus</i>			
	<i>Platyrrhinus infuscus</i>			
	<i>Sturnira lilium</i>		X	
<i>Vampyrodes caraccioli</i>				
Thyropteridae		<i>Thyroptera tricolor</i>	X	

Tabla 2. Lista de especies registradas con métodos acústicos.

Familia	Especie
Emballonuridae	<i>Cormura brevirostris</i>
	<i>Peropteryx macrotis</i>
	<i>Rhynchonycteris naso</i>
	<i>Saccopteryx bilineata</i>
	<i>Saccopteryx leptura</i>
Molossidae	Sonoespecie uno
	Sonoespecie dos
	Sonoespecie tres
	Sonoespecie cuatro
	Sonoespecie cinco
	Sonoespecie seis
	Sonoespecie siete
	<i>Promops centralis</i>
	Sonoespecie nueve
	<i>Molossus molossus</i>
Sonoespecie once	
<i>Molossus rufus</i>	
Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i>
Noctilionidae	<i>Noctilio albiventris</i>
	<i>Noctilio leporinus</i>
Phyllostomidae	Sonoespecie doce
	Sonoespecie 13
	Sonoespecie 14
	Sonoespecie 15
	Sonoespecie 16
	Sonoespecie 17
Vespertilionidae	Sonoespecie 18
	<i>Eptesicus furinalis</i>
	<i>Lasiurus blossevillii</i>
	Sonoespecie 19
	<i>Myotis riparius</i>
	Sonoespecie 20
	Sonoespecie 21
	Sonoespecie 22
	Sonoespecie 23
	Sonoespecie 24
Sonoespecie 25	
Sonoespecie 26	

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Emballonuridae. Media \pm desviación estándar, rangos de los parámetros y bibliografía útil para la identificación de cada especie.

Especie	Pulsos	Número de llamadas (n)	Número de secuencias (n)	Duración (ms)	Frecuencia Inicial (kHz)	Frecuencia máxima (kHz)	Frecuencia Final (kHz)	Frecuencia mínima (kHz)	Frecuencia punto de inflexión (kHz)	Frecuencia de Máxima Energía (kHz)	Ancho de banda (kHz)	Bibliografía
<i>Cormura brevirostris</i>	bajos	2	1	11,89 \pm 1,19	24,11 \pm 0,02	27,42 \pm 0,70	25,94 \pm 0,95	24,11 \pm 0,02	26,87 \pm 0,32	26,14 \pm 0,31	3,31 \pm 0,68	(MacSwiney <i>et al.</i> , 2008; Surlykke y Kalko, 2008)
				11,04 - 12,73	24,10 - 24,12	26,93 - 27,92	25,27 - 26,62	24,10 - 24,12	26,64 - 27,10			
	medios	12	1	11,97 \pm 1,33	29,39 \pm 1,65	32,52 \pm 2,02	30,11 \pm 2,07	29,01 \pm 1,59	32,16 \pm 1,94	31,36 \pm 1,70	3,51 \pm 1,32	
				9,03 - 13,72	27,43 - 31,89	30,39 - 35,31	27,09 - 34,52	27,09 - 31,70	29,84 - 34,74			
	altos	8	1	11,64 \pm 1,92	35,01 \pm 1,65	36,67 \pm 0,94	33,81 \pm 1,05	33,13 \pm 0,94	36,19 \pm 0,83	34,98 \pm 1,50	3,53 \pm 0,35	
				9,12 - 14,15	32,13 - 37,56	35,80 - 39,65	32,18 - 35,46	32,13 - 34,80	34,84 - 37,26			
<i>Peropteryx macrotis</i>		13	1	7,29 \pm 2	38,15 \pm 1,12	40,16 \pm 0,86	36,33 \pm 2,71	36 \pm 2,41	39,69 \pm 0,63	39,58 \pm 1,26	4,16 \pm 2,35	(Miller, 2003)
				4,85 - 10,69	36,56 - 40,21	39,12 - 42,62	32,46 - 39,52	32,46 - 39,04	38,85 - 41,42			
<i>Rhynchonycteris naso</i>		3	1	5,89 \pm 0,77	93,65 \pm 0,42	94,27 \pm 0,30	77 \pm 4,01	77 \pm 4,01	93,51 \pm 0,69	87,34 \pm 5,65	17,27 \pm 4,28	(Fento <i>et al.</i> , 1999, Miller, 2003)
				5,17 - 6,70	93,19 - 94	94,03 - 94,61	73,75 - 81,49	73,75 - 81,49	92,71 - 93,93			
<i>Saccopteryx bilineata</i>	bajos	161	46	8,05 \pm 2,07	41,04 \pm 1,56	44,55 \pm 0,82	41,76 \pm 1,28	40,80 \pm 1,47	44,37 \pm 0,83	43,90 \pm 1,03	3,75 \pm 0,98	(Jung <i>et al.</i> , 2007; MacSwiney <i>et al.</i> , 2008; Surlykke y Kalko, 2008)
				3,47 - 12,81	36,53 - 44,37	42,36 - 45,78	37,04 - 45,34	36,53 - 43,77	42,14 - 45,72			
	altos	197	46	7,55 \pm 1,83	43,70 \pm 1,31	46,78 \pm 0,65	43,98 \pm 1,12	43,40 \pm 1,24	46,63 \pm 0,64	46,39 \pm 0,78	3,31 \pm 0,63	
				4,90 - 12	29,74 - 46,61	45,20 - 48,10	41,74 - 47,88	29,74 - 45,46	44,96 - 48,03			
<i>Saccopteryx leptura</i>	bajos	84	21	7,10 \pm 1,05	47,08 \pm 1,68	51,74 \pm 0,62	49,47 \pm 1,82	47,04 \pm 1,74	51,42 \pm 0,66	50,27 \pm 0,97	4,73 \pm 1,37	(Jung <i>et al.</i> , 2007; MacSwiney <i>et al.</i> , 2008; Surlykke y Kalko, 2008)
				4,61 - 9,89	42,30 - 52,01	50,23 - 54,93	43,95 - 52,82	42,30 - 52,01	49,94 - 54,81			
	altos	59	17	6,90 \pm 1,08	51,69 \pm 0,85	54,45 \pm 0,51	52,20 \pm 1,41	51,18 \pm 0,83	54,23 \pm 0,49	53,84 \pm 0,55	3,27 \pm 0,69	
				4,15 - 9,71	49,80 - 53,25	53,46 - 55,62	48,85 - 54,71	48,85 - 52,70	53,27 - 55,42			

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Molossidae. Media \pm desviación estándar, rangos de los parámetros y bibliografía útil para la identificación de cada especie.

Especie	Número de llamadas (n)	Número de secuencias (n)	Duración (ms)	Frecuencia Inicial (kHz)	Frecuencia Final (kHz)	Frecuencia del punto de inflexión (kHz)	Ancho de banda (kHz)	Frecuencia de Máxima Energía (kHz)	Bibliografía
Sonoespecie uno	8	2	21,91 \pm 2,94 18,67 - 27,60	55,14 \pm 3,99 48,05 - 59,48	37,40 \pm 1,57 35,20 - 39,37	44,23 \pm 2,46 40,18 - 47,09	17,74 \pm 2,87	41,15 \pm 1,39	
Sonoespecie dos	9	3	4,07 \pm 0,48 3,56 - 5,10	45,68 \pm 2,23 42,41 - 48,71	43,53 \pm 2,16 40,35 - 46,76	45,30 \pm 2,27 41,61 - 48,01	2,14 \pm 0,88	45,40 \pm 2,21	
Sonoespecie tres	30	10	4,04 \pm 0,60 2,91 - 5,19	55,32 \pm 2,48 51,63 - 60,03	29,66 \pm 3,14 26,23 - 39,23	52,43 \pm 2,03 47,46 - 56,25	25,66 \pm 4,67	51,43 \pm 3,87	
Sonoespecie cuatro	9	3	12,08 \pm 2,58 8,11 - 15,34	36,79 \pm 0,68 35,68 - 37,95	29,52 \pm 1,64 27,67 - 31,86	34,82 \pm 0,98 33,22 - 36,42	7,28 \pm 1,44	36 \pm 0,94	
Sonoespecie cinco	37	9	13,04 \pm 1,96 8,42 - 16,42	36,72 \pm 1,46 33,87 - 41,74	23,19 \pm 3,29 16,36 - 28,70	34,95 \pm 1,47 31,70 - 38,67	13,52 \pm 3,54	34,02 \pm 2,88	
Sonoespecie seis	5	1	9,61 \pm 0,71 8,74 - 10,58	45,44 \pm 2,88 42,07 - 49,55	33,16 \pm 0,40 32,66 - 33,74	37,74 \pm 0,81 36,66 - 38,63	12,28 \pm 2,58	36,39 \pm 0,38	
Sonoespecie siete	12	4	12,98 \pm 1,21 11,11 - 15,37	32,31 \pm 1,25 30,27 - 34,45	25,32 \pm 0,92 23,91 - 26,93	28,26 \pm 0,87 26,66 - 29,64	6,99 \pm 0,49	28,38 \pm 1,92	
<i>Promops centralis</i>	62	6	55,13 \pm 22,99 14,46 - 99,71	30,34 \pm 1,21 28,93 - 38,18	24,37 \pm 0,89 21,92 - 26,47	27,68 \pm 1,75 22,73 - 30,15	5,79 \pm 0,89	29,37 \pm 0,69	(com pers Barboza, K.; MacSwiney <i>et al.</i> , 2008)
Sonoespecie nueve	4	1	16,48 \pm 2,32 14,80 - 19,91	29,14 \pm 0,09 29,07 - 29,26	23,99 \pm 1,10 23,08 - 25,47	28,74 \pm 0,12 28,62 - 28,91	5,15 \pm 1,10	28,23 \pm 0,38	
<i>Molossus molossus</i>	1355	153	11,94 \pm 2,37 3,48 - 19,33	39,19 \pm 3,13 31,67 - 50,98	35,91 \pm 3,47 23,43 - 46,34	38,26 \pm 3,18 27,52 - 48,56	3,22 \pm 0,98	38,42 \pm 3,18	(O'Farrell y Miller, 1999; Fenton, 2003; Miller 2003)
Sonoespecie once	156	27	16,01 \pm 1,78 10,68 - 21,21	33,16 \pm 2,67 28,88 - 40,93	28,99 \pm 2,70 24,82 - 35,44	31,26 \pm 2,94 26,10 - 37,66	4,17 \pm 0,98	32,32 \pm 2,27	
<i>Molossus rufus</i>	101	20	12,61 \pm 3,48 4,23 - 22,90	27,82 \pm 1,22 25,99 - 32,81	24,40 \pm 0,94 22,91 - 28,42	26,16 \pm 0,90 24,29 - 29,76	3,30 \pm 0,98	26,23 \pm 0,94	(Fenton <i>et al.</i> , 1998)

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Mormoopidae.

