

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA  
ESCUELA DE BIOLOGIA**



**TRABAJO DE GRADUACION:**

**“IDENTIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS MURCIÉLAGOS DEL SECTOR  
LOS ANDES DEL VOLCÁN DE SANTA ANA, COMPLEJO LOS VOLCANES,  
SANTA ANA, EL SALVADOR”**

**PRESENTADO POR:  
LUIS EDUARDO GIRÓN GALVÁN**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGIA**

**ASESOR:**

**M.Sc. OSCAR WILFREDO PAZ QUEVEDO**

**CUIDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2005**



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA**  
**ESCUELA DE BIOLOGIA**



**TRABAJO DE GRADUACION:**

**“IDENTIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS MURCIÉLAGOS DEL SECTOR  
LOS ANDES DEL VOLCÁN DE SANTA ANA, COMPLEJO LOS VOLCANES,  
SANTA ANA, EL SALVADOR”**

**PRESENTADO POR:**  
**LUIS EDUARDO GIRÓN GALVÁN**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**  
**LICENCIADO EN BIOLOGIA**

**ASESOR:**  
**M.Sc. OSCAR WILFREDO PAZ QUEVEDO**

**JURADO:**  
**M. SC. ANA MARTHA ZETINO**  
**M. en C. MIRIAM CORTÉS DE GALÁN**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2005**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

RECTORA

**Dra. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ**

SECRETARIO GENERAL

**Licda. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA**

FISCAL

**Lic. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA**

DECANO DE LA FACULTAD

**Lic. HÉCTOR ELÍAS DÍAZ**

DIRECTORA DE LA ESCUELA

**M. Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2005



## INDICE

	<u>Pagina</u>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>II</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>VI</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>FUNDAMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>3</b>
GENERALIDADES DE LOS MURCIELAGOS.....	3
MURCIÉLAGOS DE EL SALVADOR.....	7
METODOS DE CAPTURA DE MURCIÉLAGOS.....	11
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
A) UBICACION GEOGRAFICA.....	13
B) METODOLOGIA DE CAMPO.....	16
C) ANALISIS ESTADISTICO.....	24
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGÁFICAS.....</b>	<b>52</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>57</b>

## INDICE DE FIGURAS

	<u>Pagina</u>
<b>FIGURA 1:</b> UBICACIÓN DEL COMPLEJO LOS VOLCANES.....	14
<b>FIGURA 2:</b> SECTORES ESTATALES.....	15
<b>FIGURA 3:</b> PUNTOS DE MUESTREO DENTRO DEL COMPLEJO.....	17
<b>FIGURA 4:</b> PUNTOS DE MUESTREO EN SU RESPECTIVO HABITAT....	18
<b>FIGURA 5:</b> REDES DE NEBLINA.....	21
<b>FIGURA 6:</b> TRAMPAS DE ARPA.....	22
<b>FIGURA 7:</b> ANABAT.....	23

## RESUMEN

Se presentan los resultados de la identificación de murciélagos en cuatro tipos de hábitat en el Complejo Los Volcanes, Santa Ana, El Salvador. El trabajo de campo se realizó durante los meses de junio y septiembre de 2003, que corresponden a la época lluviosa, siendo 32 muestreos en total y 12 horas de esfuerzo por muestreo.

Los tipos de vegetación donde se realizaron los muestreos fueron: páramo, bosque nebuloso, cipresal y cafetal con sombra. Para la captura se colocaron tres redes de neblina y dos trampas de arpa, además se utilizó la técnica acústica Anabat.

Se capturaron e identificaron un total de 221 individuos de 15 especies diferentes de cuatro Familias; además se identificaron cuatro especies utilizando Anabat, tres de las cuales no se identificaron con los otros métodos, haciendo un total de 18 especies de cinco Familias.

El hábitat con mayor cantidad de especies identificadas fue el cafetal con 14, seguido del cipresal con 13, luego el bosque nebuloso con ocho y finalmente el páramo donde no se capturó ni identificó ninguna especie.

## ABSTRACT

Presented here are the results of an identification of bats in four different types of habitats in the Volcanoes Complex, Santa Ana, El Salvador. Fieldwork took place during the months of June and September of 2003, which correspond with the rainy season in this country. A total of 32 samples were taken; 12 hours of monitoring per sample.

The four different types of vegetation where the sampling was undertaken are: montane grassland, cloud forest, cypress plantation and shade coffee plantation. For capture, mist nets and harp traps were used, as well as the Anabat acoustical technique.