Espece	Número de llamadas (n)	Número de secuencias (n)	Duración (ms)	Frecuencia Inicial (kHz)	Frecuencia máxima (kHz)	Frecuencia Final (kHz)	Frecuencia mínima (kHz)	Frecuencia de Máxima Energía (kHz)	Ancho de banda (kHz)	Bibliografía
<i>Pteronotus parnellii</i>	1	1	117,55	54,2	93,8	87,8	54,2	93	39,6	(O'Farrell y Miller, 1997; O'Farrell y Miller, 1999 Macías <i>et al.</i> , 2006)

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Noctilionidae, Media \pm desviación estándar, rangos de los parámetros y bibliografía útil para la identificación de cada especie

Especie	Tipo de llamada	Número de llamadas (n)	Número de secuencias (n)	Duración (ms)	Frecuencia máxima (kHz)	Frecuencia mínima (kHz)	Frecuencia de Máxima Energía (kHz)	Ancho de banda (kHz)	Bibliografía
<i>Noctilio albiventris</i>	CF-FM	27	5	8,70 \pm 1,36	68,83 \pm 0,42	43,04 \pm 6,63	54,59 \pm 9,72	25,79 \pm 6,53	(Brown <i>et al.</i> , 1983; Kalko <i>et al.</i> , 1998 Surlykke y Kalko, 2008)
				5,83 - 11,23	67,74 - 69,36	36,56 - 55,58			
	CF	5	5	10,46 \pm 0,34	66,85 \pm 0,94	59,10 \pm 2,28	64,79 \pm 2,12	7,75 \pm 1,49	
				10,15 - 10,97	65,49 - 67,87	55,39 - 61,50			
<i>Noctilio leporinus</i>	CF-FM	13	4	6,24 \pm 1,59	51,49 \pm 2,53	23,85 \pm 2,61	40,77 \pm 7,65	27,63 \pm 1,86	
				4,12 - 8,58	48,17 - 55,86	20,65 - 28,00			

Tabla 7. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Phyllostomidae. Media \pm desviación estándar, rangos de los parámetros.

Especie	Número de llamadas (n)	Número de secuencias (n)	Duración (ms)	Frecuencia Inicial (kHz)	Frecuencia Final (kHz)	Frecuencia del punto de inflexión (kHz)	Frecuencia de Máxima Energía (kHz)	Ancho de banda (kHz)
Sonespecie uno	49	6	5,04 \pm 1,80	54 \pm 1,51	35,27 \pm 1,83	44,75 \pm 4,41	42,28 \pm 2,20	18,64 \pm 1,81
			2,11 - 9,65	50,67 - 56,84	30,70 - 38,42	33,63 - 52,30		
Sonespecie dos	2	1	3,32 \pm 0,13	64,80 \pm 0,96	38,50 - 0,27	51,29 \pm 1,35	46,55 \pm 3,75	26,30 \pm 0,70
			3,23 - 3,41	64,12 - 65,48	38,31 - 38,69	50,33 - 52,25		
Sonespecie tres	86	10	4,02 \pm 1,27	35,97 \pm 1,09	29,94 \pm 1,06	33,67 \pm 1,88	34,11 \pm 0,92	6 \pm 1,54
			1,42 - 8,16	33,79 - 38,94	27,20 - 32,78	28,75 - 37,22		
Sonespecie cuatro	35	3	5,23 \pm 1,16	50,11 \pm 1,27	32,48 \pm 1,30	43,14 \pm 3,35	38,90 \pm 1,90	17,62 \pm 1,20
			3,53 - 7,14	48,20 - 52,20	28,11 - 34,27	33,58 - 48,89		
Sonespecie cinco	3	1	2,74 \pm 0,94	85,07 \pm 0,72	47,83 \pm 1,18	66,47 \pm 10,97	65,61 \pm 5,39	37,24 \pm 0,93
			2,15 - 3,83	84,26 - 85,63	46,78 - 49,11	57,57 - 78,73		
Sonespecie seis	7	1	2,53 \pm 0,51	81,17 \pm 3,43	50,88 \pm 0,76	68,51 \pm 5,15	63,89 \pm 2,46	30,28 \pm 3,37
			1,86 - 3,11	75,99 - 85,36	50,12 - 51,84	59,71 - 72,88		

Tabla 8. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Vespertilionidae. Media \pm desviación estándar, rangos de los parámetros y bibliografía útil para la identificación de cada especie.

Especie	Número de llamadas (n)	Número de secuencias (n)	Duración (ms)	Frecuencia Inicial (kHz)	Frecuencia Final (kHz)	Inclinación más profunda (kHz/ms)	Inclinación más baja (kHz/ms)	Bibliografía
Sonoespecie uno	1577	141	5,57 \pm 1,04 2,08 - 8,73	75,37 \pm 7,33 55,99 - 98,83	47,89 \pm 1,64 42,69 - 53,83	20,53 \pm 4,74 5,92 - 39,47	0,60 \pm 0,46 0,0 - 3,97	
<i>Eptesicus furinalis</i>	226	14	8,26 \pm 1,59 3,25 - 13,43	59,55 \pm 6,22 45,26 - 74,23	35,98 \pm 1,35 29,11 - 38,68	12,06 \pm 3,93 3,86 - 21,69	0,42 \pm 0,30 0,0 - 2,24	(Ochoa <i>et al.</i> , 2000; Miller, 2003; MacSwiney <i>et al.</i> , 2008)
<i>Lasiurus blossevillii</i>	30	4	6,18 \pm 0,88 4,74 - 8,03	71,18 \pm 3,67 64,93 - 79,60	35,82 \pm 1,02 33,39 - 37,32	24,51 \pm 2,14 20,25 - 29,52	0,66 \pm 0,44 0,09 - 1,59	(Miller, 2003)
Sonoespecie cuatro	77	11	3,84 \pm 0,80 1,98 - 6,11	87,53 \pm 8,96 70,15 - 104,11	48,06 \pm 1,75 42,20 - 51,61	28,87 \pm 6,60 14,77 - 42,87	1,98 \pm 0,86 0,67 - 5,62	
<i>Myotis riparius</i>	89	7	4,39 \pm 0,59 3,03 - 7,36	103,01 \pm 6,25 82,15 - 114,35	61,16 \pm 1,41 58,68 - 65,50	22,59 \pm 4,28 12,94 - 31,47	1,35 \pm 0,75 0,01 - 3,39	(Fenton <i>et al.</i> , 1999)
Sonoespecie seis	3	1	2,31 \pm 0,17 2,14 - 2,48	106,11 \pm 0,65 105,38 - 106,63	65,24 \pm 1,01 64,09 - 65,93	34,17 \pm 0,66 33,77 - 34,93	5,11 \pm 1,44 3,60 - 6,47	
Sonoespecie siete	8	2	2,32 \pm 0,35 1,77 - 3	82,59 \pm 6,74 77,08 - 97,69	47,98 \pm 0,84 46,17 - 48,73	38,91 \pm 5,61 29,30 - 45,52	3,79 \pm 1,82 0,67 - 6,10	
Sonoespecie ocho	578	68	6,93 \pm 0,86 2,43 - 9,69	65,31 \pm 5,94 53,45 - 82,15	47,89 \pm 1,52 43,74 - 52,11	12,89 \pm 5,31 2,49 - 29,15	0,29 \pm 0,23 0,00 - 1,66	
Sonoespecie nueve	64	8	4,31 \pm 0,89 2,19 - 6,06	83,99 \pm 7,05 72,93 - 95,48	48,41 \pm 1,28 45,48 - 51,67	24,45 \pm 4,54 15,78 - 40,90	1,62 \pm 0,98 0,04 - 4,64	
Sonoespecie diez	214	23	8,49 \pm 0,78 5,53 - 10,36	57,32 \pm 3,48 49,48 - 66,89	47,88 \pm 1,13 44,55 - 51,21	5,20 \pm 2,80 0,83 - 14,62	0,10 \pm 0,11 0,00 - 0,49	
Sonoespecie once	6	1	4,27 \pm 0,55 3,30 - 4,96	72,52 \pm 4,67 67,71 - 80,26	46,59 \pm 1,54 44,85 - 43,38	15,89 \pm 4,78 11,42 - 22,92	2,18 \pm 0,75 0,82 - 2,97	
Sonoespecie doce	8	1	4,76 \pm 0,76 3,78 - 6,16	65,19 \pm 2,57 61,95 - 68,30	44,63 \pm 0,78 43,70 - 45,85	12,98 \pm 4,60 6,43 - 18,62	1,14 \pm 0,72 0,15 - 2,11	

Tabla 9. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Phyllostomidae, especies capturadas en redes de neblina. Media \pm desviación estándar, rangos de los parámetros.

Especie	Armónico	Número de llamadas (n)	Número de secuencias (n)	Duración (ms)	Frecuencia máxima (kHz)	Frecuencia mínima (kHz)	Frecuencia de Máxima Energía (kHz)	Ancho de banda (kHz)
<i>Artibeus lituratus</i>	bajos	58	19	1,56 \pm 0,35 0,90 - 2,33	81,96 \pm 5,43 73,69 - 96,3	52,73 \pm 2,64 46,66 - 60,66	65,72 \pm 4,13	29,23 \pm 5,13
	altos	43	13	1,74 \pm 0,59 0,88 - 2,81	106,05 \pm 3,84 101,13 - 119,53	69,18 \pm 6,79 61,46 - 88,58	82,62 \pm 10,13	36,87 \pm 5,38
<i>Artibeus obscurus</i>	bajos	6	6	1,05 \pm 0,13 0,89 - 1,26	86,43 \pm 5,57 78,24 - 93,57	55,56 \pm 2,47 52,02 - 59,72	72,22 \pm 7,81	30,87 \pm 5,96
	altos	7	6	0,86 \pm 0,10 0,70 - 0,97	107,21 \pm 6,16 98,57 - 115,94	73,03 \pm 8,23 65,40 - 84,49	81,95 \pm 11,04	34,18 \pm 7,29
<i>Artibeus planirostris</i>	bajos	43	6	2,19 \pm 0,64 1,24 - 4,87	80,02 \pm 2,85 74,78 - 84,47	50,91 \pm 2,72 39,83 - 55,70	63,49 \pm 1,99	29,11 \pm 3,78
	altos	5	3	1,14 \pm 0,25 0,90 - 1,48	108,45 \pm 7,87 100,40 - 118,64	77,92 \pm 13,34 62,72 - 89,67	87,31 \pm 9,61	30,53 \pm 6,65
<i>Carollia brevicauda</i>	bajos	4	1	1,69 \pm 0,27 1,54 - 2,10	85,44 \pm 0,42 85,11 - 86,05	51,79 \pm 2,46 48,44 - 54,34	70,28 \pm 4,04	33,64 \pm 2,46
	altos	29	9	1,29 \pm 0,29 0,80 - 2,12	110,19 \pm 3,65 103,12 - 116,52	76,13 \pm 4,08 67,02 - 82,18	92,92 \pm 6,89	34,05 \pm 2,78
<i>Carollia castanea</i>	altos	5	1	1,59 \pm 0,39 0,98 - 2,02	114,32 \pm 2,31 111,86 - 117,75	88,19 \pm 0,80 87,25 - 88,95	98,68 \pm 3,10	26,13 \pm 2,62
<i>Carollia perspicillata</i>	bajos	2	1	1,19 \pm 0,11 1,11 - 1,27	85,91 \pm 0,35 85,66 - 86,16	56,86 \pm 1,12 56,06 - 57,65	68,38 \pm 6,03	29,05 \pm 1,48
	altos	2	2	1,22 \pm 0,13 1,12 - 1,31	111,48 \pm 4,87 108,04 - 114,93	80,01 \pm 0,90 79,37 - 80,65	86,05 \pm 0,31	31,47 \pm 3,97

<i>Lonchophylla thomasi</i>	altos	17	3	1,23 ± 0,51 0,76 - 2,56	112,29 ± 3,37 101,35 - 116,85	84,89 ± 1,90 81,70 - 88,52	100,70 ± 3,67	27,40 ± 3,56
<i>Lophostoma silvicolum</i>	bajos	14	8	1,29 ± 0,26 0,86 - 1,67	78,09 ± 1,01 75,65 - 80,19	52,85 ± 2,29 50,45 - 57,41	65,96 ± 4,43	25,25 ± 2,2
	altos	5	5	1,28 ± 0,30 0,89 - 1,72	112,96 ± 3,40 109,17 - 116,81	77,67 ± 2,76 73,67 - 80,88	91,55 ± 7,69	35,29 ± 5,75
<i>Mesophylla macconelli</i>	bajos	2	1	0,21 ± 0,10 0,14 - 0,28	94,01 ± 5,10 90,41 - 97,62	87,99 ± 1,84 86,69 - 89,28	94,01 ± 5,10	25,54 ± 1,39
	altos	3	2	0,80 ± 0,12 0,66 - 0,91	117,12 ± 6,92 112,09 - 125,01	89,25 ± 6,40 84,03 - 96,38	99,87 ± 9,12	27,88 ± 2,82
<i>Phyllostomus elongatus</i>	bajos	155	29	1,70 ± 0,44 0,96 - 3,94	68,28 ± 2,39 61,20 - 72,35	51,37 ± 1,61 44,94 - 55,80	61,24 ± 3,58	16,91 ± 1,92
	altos	37	17	1,83 ± 0,30 1 - 2,27	86,17 ± 2,37 82,11 - 92,94	62,38 ± 1,50 59,66 - 66	70,70 ± 2,18	23,79 ± 2,13
<i>Sturnira lilium</i>	altos	23	11	1,58 ± 0,36 0,86 - 2,18	114,98 ± 4,67 107,84 - 125,74	76,84 ± 6,33 64,39 - 84,03	92,09 ± 6,95	38,13 ± 5,58
<i>Tonatia saurophila</i>	bajos	9	4	1,23 ± 0,25 0,91 - 1,68	75,08 ± 1,13 73,94 - 76,88	49,65 ± 2,35 46,55 - 52,48	63,99 ± 6,80	25,43 ± 2,38
	altos	2	1	1,51 ± 0,1 1,50 - 1,51	109,11 ± 0,11 109,03 - 109,18	68,14 ± 1,32 67,20 - 69,07	82,58 ± 0,56	40,97 ± 1,21
<i>Trachops cirrhosus</i>	bajos	40	11	1,27 ± 0,33 0,61 - 1,97	76,50 ± 2,02 71,30 - 80,67	46,12 ± 2,19 40,70 - 52,11	60,30 ± 6,11	30,39 ± 3,20
	medios	7	2	1,71 ± 0,27 1,54 - 2,10	85,48 ± 0,40 85,11 - 86,05	51,43 ± 2,19 48,44 - 54,34	69,95 ± 3,92	34,05 ± 2,12
	altos	10	3	1,40 ± 0,38 1 - 2,12	112,78 ± 2,16 108,23 - 116,52	77,34 ± 2,12 74,53 - 80,58	91,62 ± 7,53	35,44 ± 3,32

Tabla 10. Estadísticos descriptivos de las características de las llamadas de las especies de la familia Thyropteridae, especie capturada en redes de neblina. Media \pm desviación estándar, rangos de los parámetros.

Especie	Número de llamadas (n)	Número de secuencias (n)	Duración (ms)	Frecuencia máxima (kHz)	Frecuencia mínima (kHz)	Frecuencia de Máxima Energía (kHz)	Ancho de banda (kHz)
<i>Thyroptera tricolor</i>	7	1	1,10 \pm 0,21 0,78 - 1,30	123,26 \pm 3,60 116,93 - 127,14	91,95 \pm 2,25 89,64 - 96,66	103,12 \pm 4,25	31,31 \pm 3,58

Tabla 11. Cuadro comparativo de la lista de especies de Rex *et al.*, 2008 y el presente estudio.

Familia	Subfamilia	Especie	Rex <i>et al.</i> , 2008	Presente estudio	
Emballonuridae		<i>Cormura brevirostris</i>	X	X	
		<i>Petopteryx leucoptera</i>	X		
		<i>Peropteryx macrotis</i>	X	X	
		<i>Peropteryx nov. Species</i>	X		
		<i>Rhynchonycteris naso</i>		X	
		<i>Saccopteryx bilineata</i>	X	X	
		<i>Saccopteryx leptura</i>	X	X	
Molossidae		<i>Promops centralis</i>		X	
		<i>Molossus ater</i>	X		
		<i>Molossus molossus</i>	X	X	
		<i>Molossus rufus</i>		X	
		Sonoespecie uno		X	
		Sonoespecie dos		X	
		Sonoespecie tres		X	
		Sonoespecie cuatro		X	
		Sonoespecie cinco		X	
		Sonoespecie seis		X	
		Sonoespecie siete		X	
		Sonoespecie nueve		X	
		Sonoespecie once		X	
	Mormoopidae		<i>Pteronotus parnellii</i>	X	X
	Noctilionidae		<i>Noctilio albiventris</i>	X	X
		<i>Noctilio leporinus</i>		X	
Phyllostomidae	Carollinae	<i>Carollia brevicauda</i>	X	X	
		<i>Carollia castanea</i>	X	X	
		<i>Carollia perspicillata</i>	X	X	
		<i>Rhynophylla fischeriae</i>	X	X	
		<i>Rhynophylla pumilio</i>	X	X	
		<i>Desmodontinae</i>	<i>Desmodus rotundus</i>	X	X
	Glossophaginae	<i>Anoura caudifer</i>	X		
		<i>Choeroniscus minor</i>	X		
		<i>Choeroniscus nov. species</i>	X		
		<i>Glossophaga commissarisi</i>	X		
		<i>Glossophaga soricina</i>	X		
		<i>Lionycteris spurelli</i>	X		
		<i>Lonchophylla thomasi</i>	X	X	
		Phyllostominae	<i>Chrotopterus auritus</i>	X	
			<i>Lophostoma carrikeri</i>	X	
			<i>Lophostoma silvicolum</i>	X	X
	<i>Micronycteris megalotis</i>		X	X	
	<i>Micronycteris minuta</i>		X		
	<i>Mimon crenulatum</i>		X	X	
	<i>Phylloderma stenops</i>		X		
	<i>Phyllostomus elongatus</i>		X	X	
		<i>Phyllostomus hastatus</i>	X		
	<i>Tonatia bidens</i>	X			
	<i>Tonatia saurophila</i>	X	X		
	<i>Trachops cirrhosus</i>	X	X		

Sternodermatinae	<i>Artibeus anderseni</i>	X	
	<i>Artibeus cf. Cinereus</i>	X	
	<i>Artibeus phaeotis</i>	X	
	<i>Artibeus concolor</i>	X	
	<i>Artibeus lituratus</i>	X	X
	<i>Artibeus obscurus</i>	X	X
	<i>Artibeus planirostris</i>	X	X
	<i>Chiroderma trinitatum</i>	X	
	<i>Chiroderma villosum</i>	X	
	<i>Mesophyla macconelli</i>	X	X
	<i>Platyrrhinus brachycephalus</i>	X	X
	<i>Platyrrhinus helleri</i>	X	
	<i>Platyrrhinus infuscus</i>	X	X
	<i>Sturnira cf. Bogotensis</i>	X	
	<i>Sturnira lilium</i>	X	X
	<i>Sturnira luisi</i>	X	
	<i>Sturnira magna</i>	X	
	<i>Uroderma bilobatum</i>	X	
	<i>Vampyressa bidens</i>	X	
	<i>Vampyressa melissa</i>	X	
	<i>Vampyressa thyone</i>	X	
	<i>Vampyrodes caraccioli</i>	X	X
	Sonoespecie 12		X
	Sonoespecie 13		X
	Sonoespecie 14		X
	Sonoespecie 15		X
Sonoespecie 16		X	
Sonoespecie 17		X	
Vespertilionidae	<i>Eptesicus furinalis</i>		X
	<i>Lasiurus blossevillii</i>		X
	<i>Myotis albescens</i>	X	
	<i>Myotis nigricans</i>	X	
	<i>Myotis riparius</i>	X	X
	Sonoespecie 18		X
	Sonoespecie 19		X
	Sonoespecie 20		X
	Sonoespecie 21		X
	Sonoespecie 22		X
	Sonoespecie 23		X
	Sonoespecie 24		X
	Sonoespecie 25		X
	Sonoespecie 26		X
Thyropteridae	<i>Thyroptera tricolor</i>	X	X
TOTAL		61	60

10 ANEXOS

Anexo 1. Protocolo de grabación utilizando el detector de ultrasonidos Petterson 240x.

Colocar el detector en modo de gatillamiento manual, utilizar tiempo de memoria de 3,4 segundos, colocar en modo de grabación normal y heterodímero, El detector se conecta por la salida de grabación a una grabadora digital.

Para utilizar una grabadoradigital, como la Marantz PMD670, se programa en formato de grabación WAV. No se debe utilizar formato MP3 pues es un tipo de archivo comprimido con el cual se pierde información acústica importante.

Una vez que el equipo se encuentra programado y el detector correctamente conectado a la grabadora se inicia el muestreo, es importante tomar en cuenta la frecuencia que se está usando en el detector, pues esto determinará la familia estudiada, si lo que se requiere es un muestreo general es aconsejable variar la frecuencia por periodos de tiempo en cada punto de muestreo.

Una vez detectado un murciélago se toma en cuenta que se usa una memoria de 3,4 segundos para la grabación que se va a realizar, cuando se quiere grabar lo escuchado se presiona el botón de grabación del detector para dejar de grabar y se mueve el modo de grabación de heterodímero a tiempo expandido y se presiona el botón REC para iniciar la grabación en la grabadora. Luego de 34 segundos se detiene la grabación en la grabadora, se coloca el modo de grabación de vuelta a heterodímero y se presiona el botón de grabación para poder grabar una vez más.

Anexo 2. Protocolo de grabación utilizando el equipo de muestro continuo de BioAcoustic Technology.

Previamente a iniciar las grabaciones se debe programar la grabadora, para esto se usa el control remoto externo el cual se conecta al puerto USB. Una vez en el menú de programación en primer lugar se debe elegir el formato de grabación entre WAV y WAV comprimido, se recomienda el uso del formato WAV comprimido ya que va a ocupar menos espacio por archivo en la unidad de memoria externa sin comprometer la calidad de la información almacenada; en segundo lugar se debe colocar un nivel de filtro adecuado para que el detector no se gatille con ruido de insectos sino solo con llamadas de murciélagos, un nivel de filtro recomendado es 20 kilohertzios. Además se tiene la opción de programar la grabación según un horario deseado para cuando el aparato este funcionando solo por varios días en el campo.