A total of 221 individuals were captured, representing 15 different species from four families. Additionally, four species were identified using Anabat, three of which were not identified with other methods, making a total of 18 species of five families.

The habitat with the most species identified was shade coffee with 14, followed by cypress plantation with 13, then by cloud forest with eight and finally montane grassland where no species were captured or identified.

## **DEDICATORIA**

A Dios todopoderoso, por darme la vida y ser mi guía en todo lo que hago.

A mi familia, porque se han esforzado mucho para que yo me supere en todos los aspectos de la vida.

A todos los que han confiado en mí y me animan a seguir adelante, dándome su apoyo y comprensión.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme disfrutar de los logros que he alcanzado y darme los conocimientos para hacerlo.

A mis padres por apoyarme, corregirme, y darme la libertad y oportunidad de estudiar lo que yo he decidido.

A mi asesor M.Sc. Oscar Wilfredo Paz Quevedo por haberme brindado sus conocimientos y su apoyo.

A los observadores M. en C. Miriam Cortés de Galán y M. Sc. Ana Martha Zetino por sus observaciones acertadas y por apoyarme durante toda mi carrera.

A Wildlife Conservation Society (WCS), especialmente a Bruce Miller por capacitarme y proporcionarme del equipo de campo.

A SalvaNATURA por apoyarme con transporte, viáticos, mapas, cabaña y otros recursos, principalmente al Lic. Juan Pablo Domínguez y al Lic. Ian Varley por darme su apoyo y la oportunidad de realizar mi tesis en el Parque Nacional Los Volcanes.

Al Dr. James Owen por su colaboración en la identificación de los especímenes colectados y por sus valiosos comentarios

A todos los guarda recursos del sector Los Andes en el Parque Nacional Los Volcanes por que sin ellos los muestreos de campo no hubieran sido posibles.

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, que me tuvieron paciencia y me transmitieron sus conocimientos.

## I. INTRODUCCION

El Orden Chiroptera, es el segundo Orden que mayor diversidad de mamíferos aporta después de los roedores, en todo el mundo. Según Miller (1999), existen 17 Familias, aproximadamente 174 géneros y 913 especies alrededor del planeta. De las nueve familias que están en el Nuevo Mundo, solamente seis se encuentran en el Neotrópico.

Además éste es el Orden más numeroso en El Salvador, y hasta la fecha se han reportado siete Familias, 37 géneros y 74 especies; es decir aproximadamente la mitad de mamíferos documentados para el país (Owen, 1991; Miller, 2001; Paz, 2003).

Sin embargo, a pesar de ello, muy pocos son los científicos de campo que los ha investigado. Contrario a otros países de Mesoamérica donde se están haciendo estudios de estos mamíferos, debido a la importancia ecológica que tienen.

Los murciélagos no solo tienen la función como dispersores de semillas, polinizadores o controladores biológicos de plaga de insectos, sino también pueden ser usados como parámetro para evaluar el estado de los ecosistemas, ya que pueden llegar a vivir muchos años (Miller, 2003).

Las técnicas de campo más utilizadas para estudiar los murciélagos es la captura mediante el uso de redes de neblina, pero no todas las especies de murciélagos pueden ser capturados, ya que algunos vuelan muy alto o son capaces de detectar las redes. Un método alternativo de captura es la utilización de trampas de arpa que son efectivas con otras Familias (La Val & Fitch, 1977).

Sin embargo, considerando que con ambos métodos solamente puede muestrearse un 10% del espacio aéreo, la distribución y estatus de las demás especies quedan pobremente descritos. Por ello, recientemente se ha trabajado con métodos acústicos que proveen significativamente más información de ocurrencia y distribución de especies en vuelo libre. De esta manera se obtiene mayor información para evaluar el estado de los ecosistemas (O'Farrel & Miller, 1999).

De ahí la importancia de estudiar los murciélagos en las áreas protegidas, y más importante estudiarlos en el Complejo Los Volcanes, donde prácticamente no existe información sobre los murciélagos que habitan en él. Por lo que la determinación del estado actual de las poblaciones de éstos y su monitoreo a largo plazo representan una poderosa herramienta de planificación y manejo, dada la sensibilidad del grupo ante las presiones antropogénicas.

El área donde se realizó el estudio se ubica en la ladera norponiente del volcán de Santa Ana o Ilamatepec, Departamento de Santa Ana, entre los cantones Potrero Grande Arriba y Palo de Campana del Municipio de Santa Ana y los cantones Montañita y Buenos Aires del municipio de Chalchuapa, comprende el sector Los Andes y la parte norte del sector San Blas (SAENA, 1996), los cuales presentan cuatro tipos de hábitats diferentes e interesantes para el estudio.