Se coloca el detector en un trípode, a más de un metro del suelo y en un ángulo de aproximadamente 45 grados apuntando hacia el hábitat que se quiere muestrear, se conecta la grabadora a la batería o a la corriente eléctrica, una vez que se ha comprobado que la grabadora está funcionando correctamente por el encendido de las luces de sus componentes se coloca la unidad de memoria externa para grabar los datos y se conecta el detector. Se debe cerciorar de que todo el equipo esté funcionando adecuadamente una vez que todos los componentes están conectados, observando indicios de grabación como el titilar de luces de la unidad de memoria externa.

La batería de 12 voltios tiene suficiente energía para funcionar un promedio de 12 horas por lo que de ser posible se la debe recargar pasando un día o dependiendo de las horas de uso.

Anexo 3. Protocolo de grabación de murciélagos en un cuarto de grabación.

Debe ser un cuarto adecuado, de tamaño suficiente para que un murciélago pueda volar libremente. Se debe trabajar por la noche sin iluminación artificial, por lo que puede ser necesario colocar al murciélago en la espalda una etiqueta brillante para poder observar la ubicación de animal, poder grabarlo y recapturarlo.

Se coloca una persona en un extremo del cuarto con el equipo de grabación listo y detector apuntado al murciélago, en el otro extremo se coloca otra persona que tiene el murciélago y lo libera hacia la persona que sostiene el detector, Se realizan las grabaciones mientras el murciélago se encuentra volando, de ser necesario se repite el proceso para obtener varias repeticiones.

Para recapturar al murciélago se hace uso de una red entomológica, con un mango lo suficientemente largo como para llegar al techo del cuarto, una vez que se observa que el murciélago se ha perchado.

Se realiza la grabación de un murciélago a la vez, y se mantienen al resto de murciélagos capturados fuera del cuarto de grabación mientras se encuentra grabando, Se debe asignar un número único de identificación a cada animal para poder relacionar las grabaciones con cada espécimen.

Anexo 4. Protocolo de grabación de murciélagos en línea de vuelo.

Se debe elegir un lugar abierto, donde no se encuentren murciélagos volando para que no interfieran con las grabaciones, o se puede realizar un barrido acústico previo en el lugar escogido para tener identificadas a las especies que vuelan ahí y poder diferenciar las llamadas con el murciélago que va a ser grabado.

Se extiende una hebra de hilo nylon entre dos postes, los cuales se deben distanciar entre ellos de 5 a 7 metros, en la hebra se coloca un anillo metálico el cual se encuentra amarrado a su vez a un hilo elástico y enganchado a otro anillo el cual está unido a un marcador fluorescente.

El hilo elástico debe ser de un largo de más o menos 1,50 metros, lo suficientemente largo como para topar el piso. En el extremo se amarra a manera de lazo alrededor del cuello del murciélago. Se debe tener el cuidado de que el lazo quede lo suficientemente flojo en el cuello del murciélago como para que no se dañe al animal pero lo suficientemente ajustado como para que no se escape.

Se coloca una persona en el poste con el equipo de grabación listo y el detector apuntando hacia la otra persona que se encuentra en el otro poste y sostiene al murciélago, una vez listo todo se apagan las luces y se libera al murciélago. Se realizan las grabaciones mientras el murciélago se encuentra volando, de ser necesario se repite el proceso. Una vez realizadas las grabaciones se libera al animal del hilo elástico y se lo guarda para su posterior procesamiento.

El hilo elástico debe estar disponible en varios grosores, de acuerdo al tamaño del murciélago. Para especies pequeñas se recomienda usar el hilo más delgado, mientras que para especies más grandes el hilo grueso tiene mejor utilidad.

Anexo 5. Protocolo de filtrado usando el paquete informático Avisoft-SASLab Pro versión 4.52 para Windows

El programa Avisoft-SASLab Pro tiene la opción de dos tipos de filtros, IIR Time Domain Filter y FIR Time Domain Filter, el filtro que se recomienda usar es el FIR Time Domain Filter ya que mantiene una mayor fidelidad de los archivos.

A su vez el FIR Time Domain Filter presenta la opción de 3 tipos de filtros, filtro de pase alto (*highpass*) el cual elimina la señal de componentes especificados por debajo de la frecuencia de corte, filtro de pase bajo (*lowpass*) el cual elimina la señal de componentes especificados por encima de la frecuencia de corte y filtro de paso de banda (*bandpass*) el cual transmite la señal entre los componentes especificados inferior y superior de la frecuencia de corte.

El primer paso para el proceso de filtrado es realizar un sonograma de la llamada con la cual se va a trabajar, para poder observar en más detalle la llamada de interés y de esta manera determinar correctamente que frecuencias se debe filtrar.

Una vez que se tiene claro que frecuencias es necesario filtrar se procede a ir a la ventana principal del programa y proceder al filtrado. Cuando ya se ha realizado el filtrado se recomienda hacer otro sonograma para ver en el espectrograma si la llamada tiene la intensidad necesaria para proceder a medirla. Si este no fuera el caso y se necesita un filtrado de ruido de fondo se puede realizar una reducción de ruido de fondo. Se debe tener cuidado con este proceso ya que se puede eliminar información como armónicos o llamadas de baja intensidad.

Para el proceso de reducción de ruido el primer paso es realizar un sonograma para determinar en el espectrograma que intensidades se desea filtrar, una vez elegidas las intensidades a ser filtradas se procede a ir a la ventana principal del programa, edición, edición de sonido, reducción de ruido. Se recomienda hacer un sonograma una vez acabado el proceso para asegurar que se obtuvo los resultados deseados.

Anexo 6. Protocolo de análisis de llamadas de ecolocación usando el paquete informático Sonobat versión 3.01

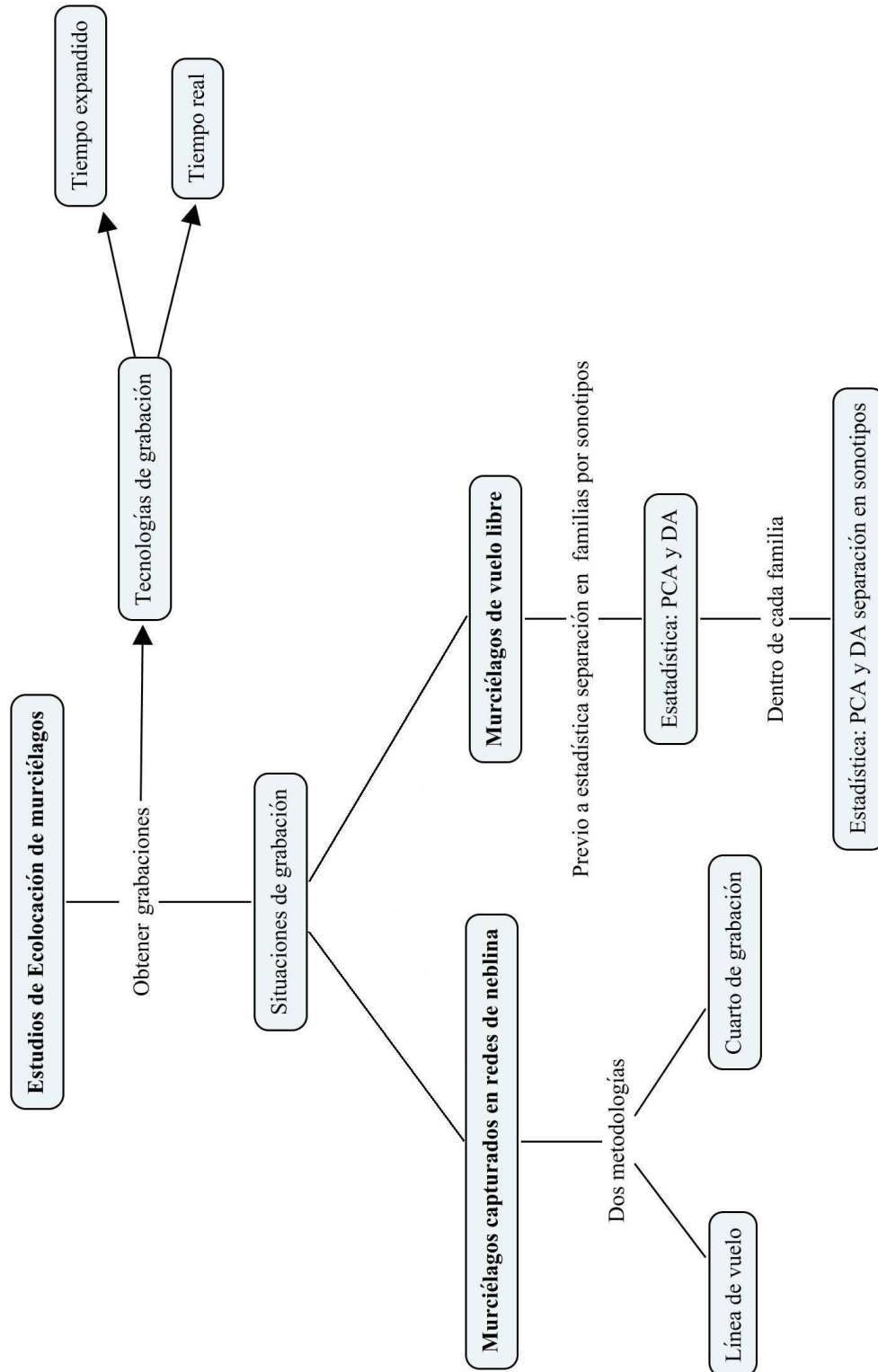
El programa Sonobat presenta la característica que coloca automáticamente los cursores que miden los parámetros acústicos en cada pulso. Para revisar cada llamada se lo puede hacer de forma manual o de forma automática.

En la forma manual se elige cada uno de los pulsos de interés y se puede revisar las mediciones que el programa hace y exportar esta información a un archivo de lectura. En la forma automática se eligen los archivos que se quiere analizar, se indica el máximo de llamadas a ser analizadas por archivo y el mínimo de calidad aceptable; una vez seleccionados todos estos parámetros el programa procederá a medir automáticamente todos los archivos elegidos y exportara la información a un archivo de lectura.

Dos cosas a tener en cuenta cuando se utiliza Sonobat es en primer lugar que las llamadas pueden ser visualizadas de dos maneras, en tiempo expandido o comprimido. La vista en forma comprimida muestra solo las llamadas que el programa reconoce según la intensidad que uno elige mientras que el tiempo expandido muestra todos los pulsos de la grabación sin importar la intensidad de cada pulso.

En segundo lugar ya que el programa coloca automáticamente los cursores que miden los parámetros en cada llamada, se debe ser un poco cuidadoso en las medidas de ciertas llamadas que el programa puede no reconocer porciones de la llamada o reconocer cierto ruido de fondo como parte de la llamada y se tiene una información equivocada.

Anexo 7. Procedimientos utilizados para trabajar con ecolocación de murciélagos en el presente estudio



Anexo 8. Resultados del Análisis de Componentes Principales realizado con todas las llamadas de murciélagos de vuelo libre.

Matriz de Componentes Rotados^a

	Componentes	
	1	2
Duración	-,537	-,374
Freq. más alta	,592	,799
Freq. inicial	,572	,813
Freq. más baja	,945	,290
Freq. final	,947	,268
Ancho de banda	,203	,978
Freq. máxima energía	,855	,463
Freq. punto de inflexión	,778	,590

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales.

Método de Rotación: Varimax con Normalización de Kaiser.

a, Rotación converge en 3 iteraciones.

Puntuaciones de los Coeficientes de la Matriz de Componentes

	Componentes	
	1	2
Duración	-,120	-,015
Frec. más alta	-,060	,309
Frec. inicial	-,079	,330
Frec. más baja	,394	-,251
Frec. final	,406	-,269
Ancho de banda	-,371	,638
Frec. máxima energía	,256	-,075
Frec. punto de inflexión	,149	,059

Varianza Total Explicada

Componentes	Eigenvalues Iniciales			Extracción de la suma de las cargas al cuadrado			Rotación de las sumas de las cargas al cuadrado		
	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total	% de Varianza	% Acumulado
1	6,395	79,931	79,931	6,395	79,931	79,931	4,135	51,691	51,691
2	,855	10,693	90,624	,855	10,693	90,624	3,115	38,933	90,624
3	,618	7,724	98,348						
4	,096	1,201	99,549						
5	,031	,393	99,943						
6	,004	,051	99,993						
7	,001	,007	100,000						
8	2,036E-5	,000	100,000						

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales

Anexo 9. Resultados del Análisis de Componentes Principales realizado con cuatro de las cinco especies de la familia Emballonuridae.

Matriz de Componentes Rotados

	Componentes	
	1	2
Duración	-,408	-,559
Frec. más alta	,977	,176
Frec. inicial	,984	,024
Frec. más baja	,995	-,029
Frec. final	,969	,048
Ancho de banda	-,129	,909
Frec. máxima energía	,981	,155
Frec. punto de inflexión	,979	,168

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales.

Método de Rotación: Varimax con Normalización de Kaiser.

a, Rotación converge en 3 iteraciones.

Puntuaciones de los Coeficientes de la Matriz de Componentes

	Componentes	
	1	2
Duración	-,021	-,445
Frec. más alta	,158	,061
Frec. inicial	,173	-,071
Frec. más baja	,180	-,118
Frec. final	,168	-,049
Ancho de banda	-,107	,798
Frec. máxima energía	,160	,043

Frec. punto de inflexión	,159	,054
--------------------------	------	------

Varianza Total Explicada

Componentes	Eigenvalues Iniciales			Extracción de la suma de las cargas al cuadrado			Rotación de las sumas de las cargas al cuadrado		
	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total	% de Varianza	Total
1	6,041	75,511	75,511	6,041	75,511	75,511	5,956	74,445	74,445
2	1,141	14,265	89,776	1,141	14,265	89,776	1,227	15,332	89,776
3	,714	8,923	98,700						
4	,064	,797	99,496						
5	,025	,311	99,807						
6	,009	,110	99,918						
7	,006	,074	99,991						
8	,001	,009	100,000						

Método de Extracción: Análisis de Componentes Principales

Anexo 10. Resultados del Análisis Discriminante realizado con las cinco especies de la familia Emballonuridae, (a) valores absolutos de correlación entre cada uno de los parámetros y las funciones discriminantes, (b) resultados de la clasificación, donde se ve que el 99,6% de los individuos están clasificados correctamente, tanto a *priori* como la clasificación en el DA. Las especies están representadas por números: (1) *Peropteryx macrotis*, (2) *Cormura brevirostris*, (3) *Saccolpteryx bilineata*, (4) *Rhynchonyctis naso* y (5) *Saccolpteryx leptura*.

(a)

	Función			
	1	2	3	4
Frec. más alta	,835*	-,158	-,208	-,205
Frec. punto de inflexión	,822*	-,177	-,286	-,139
Frec. máxima energía	,650*	-,241	-,404	-,294
Frec. final	,584*	-,415	,206	-,120
Frec. inicial	,541*	,002	-,228	-,250
Frec. más baja	,492*	-,293	-,143	-,118
Ancho de banda	,174	,362*	,029	-,064
Duración	-,081	,154	,359	,722*

*, Mayor correlación absoluta entre cada variable y una función discriminante

(b)

Especie	Predicción de la pertenencia a los grupos					Total		
	1	2	3	4	5			
Original	Conteo	1	13	0	0	0	0	13
		2	0	22	0	0	0	22
		3	0	0	357	0	1	358
		4	0	0	0	3	0	3
		5	0	0	1	0	130	131
%		1	100,0	,0	,0	,0	,0	100,0
		2	,0	100,0	,0	,0	,0	100,0
		3	,0	,0	99,7	,0	,3	100,0
		4	,0	,0	,0	100,0	,0	100,0
		5	,0	,0	,8	,0	99,2	100,0

			Predicción de la pertenencia a los grupos					Total
			1	2	3	4	5	
Original	Conteo	1	13	0	0	0	0	13
		2	0	22	0	0	0	22
		3	0	0	357	0	1	358
		4	0	0	0	3	0	3
		5	0	0	1	0	130	131
%		1	100,0	,0	,0	,0	,0	100,0
		2	,0	100,0	,0	,0	,0	100,0
		3	,0	,0	99,7	,0	,3	100,0
		4	,0	,0	,0	100,0	,0	100,0
		5	,0	,0	,8	,0	99,2	100,0

a, 99,6% de casos originalmente agrupados correctamente clasificados

Anexo 11. Resultados del Análisis Discriminante realizado con las cuatro especies de la familia Emballonuridae, (a) valores absolutos de correlación entre cada uno de los parámetros y las funciones discriminantes, (b) resultados de la clasificación, donde se ve que el 99,8% de los individuos están clasificados correctamente, tanto *a priori* como la clasificación en el DA. Las especies están representadas por números: (1) *Peropteryx macrotis*, (2) *Cormura brevirostris*, (3) *Saccopteryx bilineata* y (5) *Saccopteryx leptura*.

(a)

	Función		
	1	2	3
Frec. más alta	,834*	-,106	-,304
Frec. punto de inflexión	,826*	-,174	-,278
Frec. máxima energía	,697*	-,287	-,428
Frec. final	,692*	-,011	,057
Frec. más baja	,557*	-,180	-,125
Frec. inicial	,507*	-,060	-,367
Ancho de banda	,052	,237*	-,175
Duración	-,123	,216	,715*

*, Mayor correlación absoluta entre cada variable y una función discriminante

(b)

			Predicción de la pertenencia a los grupos				Total
			1	2	3	5	
Original	Conteo	1	13	0	0	0	13
		2	0	22	0	0	22
		3	0	0	358	0	358
		5	0	0	1	130	131
%		1	100,0	,0	,0	,0	100,0
		2	,0	100,0	,0	,0	100,0
		3	,0	,0	100,0	,0	100,0
		5	,0	,0	,8	99,2	100,0

a, 99,8% de casos originalmente agrupados correctamente clasificados

Anexo 12. Resultados de los Anovas y pruebas de Duncan realizados para todos los parámetros acústicos utilizados para el reconocimiento de especies para la familia Emballonuridae.

(a) Anova

Duración

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	452,537	4	113,134	36,757	,000
Dentro de los Grupos	1606,672	522	3,078		
Total	2059,209	526			

Frecuencia más alta

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	16333,271	4	4083,318	1877,411	,000
Dentro de los Grupos	1135,336	522	2,175		
Total	17468,606	526			

Frecuencia inicial

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,

Entre Grupos	15667,353	4	3916,838	787,025	,000
Dentro de los Grupos	2597,871	522	4,977		
Total	18265,224	526			

Frecuencia más baja

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	12272,597	4	3068,149	678,812	,000
Dentro de los Grupos	2359,377	522	4,520		
Total	14631,974	526			

Frecuencia final

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	13722,387	4	3430,597	976,616	,000
Dentro de los Grupos	1833,649	522	3,513		
Total	15556,036	526			

Ancho de banda

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	590,845	4	147,711	127,170	,000
Dentro de los Grupos	606,316	522	1,162		
Total	1197,161	526			

Frecuencia de máxima energía

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	14302,182	4	3575,546	1160,183	,000
Dentro de los Grupos	1608,741	522	3,082		
Total	15910,923	526			

Frecuencia del punto de inflexión

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	16205,820	4	4051,455	1824,878	,000
Dentro de los Grupos	1158,904	522	2,220		
Total	17364,725	526			

(b) Prueba de Duncan para Frecuencia más alta, se obtuvieron resultados iguales para todos los parámetros excepto ancho de banda y duración.

Frecuencia más alta

Sonespecie	N	Subconjunto de alfa = 0,05				
		1	2	3	4	5
2	22	33,5640				
1	13		40,1618			
3	358			45,7782		
5	131				52,8812	
4	3					94,2712
Sig,		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran para grupos en subconjuntos homogéneos

a, Se usa media armónica. Tamaño de muestra = 10,726.

b, Los tamaños de grupos son desiguales. Niveles de Error del Tipo I no están garantizados

Anexo 13. Resultados del Análisis de Componentes Principales realizado con doce sonoespecies de la familia Molossidae.

Matriz de Componentes Rotados

	Componentes	
	1	2
Duración	-,569	,030
Frec. más alta	,901	,401
Frec. más baja	,815	-,547
Ancho de banda	,206	,977
Frec. máxima energía	,953	,218
Frec. punto de inflexión	,951	,281

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales.

Método de Rotación: Varimax con Normalización de Kaiser.

a, Rotación converge en 3 iteraciones.

Puntuaciones de los Coeficientes de la Matriz de Componentes

	Componentes	
	1	2
Duración	-,169	,082

Frec. más alta	,218	,178
Frec. más baja	,296	-,465
Ancho de banda	-,046	,651
Frec. máxima energía	,253	,047
Frec. punto de inflexión	,246	,091

Varianza Total Explicada

Componentes	Eigenvalues Iniciales			Extracción de la suma de las cargas al cuadrado			Rotación de las sumas de las cargas al cuadrado		
	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total	% de Varianza	% Acumulado
1	3,802	63,365	63,365	3,802	63,365	63,365	3,656	60,934	60,934
2	1,396	23,263	86,628	1,396	23,263	86,628	1,542	25,694	86,628
3	,751	12,510	99,138						
4	,041	,687	99,825						
5	,010	,170	99,996						
6	,000	,004	100,000						

Método de Extracción: Análisis de Componentes Principales

Anexo 14. Resultados del Análisis Discriminante realizado con las nueve primeras especies de la familia Molossidae, (a) valores absolutos de correlación entre cada uno de los parámetros y las funciones discriminantes, (b) resultados de la clasificación, donde se ve que el 97,7% de los individuos están clasificados correctamente, tanto a *priori* como la clasificación en el DA. Cada sonoespecie está representada por un número: 1) Sonoespecie uno, (2) Sonoespecie dos, (3) Sonoespecie tres, (4) Sonoespecie cuatro, (5) Sonoespecie cinco, (6) Sonoespecie seis, (7) Sonoespecie siete, (8) *Promops centralis* y (9) Sonoespecie nueve.