## II. FUNDAMENTO TEORICO

### GENERALIDADES SOBRE LOS MURCIÉLAGOS

Los fósiles más antiguos conocidos de murciélagos datan del Eoceno (hace cerca de 50 millones de años) y se encontraron en Darmstadt, Alemania. Esos fósiles ya muestran bien desarrollada la estructura ósea que define a los murciélagos como tales, especialmente las alas. Esto conduce a pensar en que su origen a partir de otros mamíferos debió ocurrir hace mucho más que 50 millones de años (Sánchez, 2002).

A partir de entonces, la evolución de los murciélagos ha tendido hacia una amplia diversificación de modos de vida y en consecuencia ha originado una variedad notable de especies. Habitan en todos los continentes, con excepción de la Antártica, y se les encuentra prácticamente en cualquier ambiente terrestre, desde las selvas tropicales hasta dentro del Círculo Polar Ártico, y desde islas oceánicas hasta altitudes de más de 3,500 metros sobre el nivel del mar (Tuttle, 1997).

Según Medellín *et al* (1997), los murciélagos son mamíferos tan únicos que se clasifican taxonómicamente en un grupo por sí mismos, el Orden Chiroptera, que significa mano alada. A nivel mundial, se han clasificado más de 927 especies de murciélagos en dos subórdenes:

El primer grupo (Suborden Microchiroptera) incluye a las especies de murciélagos de tamaño mediano a pequeño, entre 20 y 70 cm. de extensión máxima de las alas, con ojos relativamente reducidos y con actividad nocturna. El segundo (Suborden Megachiroptera) incluye a las llamadas "zorras voladoras", especies que vuelan durante el día y duermen de noche; habitan en Asia tropical, Oceanía, Australia y África, y se caracterizan por su tamaño mediano o grande, hasta 1.20 metros de punta a punta de las alas extendidas (Medellín *et al*, 1997).

De acuerdo a Sánchez (2002) la diferencia entre ambos Subórdenes es tal, no se sabe si realmente forman parte de un mismo grupo zoológico o si sólo tienen una gran semejanza en la estructura de las alas. En ese aspecto, y dado que los Microchiropteros son los únicos que habitan en El Salvador, a continuación solo se hará referencia a éstos.

Las casi mil especies de murciélagos constituyen casi un cuarto de todas las especies de mamíferos, y se encuentran en todos lados, con excepción del desierto más extremo y las regiones polares. Unas cuarenta especies viven en los Estados Unidos y Canadá, pero la mayoría habitan en las selvas tropicales donde, en número total de especies, superan el de todos los demás mamíferos combinados (Miller, 1999; Tuttle, 1997).

Medellín *et al* (1997) menciona que Mesoamérica, representa el límite entre dos de las regiones biogeográficas del mundo: Neártica y Neotropical; a consecuencia, la fauna de quirópteros está constituida por cuatro tipos principales de especies: tropicales con afinidades amazónicas, de zona templada con afinidades neárticas, migratorias y endémicas. Mesoamérica es la región del Nuevo Mundo con el mayor número de especies endémicas de murciélagos (28 especies).

Al igual que los cetáceos, la mayoría de los murciélagos se comunican y navegan emitiendo sonidos con una frecuencia tan alta que los humanos no podemos escucharlos. El sonido choca con los objetos y regresa como un eco que los murciélagos usan para saber dónde están estos objetos. Este sistema de señales se llama "eco localización". Se ha estimado que sus sistemas de eco localización son más eficientes que cualquier sistema similar desarrollado por el ser humano. Además los murciélagos no son ciegos y pueden tener una visión excelente (Tuttle, 1997).

La mayoría de especies murciélagos comen insectos, otras especies tropicales se alimentan exclusivamente de fruta o néctar. Pocos son carnívoros, cazando pequeños vertebrados como peces, ranas, ratones y aves pequeñas. A pesar de ser tan notorios, los murciélagos vampiros constituyen una pequeña porción de los murciélagos (solamente son tres especies), y solamente viven en Latinoamérica (Reid, 1997).