(a)

	Función					
	1	2	3	4	5	6
Frec. más alta	,847*	-,013	,208	,262	,081	-,405
Frec. punto de inflexión	,796*	-,309	-,145	-,373	-,297	,150
Frec. más baja	,228	,489	-,816*	-,177	,106	,023
Ancho de banda	,333	-,405	,800*	,285	-,052	-,023
Duración	-,164	-,045	-,291	,889*	,284	,123
Frec. máxima energía	,512	-,272	-,313	-,183	,729*	,029

*, Mayor correlación absoluta entre cada variable y una función discriminante

(b)

Especie	Predicción de la pertenencia a los grupos									Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Original Conteo	1	7	0	0	0	0	1	0	0	0	8
	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9
	3	0	1	29	0	0	0	0	0	0	30
	4	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9
	5	0	0	0	0	37	0	0	0	0	37
	6	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5
	7	0	0	0	0	0	0	12	0	0	12
	8	0	0	0	0	0	0	0	60	2	62
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
%	1	87,5	,0	,0	,0	,0	12,5	,0	,0	,0	100,0
	2	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	3	,0	3,3	96,7	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	4	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	5	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	6	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	100,0
	7	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	100,0
	8	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	96,8	3,2	100,0

9	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	100,0
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-------	-------

a, 97,7% de casos originalmente agrupados correctamente clasificados

Anexo 15. Resultados del Análisis Discriminante realizado con las tres sonoespecies restantes de la familia Molossidae, (a) valores absolutos de correlación entre cada uno de los parámetros y las funciones discriminantes, (b) resultados de la clasificación, donde se ve que el 98,5% de los individuos están clasificados correctamente, tanto *a priori* como la clasificación en el DA, Cada sonoespecie está representada por un número de la siguiente manera: (10) *Molossus molossus*, (11) Sonoespecie once y (12) *M. rufus*,

(a)

	Función	
	1	2
Frec. máximo poder	,904*	-,197
Frec. punto de inflexión	,883*	-,385
Frec. más alta	,842*	-,241
Frec. más baja	,788*	-,412
Duración	-,149	,740*
Ancho de banda	-,066	,587*

*, Mayor correlación absoluta entre cada variable y una función discriminante

(b)

Original	Conteo	Especie	Predicción de la pertenencia a los grupos			Total
			10	11	12	
	10		151	2	0	153

	11	1	26	0	27
	12	0	0	20	20
%	10	98,7	1,3	,0	100,0
	11	3,7	96,3	,0	100,0
	12	,0	,0	100,0	100,0

a, 98,5% de casos originalmente agrupados correctamente clasificados

Anexo 16. Resultados de los Anovas y pruebas de Duncan realizados para todos los parámetros acústicos utilizados para el reconocimiento de especies para la familia Molossidae.

(a) Anova

Duración

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig.
Entre Grupos	115642,930	11	10512,994	445,898	,000
Dentro de los Grupos	41802,267	1773	23,577		
Total	157445,198	1784			

Frecuencia más alta

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig.
Entre Grupos	32221,751	11	2929,250	346,556	,000
Dentro de los Grupos	14986,212	1773	8,452		
Total	47207,963	1784			

Frecuencia más baja

	Suma de Cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig.
Entre Grupos	31139,706	11	2830,882	273,863	,000
Dentro de los Grupos	18327,272	1773	10,337		
Total	49466,978	1784			

Ancho de banda

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	20234,912	11	1839,537	1191,333	,000
Dentro de los Grupos	2737,690	1773	1,544		
Total	22972,602	1784			

Frecuencia del punto de inflexión

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	33936,856	11	3085,169	352,467	,000
Dentro de los grupos	15519,180	1773	8,753		
Total	49456,036	1784			

Frecuencia de máximo poder

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	30008,873	11	2728,079	312,967	,000
Dentro de los grupos	15481,067	1776	8,717		
Total	45489,940	1787			

(b) Prueba de significación de Duncan para los parámetros que resultaron los mejores predictores en separar las diferentes sonoespecies,

Ancho de banda

Sonoespecie	N	Subconjunto de alfa = 0,05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	9	2,1446								
10	1355		3,2217							
12	101		3,2983							
11	156		4,1700	4,1700						

9	4			5,1459	5,1459					
8	62				5,7859					
7	12					6,9872				
4	9					7,2763				
6	5						12,2759			
5	37							13,5220		
1	5								19,3334	
3	30									25,6554
Sig,		1,000	,084	,061	,218	,578	1,000	1,000	1,000	1,000

a, Se una media armónica Tamaño de muestra = 11,438.

b, Los tamaños de grupos son desiguales. Niveles de Error del tipo I no están garantizados

Frecuencia de máxima energía

Sonoespecie	N	Subconjunto de alfa = 0,05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
12	101	26,2313								
9	4	28,2329	28,2329							
7	12	28,3829	28,3829							
8	62		29,3726							
11	156			32,3201						
5	37			34,0225	34,0225					
4	9				35,9972	35,9972				
6	5				36,3935	36,3935				
10	1355					38,4179				
1	8						41,1500			
2	9							45,4021		
3	30									51,4250
Sig,		,087	,370	,153	,059	,054	1,000	1,000	1,000	1,000

a, Se usa media armónica. Tamaño de muestra = 12,319.

Frecuencia más alta

Sonoespecie	N	Subconjunto de alfa = 0,05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
12	101	27,8153								
9	4	29,1399	29,1399							

8	62		30,3428	30,3428					
7	12			32,3120	32,3120				
11	156				33,1552				
5	37					36,7162			
4	9					36,7918			
10	1355					39,1934			
6	5						45,4404		
2	9						45,6760		
3	30							55,3168	
1	5								57,7100
Sig,		,276	,323	,105	,488	,053	,846	1,000	1,000

Anexo 17. Resultados del Análisis de Componentes Principales realizado con las dos especies de la familia Noctilionidae.

Matriz de Componentes Rotados^a

	Componentes	
	1	2
Duración	,786	-,004
Frec. más alta	,918	,308
Frec. más baja	,572	,806
Ancho de banda	,031	-,950
Frec. máxima energía	,363	,828
Frec. punto de inflexión	,854	,389

Método de Extracción: Análisis de Componentes Principales

Método de Rotación: Varimax con Normalización Kaiser.

a, Rotación converge en 3 iteraciones.

Puntuaciones de los Coeficientes de la Matriz de Componentes

	Componentes
--	-------------

	1	2
Duración	,410	-,224
Frec. más alta	,391	-,088
Frec. más baja	,071	,286
Ancho de banda	,284	-,536
Frec. máxima energía	-,044	,357
Frec. punto de inflexión	,335	-,024

Varianza Total Explicada

Componentes	Eigenvalues Iniciales			Extracción de la suma de las cargas al cuadrado			Rotación de las sumas de las cargas al cuadrado		
	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total	% de Varianza	% Acumulado
1	3,913	65,218	65,218	3,913	65,218	65,218	2,651	44,177	44,177
2	1,220	20,336	85,554	1,220	20,336	85,554	2,483	41,377	85,554
3	,581	9,682	95,236						
4	,252	4,205	99,441						
5	,034	,559	100,000						
6	5,212E-16	8,686E-15	100,000						

Método de Extracción: Análisis de Componentes Principales

Anexo 18. Resultados del Análisis Discriminante realizado con los tres tipos de llamadas de las dos especies de la familia Noctilionidae, (a) valores absolutos de correlación entre cada uno de los parámetros y las funciones discriminantes, (b) resultados de la clasificación, donde se ve que el 100% de los individuos están clasificados correctamente, tanto a *priori* como la clasificación en el DA. Cada especie está representada por un número: (1) *Noctilio leporinus*, (2) *Noctilio albiventris* (llamada CF-FM) y (3) *Noctilio albiventris* (llamada CF).

(a)

	Función	
	1	2
Frec. más alta	,794*	-,423
Frec. punto de inflexión	,375*	-,073
Ancho de banda ^a	-,068	-,576*
Frec. más baja	,273	,445*
Duración	,136	,190*
Frec. máxima energía	,121	,174*

*, Mayor correlación absoluta entre cada variable y una función discriminante

a, Esta variable no usada en el análisis

(b)

Especie	Predicción de la pertenencia a los grupos	Total

			1	2	3	
Original	Conteo	1	13	0	0	13
		2	0	27	0	27
		3	0	0	5	5
	%	1	100,0	,0	,0	100,0
		2	,0	100,0	,0	100,0
		3	,0	,0	100,0	100,0

a, 100,0% de casos originalmente agrupados correctamente clasificados

Anexo 19. Resultados de los Anovas y pruebas de Duncan realizados para todos los parámetros acústicos utilizados para el reconocimiento de especies para la familia Noctilionidae.

(a)Anova

Duración

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	81,947	2	40,973	21,781	,000
Dentro de los grupos	79,010	42	1,881		
Total	160,956	44			

Frecuencia más alta

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	2698,970	2	1349,485	666,513	,000
Dentro de los grupos	85,037	42	2,025		
Total	2784,007	44			

Frecuencia más baja

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	5439,073	2	2719,537	91,617	,000
Dentro de los grupos	1246,718	42	29,684		
Total	6685,791	44			

Ancho de banda

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	1575,044	2	787,522	28,559	,000
Dentro de grupos	1158,173	42	27,576		
Total	2733,217	44			

Frecuencia de máxima energía

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	2634,247	2	1317,123	17,406	,000
Dentro de los grupos	3178,219	42	75,672		
Total	5812,466	44			

Frecuencia del punto de inflexión

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	3922,563	2	1961,281	145,842	,000
Dentro de grupos	564,815	42	13,448		
Total	4487,377	44			

(b) Prueba de Duncan para los parámetros que resultaron los mejores predictores en separar las diferentes sonoespecies, los parámetros para los cuales no se anexa sus tablas es porque presentan resultados iguales a los de duración.

Ancho de banda

Especie	N	Subconjunto de alfa = 0,05	
		1	2
3	5	7,7458	
2	27		25,7946
1	13		27,6344

Sig,		1,000	,448
------	--	-------	------

Se muestran para grupos en subconjuntos homogéneos

a, Se usa media armónica. Tamaño de muestra = 9,555.

b, Los tamaños de grupos son desiguales. Niveles de Error tipo I no están garantizados

Frecuencia del punto de inflexión

Especie	N	Subconjunto de alfa = 0,05	
		1	2
1	13	45,5436	
2	27		66,0962
3	5		66,3865
Sig,		1,000	,863

a, Se usa media armónica. Tamaño de muestra = 9,555

b, Los tamaños de grupos son desiguales. Niveles de Error del Tipo I no están garantizados

Duración

Especie	N	Subconjunto de alfa = 0,05		
		1	2	3
1	13	6,2447		
2	27		8,6995	
3	5			10,4591
Sig,		1,000	1,000	1,000

a, Se usa media armónica. Tamaño de muestra = 9,555

b, Los tamaños de grupos son desiguales. Niveles de Error del Tipo I no están garantizados

Anexo 20. Resultados del Análisis de Componentes Principales realizado con las seis especies de la familia Phyllostomidae.

Matriz de Componentes Rotada^a

	Componentes	
	1	2
Duración	-,031	,982
Frec. más alta	,993	,036
Frec. más baja	,942	-,218
Ancho de banda	,944	,187
Frec. de máxima energía	,967	-,154
Frec. característica	,957	-,070
Frec. punto de inflexión	,951	-,106
Inclinación más profunda	,779	-,410

Método de Extracción: Análisis de Componentes Principales

Método de Rotación: Varimax con Normalización de Kaiser

^a, Rotación converge en 3 iteraciones

Puntuaciones de los Coeficientes de la Matriz de Componentes

	Componentes	
	1	2
Duración	,084	,826
Frec. más alta	,175	,121
Frec. más baja	,143	-,099
Ancho de banda	,180	,244
Frec. máxima energía	,153	-,042
Frec. característica	,159	,028
Frec. punto de inflexión	,155	-,003
Inclinación más profunda	,097	-,275

Varianza Total Explicada

Componentes	Eigenvalues Iniciales			Extracción de la suma de las cargas al cuadrado			Rotación de las sumas de las cargas al cuadrado		
	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total	% de Varianza	% Acumulado
1	6,215	77,691	77,691	6,215	77,691	77,691	6,128	76,595	76,595
2	1,168	14,596	92,287	1,168	14,596	92,287	1,255	15,692	92,287
3	,303	3,784	96,071						
4	,144	1,798	97,868						
5	,085	1,064	98,933						
6	,058	,722	99,655						
7	,027	,339	99,994						
8	,000	,006	100,000						

Método de Extracción: Análisis de Componentes Principales

Anexo 21. Resultados del Análisis Discriminante realizado con las seis especies de la familia Phyllostomidae, (a) valores absolutos de correlación entre cada uno de los parámetros y las funciones discriminantes, (b) resultados de la clasificación, donde se ve que el 96,7% de los individuos están clasificados correctamente, tanto a *priori* como la clasificación en el DA. Cada sonoespecie está siendo representada por su respectivo número.

(a)

	Función				
	1	2	3	4	5
Frec. más alta	,914*	-,010	,298	,213	,083
Frec. más baja	,351	,682*	-,103	-,406	,030
Frec. máxima energía	,415	,661*	,232	,506	,241
Ancho de banda	,481	-,564*	,343	,510	,105
Duración	,000	-,312*	-,250	,184	-,259
Inclinación más profunda	,137	,327	,890*	-,172	,196
Frec. característica	,347	,300	-,366	-,549*	,486
Frec. punto de inflexión	,261	,130	-,049	-,071	,637*

*, Mayor correlación absoluta entre cada variable y una función discriminante

(b)

		Predicción de la pertenencia a los grupos						Total	
		1	2	3	4	5	6		
Original	Conteo	1	46	0	0	3	0	0	49
		2	0	2	0	0	0	0	2
		3	0	0	86	0	0	0	86
		4	3	0	0	32	0	0	35
		5	0	0	0	0	3	0	3
		6	0	0	0	0	0	7	7
		%	1	93,9	,0	,0	6,1	,0	,0
		2	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	100,0
		3	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	100,0
		4	8,6	,0	,0	91,4	,0	,0	100,0
		5	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	100,0
		6	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	100,0

a, 96,7% de casos originalmente agrupados correctamente clasificados

Anexo 22. Resultados del Análisis Discriminante realizado con realizado con las medidas de los armónicos bajos de nueve de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina y las seis sonoespecies registradas con métodos acústicos (a) valores absolutos de correlación entre cada uno de los parámetros y las funciones discriminantes, (b) resultados de la clasificación, donde se ve que el 83,2% de los individuos están clasificados correctamente, tanto a *priori* como la clasificación en el DA. Cada especie está representada por un número: (1)*Artibeus lituratus*, (2) *A. obscurus*, (3)*A. planirostris*, (4)*Carollia brevicauda*, (6)*C. perspicillata*, (8)*Lophostoma silvicolum*, (10)*Phyllostomus elongatus*, (13)*Tonatia saurophila* y (14)*Trachops cirrhosus*, (15) Sonoespecie uno, (16) Sonoespecie dos (17) Sonoespecie tres, (18) Sonoespecie cuatro, (19) Sonoespecie cinco y (20) Sonoespecie seis.

(a)

	Función							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Frec. más ala	,885*	-,370	-,161	,014	,080	,157	-,142	,055
Frec. más baja	,760*	,499	,009	-,045	-,046	,126	-,359	,158
Frec. característica	,740*	,327	-,217	,347	,404	,000	,097	-,071
Frec. máxima energía	,651*	,159	,158	-,183	-,301	,402	,477	-,113
Ancho de banda	,468	-,834*	-,198	,060	,131	,090	,127	,016
Inclinación más profunda	,362	-,270	,691*	,094	,419	,131	-,338	,044
Duración	-,256	-,218	-,564*	-,432	,355	,500	,055	-,054
Frec. punto de inflexión	,492	-,072	-,211	,688*	-,123	,434	-,174	-,041

*, Mayor correlación absoluta entre cada variable y una función discriminante

(b)

Especie	Predicción de la pertenencia a los grupos															Total		
	1	2	3	4	6	8	10	13	14	15	16	17	18	19	20			
Original Conteo	1	26	1	9	0	2	7	5	3	4	0	0	0	0	0	57		
	2	1	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6		
	3	8	0	26	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	1	3	43	
	4	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	
	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	8	2	0	1	0	0	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	13	
	10	0	0	0	0	0	0	155	0	0	0	0	0	0	0	0	155	
	13	0	1	0	0	1	3	0	1	3	0	0	0	0	0	0	9	
	14	0	0	2	4	0	0	0	1	34	0	0	0	0	0	0	41	
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	2	0	0	49	
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	0	0	0	86	
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	29	0	0	35	
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3	
	20	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	
	%	1	45,6	1,8	15,8	0	3,5	12,3	8,8	5,3	7	0	0	0	0	0	100	
		2	16,7	66,7	0	0	0	16,7	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
		3	18,6	0	60,5	0	0	2,3	4,7	4,7	0	0	0	0	0	2,3	7	100
		4	0	0	25	50	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	100	
		6	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
	8	15,4	0	7,7	0	0	61,5	7,7	7,7	0	0	0	0	0	0	100		
	10	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100		
	13	0	11,1	0	0	11,1	33,3	0	11,1	33,3	0	0	0	0	0	100		
	14	0	0	4,9	9,8	0	0	0	2,4	82,9	0	0	0	0	0	100		
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95,9	0	0	4,1	0	100		
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100		
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	100		
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,1	0	0	82,9	0	100		
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	33,3	0	0	0	0	66,7	0	100	
	20	0	0	71,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28,6	100		

a, 83,2% de casos originalmente agrupados correctamente clasificados

Anexo 23. Resultados del Análisis Discriminante realizado con realizado con las medidas de los armónicos altos de 13 de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina y las seis sonoespecies registradas con métodos acústicos (a) valores absolutos de correlación entre cada uno de los parámetros y las funciones discriminantes, (b) resultados de la clasificación, donde se ve que el 79,9% de los individuos están clasificados correctamente, tanto *a priori* como la clasificación en el DA. Cada especie está representada por un número: (1)*Artibeus lituratus*, (2) *A. obscurus*, (3)*A. planirostris*, (4)*Carollia brevicauda*, (5)*C. castanea*, (6)*C. perspicillata*, (7)*Lonchophylla thomasi*, (8)*Lophostoma silvicolum*, (9)*Mesophylla macconelli*, (10)*Phyllostomus elongatus*, (11)*Sturnira lilium*, (12)*Thyroptera tricolor* y (14)*Trachops cirrhosus*, (15) Sonoespecie uno, (16) Sonoespecie dos (17) Sonoespecie tres, (18) Sonoespecie cuatro, (19) Sonoespecie cinco y (20) Sonoespecie seis.

(a)

	Función							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Frec. más alta	,951*	-,104	-,189	,064	,197	-,054	,014	,045
Ancho de banda	,295	-,749*	,517	-,078	-,099	,199	,169	,029
Inclinación más profunda	,198	,346	,756*	-,167	-,489	,022	-,029	-,023
Frec. característica	,489	,421	-,592*	,335	,084	,200	,271	-,038
Frec. más baja	,482	,549	-,581*	,112	,230	-,200	-,131	,075
Duración	-,122	-,241	,392	,636*	,605	,016	-,001	-,046
Frec. máxima energía	,426	,314	-,341	-,362	,628*	,265	,091	-,028
Frec. punto de inflexión	,416	,107	-,505	,234	-,040	,541*	-,451	-,088

*, Mayor correlación absoluta entre cada variable y una función discriminante

%	1	65,1	,0	9,3	20,9	,0	,0	2,3	,0	,0	,0	2,3	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	2	,0	42,9	,0	14,3	,0	,0	14,3	14,3	14,3	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	3	40,0	,0	,0	,0	20,0	20,0	,0	20,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	4	22,2	,0	,0	55,6	,0	3,7	,0	,0	,0	,0	11,1	,0	7,4	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	5	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	6	,0	,0	50,0	,0	,0	50,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	7	,0	5,9	,0	5,9	,0	,0	88,2	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	8	,0	20,0	,0	40,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	40,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	9	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	10	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	11	13,6	,0	9,1	4,5	,0	,0	,0	9,1	,0	,0	50,0	,0	13,6	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	12	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	14	10,0	,0	,0	20,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	30,0	,0	40,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	15	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	89,8	,0	,0	10,2	,0	,0	100,0
	16	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	17	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	100,0
	18	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	22,9	,0	,0	77,1	,0	,0	100,0
	19	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	100,0
	20	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	100,0

a, 79,9% de casos originalmente agrupados correctamente clasificados

Anexo 24. Resultados del Análisis de Componentes Principales realizado con las doce sonoespecies de la familia Vespertilionidae.

Matriz de Componentes Rotados^a

	Componentes	
	1	2
Duración	-,870	-,291
Frec. más alta	,780	,490
Frec. más baja	,160	,977
Inclinación más profunda	,908	,117
Inclinación más baja	,836	,087

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales

Método de Rotación: Varimax con Normalización de Kaiser

a, Rotación converge en 3 iteraciones

Puntuaciones de los Coeficientes de la Matriz de Componentes

	Componentes	
	1	2
Duración	-,298	-,002
Frec. más alta	,189	,235
Frec. más baja	-,260	,945
Inclinación más profunda	,375	-,190
Inclinación más baja	,352	-,196

Varianza Total Explicada

Componentes	Eigenvalues Iniciales			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total	% de Varianza	% Acumulado	Total	% de Varianza	% Acumulado
1	3,369	67,385	67,385	3,369	67,385	67,385	2,914	58,273	58,273
2	,845	16,910	84,295	,845	16,910	84,295	1,301	26,021	84,295
3	,456	9,111	93,405						
4	,228	4,568	97,974						
5	,101	2,026	100,000						

Método de Extracción: Análisis de Componentes Principales

Anexo 25. Resultados del Análisis Discriminante realizado con las doce especies de la familia Vespertilionidae, (a) valores absolutos de correlación entre cada uno de los parámetros y las funciones discriminantes, (b) resultados de la clasificación, donde se ve que el 96,4% de los individuos están clasificados correctamente, tanto a *priori* como la clasificación en el DA. Cada sonoespecie está siendo representada por un número: (1) Sonoespecie uno, (2) *Eptesicus furinalis*, (3) *Lasiurus blossevillii*, (4) Sonoespecie cuatro, (5) *Myotis riparius* y (6) Sonoespecie seis, (7) Sonoespecie siete, (8) Sonoespecie ocho, (9) Sonoespecie nueve, (10) Sonoespecie diez, (11) Sonoespecie once y (12) Sonoespecie doce.

(a)

	Función				
	1	2	3	4	5
Inclinación más baja	,721*	,064	,424	,299	-,455
Frec. más baja	,232	,955*	-,140	,019	,123
Frec. más alta	,459	,226	-,480	,654*	,283
Inclinación más profunda	,576	-,005	-,491	-,126	,641*
Duración	-,558	-,150	,440	,274	,631*

*, Mayor correlación absoluta entre cada variable y una función discriminante

(b)

			Predicción de la pertenencia a los grupos											Total		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	
Original	Conteo	1	137	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	141
		2	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
		3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
		4	0	0	0	9	0	0	1	0	1	0	0	0	0	11
		5	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
		6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
		8	0	0	0	0	0	0	0	67	0	1	0	0	0	68
		9	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0	1	0	0	8
		10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	22	0	0	0	23
		11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
%		1	97,2	,0	,0	,0	,0	,0	,0	2,1	,0	,0	,0	,7	100,0	
		2	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	
		3	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	
		4	,0	,0	,0	81,8	,0	,0	9,1	,0	9,1	,0	,0	,0	100,0	
		5	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	
		6	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	
		7	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	
		8	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	98,5	,0	1,5	,0	,0	100,0	
		9	12,5	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	75,0	,0	12,5	,0	100,0	
		10	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	4,3	,0	95,7	,0	,0	100,0	
		11	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	100,0	
		12	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	100,0	

a, 96,4% de casos originalmente agrupados correctamente clasificados

Anexo 26. Resultados de los Anovas y pruebas de Duncan realizados para todos los parámetros acústicos utilizados para el reconocimiento de especies para la familia Vespertilionidae.

(a)Anova

Duración

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	4248,083	11	386,189	367,891	,000
Dentro de grupos	3016,946	2874	1,050		
Total	7265,029	2885			

Frecuencia más alta

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	245252,214	11	22295,656	491,657	,000
Dentro de grupos	130330,182	2874	45,348		
Total	375582,397	2885			

Frecuencia más baja

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	52020,286	11	4729,117	1814,220	,000
Dentro de grupos	7491,640	2874	2,607		
Total	59511,927	2885			

Inclinación más profunda

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig,
Entre Grupos	89270,377	11	8115,489	350,020	,000
Dentro de grupos	66635,873	2874	23,186		
Total	155906,250	2885			

Inclinación más baja

	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	F	Sig.
Entre Grupos	712,433	11	64,767	154,676	,000
Dentro de grupos	1203,415	2874	,419		
Total	1915,847	2885			

(b) Prueba de Duncan para los parámetros que resultaron los mejores predictores en separar las diferentes sonoespecies,

Inclinación más profunda

Especie	N	Subconjunto de alfa = 0,05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
10	214	5,2025							
2	226		12,0571						
8	578		12,8913	12,8913					
12	8		12,9815	12,9815					
11	6			15,8911					
1	1578				20,5594				
5	89				22,5949	22,5949			
3	30					24,5116			
9	65					24,6766			
4	81						29,3984		
6	3							34,1697	
7	8								38,9054
Sig.		1,000	,631	,115	,257	,277	1,000	1,000	1,000

a, Se usa media armónica. Tamaño de muestra = 14,393,

b, Los tamaños de grupos son desiguales. Niveles de Error del Tipo I no están garantizados

Inclinación más baja

Especie	N	Subconjunto de alfa = 0,05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
10	214	,1000							
8	578	,2883	,2883						
2	226	,4232	,4232						
1	1578	,6056	,6056						
3	30		,6582						
12	8			1,1393					
5	89			1,3465	1,3465				
9	65				1,8067	1,8067			
11	6					2,1829	2,1829		
4	81						2,4984		
7	8							3,7891	
6	3								5,1139
Sig.		,054	,165	,390	,057	,119	,191	1,000	1,000

Frecuencia más baja

Especie	N	Subconjunto de alfa = 0,05					
		1	2	3	4	5	6
3	30	35,8168					
2	226	35,9834					
12	8		44,6288				
11	6			46,5867			
10	214				47,8839		
8	578				47,8861		
1	1578				47,8890		
7	8				47,9787		
9	65				48,3853		
4	81				48,4210		
5	89					61,1600	
6	3						65,2406
Sig.		,782	1,000	1,000	,447	1,000	1,000

Anexo 27. Resultados del Análisis Discriminante realizado con realizado con las medidas de los armónicos altos de 13 de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina (a) valores absolutos de correlación entre cada uno de los parámetros y las funciones discriminantes, (b) resultados de la clasificación, donde se ve que el 76,4% de los individuos están clasificados correctamente, tanto a *priori* como la clasificación en el DA. Cada especie está representada con un número: (1) *Artibeus lituratus*, (2) *A. obscurus*, (3) *A. planirostris*, (4) *Carollia brevicauda*, (5) *C. castanea*, (6) *C. perspicillata*, (7) *Lonchophylla thomasi*, (8) *Lophostoma silvicolum*, (9) *Mesophylla macconelli*, (10) *Phyllostomus elongatus*, (11) *Sturnira lilium*, (12) *Thyroptera tricolor* y (14) *Trachops cirrhosus*.

(a)

	Función							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Frec. más alta	,834*	-,223	-,456	,151	,088	,127	-,007	,001
Inclinación más profunda	,321	,234	,757*	-,328	-,168	-,229	,240	-,154
Frec. más baja	,435	,314	-,710*	-,169	-,200	-,106	,302	,195
Frec. característica	,398	,256	-,599*	,126	-,002	,190	,514	-,319
Duración	-,122	-,119	-,025	,675*	,320	,399	-,487	,130
Frec. máxima energía	,359	,079	-,477	-,499	,196	,548*	,141	,177
Intervalo de pulso	,036	-,236	-,057	,307	-,496	,533*	,321	,461
Frec. punto de inflexión	,301	,047	-,323	,292	,572	-,102	,587*	,186

*, Mayor correlación absoluta entre cada variable y una función discriminante

(b)

			Predicción de la pertenencia a los grupos												Total	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	14		
Original	Conteo	1,00	31	1	0	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	41
		2,00	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
		3,00	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		4,00	5	0	0	16	0	0	0	0	0	0	1	0	3	25
		5,00	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
		6,00	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		7,00	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	1	0	14
		8,00	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	4
		9,00	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		10,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	35
		11,00	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	8	0	2	15
		12,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5
		14,00	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	6	10
			%	1,00	75,6	2,4	,0	17,1	2,4	,0	,0	,0	,0	2,4	,0	,0
		2,00	,0	50,0	25,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	25,0	100,0	
		3,00	50,0	,0	50,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	
		4,00	20,0	,0	,0	64,0	,0	,0	,0	,0	,0	4,0	,0	12,0	100,0	
		5,00	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	
		6,00	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	
		7,00	,0	,0	,0	,0	,0	,0	92,9	,0	,0	,0	7,1	,0	100,0	
		8,00	,0	,0	,0	25,0	,0	,0	25,0	,0	,0	50,0	,0	,0	100,0	
		9,00	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	100,0	
		10,00	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	100,0	
		11,00	13,3	,0	,0	13,3	,0	,0	,0	6,7	,0	53,3	,0	13,3	100,0	
		12,00	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	100,0	
		14,00	10,0	,0	,0	20,0	,0	,0	,0	,0	,0	10,0	,0	60,0	100,0	

a, 76,4% de casos originalmente agrupados correctamente clasificados

Anexo 28. Resultados del Análisis Discriminante realizado con realizado con las medidas de los armónicos bajos de nueve de las 14 especies de murciélagos capturados en redes de neblina (a) valores absolutos de correlación entre cada uno de los parámetros y las funciones discriminantes, (b) resultados de la clasificación, donde se ve que el 86,6% de los individuos están clasificados correctamente, tanto a *priori* como la clasificación en el DA. Cada especie está representada por un número de la siguiente manera: (1) *Artibeus lituratus*, (2) *A. obscurus*, (3) *A. planirostris*, (4) *Carollia brevicauda*, (6) *C. perspicillata*, (8) *Lophostoma silvicolu*, (10) *Phyllostomus elongatus*, (13) *Tonatia saurophila* y (14) *Trachops cirrhosus*.

(a)

	Función							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Frec. característica	-,042	,771*	,224	,334	-,420	-,160	-,197	-,034
Frec. más alta	-,608	,721*	,108	,184	,037	-,124	,213	-,052
Frec. punto de inflexión	-,264	,663*	-,199	-,036	-,060	-,483	-,202	,414
Frec. más baja	,061	,650*	,639	-,105	-,155	-,237	,260	,088
Frec. máxima energía	-,158	,387	,563*	,184	,529	-,209	-,374	-,104
Duración	,061	,341	-,562*	,070	,555	,476	,053	-,146
Inclinación más profunda	-,440	-,089	,290	,529*	-,252	-,192	,395	,422
Intervalo de pulso	-,083	,101	,170	-,122	,053	,834*	-,319	,373

*, Mayor correlación absoluta entre cada variable y una función discriminante

(b)

Especie	Predicción de la pertenencia a los grupos									Total	
	1	2	3	4	6	8	10	13	14		
Original Conteo	1	43	0	2	0	0	6	1	1	2	55
	2	0	4	0	0	0	1	0	0	0	5
	3	9	0	26	0	0	1	2	1	1	40
	4	1	0	0	2	0	0	0	0	0	3
	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
	8	6	0	0	0	0	7	0	0	0	13
	10	0	0	0	0	0	0	144	0	0	144
	13	0	0	0	0	1	1	0	5	0	7
	14	2	0	0	2	0	0	0	0	25	29
%	1	78,2	,0	3,6	,0	,0	10,9	1,8	1,8	3,6	100
	2	,0	80,0	,0	,0	,0	20,0	,0	,0	,0	100
	3	22,5	,0	65,0	,0	,0	2,5	5,0	2,5	2,5	100
	4	33,3	,0	,0	66,7	,0	,0	,0	,0	,0	100
	6	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	100
	8	46,2	,0	,0	,0	,0	53,8	,0	,0	,0	100
	10	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	100
	13	,0	,0	,0	,0	14,3	14,3	,0	71,4	,0	100
	14	6,9	,0	,0	6,9	,0	,0	,0	,0	86,2	100

a, 86,6% de casos originalmente agrupados correctamente clasificados

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Diana Pamela Rivera Parra, C.I. 1719217034, autor del trabajo de graduación intitulado: “Caracterización de la fauna de quirópteros del Parque Nacional Yasuní en base a llamadas de ecolocación” previa a la obtención del grado académico de LICENCIADA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales:

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 30 de Junio del 2011

Diana Pamela Rivera Parra

C.I. 1719217034