Las especies tropicales ocupan una variedad más amplia de sitios de refugio que las especies de climas templados. Por ejemplo, algunas hacen refugios en forma de tiendas de campaña mordiendo la vena media de grandes hojas, y varias especies tienen ventosas en sus alas y pies, lo que les permite vivir en cavidades con paredes resbalosas formadas por hojas que no se han desarrollado, tales como las de la planta del plátano. Otras viven en huecos de animales, flores, nidos de termitas e incluso en telarañas de arañas tropicales (Tuttle, 1997).

Los murciélagos, son animales de una gran importancia; son los principales depredadores de insectos voladores nocturnos; polinizan flores y dispersan semillas en ecosistemas que varían desde bosques húmedos tropicales hasta desiertos (Hoffman, 1986; Rumiz, 1995).

Algunos de ellos son tan indispensables, que sin ellos, podrían desaparecer muchas otras especies de animales y plantas. Sin murciélagos muchos ecosistemas cambiarían de manera radical su naturaleza, estructura y diversidad (Medellín *et al*, 1997).

Estudios previos sobre su biología y comportamiento de forrajeo, indican la estrecha relación simbiótica entre este murciélago y algunas cactáceas de gran importancia ecológica y comercial por su acción polinizadora del agave o maguey (Whitaker, 1996; Walker, 1975; Valiente, Banuet *et al*. 1996). Esta es una relación delicada y frágil que mantiene el equilibrio de muchas comunidades dependiendo

de este tipo de vegetación, tales como aves que utilizan las cactáceas como vivienda, insectos, ratones y otros; además de haberse comprobado que la mayoría de dichas cactáceas son incapaces de reproducirse por sí solas o por otros polinizadores (Valiente, Banuet, 1996).

Existen sólo tres especies de vampiros, que por su modo parasítico de alimentarse lamiendo la sangre de mamíferos y aves, pueden ser portadores eventuales de la rabia (Rumiz, 1995).

Los murciélagos son indispensables para un medio ambiente saludable, ya que consumen enormes cantidades de insectos, ayudando así a controlar varias plagas y enfermedades en los humanos y en animales. En las zonas tropicales, los murciélagos frugívoros y nectarívoros son imprescindibles para la supervivencia de los bosques húmedos. En las regiones húmedas tropicales se ha estimado que los murciélagos dispersan entre dos y ocho veces más semillas de plantas pioneras que las aves. De igual forma una colonia de veinte millones de murciélagos de cola libre puede eliminar en una sola noche unas doscientas toneladas de insectos, lo cual representa una gran ayuda para la agricultura (Miller, 2003; Medellín *et al*, 1997, Rumiz, 1995).

Los estudios sobre murciélagos han contribuido al desarrollo de instrumentos para ayudar a la navegación de ciegos, y técnicas para el control de la natalidad y la inseminación artificial, producción de vacunas y pruebas de medicamentos, al igual que a un mejor entendimiento de procedimientos quirúrgicos a bajas temperaturas. Desafortunadamente, sin embargo, la explotación descuidada de los murciélagos algunas veces ha diezmando las poblaciones locales, y se necesita de un plan de manejo adecuado (Tuttle, 1997).

Sánchez (2002) dice que no todo lo que hacen los murciélagos beneficia directamente a los intereses humanos en el corto plazo, pero sí garantiza de manera indirecta que los bosques, selvas, desiertos y otros ambientes se

mantengan saludables en el largo plazo. Si esto sucede, se asegurara el bienestar de muchas generaciones humanas más.

En América Latina, se destruyen millones de murciélagos beneficiosos cada año ya sea por equivocación o porque comparten el dormitorio de colonias de vampiros. Debido a que muchas especies de murciélagos forman colonias enormes, un solo acto de vandalismo puede eliminar miles de estos animales. La recuperación de una colonia casi exterminada es imposible en ciertos casos, debido a su lenta reproducción (Medellín *et al*, 1997).

En efecto, los vampiros pueden transmitir la enfermedad de la rabia, pero las técnicas de combate no selectivas han conducido al exterminio simultáneo de otras especies de murciélagos. Se ha afectado a especies no involucradas en el problema de la rabia y que, en cambio, son altamente útiles para el hombre y su ambiente. Paradójicamente, en sus selvas nativas los vampiros nunca existieron en altos números, sino que su explosión demográfica dio inicio cuando éstas se talaron y en su lugar se establecieron potreros (Sánchez, 2002).

Los murciélagos insectívoros que suelen formar grandes colonias han sufrido también, pues las cuevas donde habitan han sido saqueadas y gravemente alteradas. El excesos de extracción de guano cambio profundamente el ambiente interno de las cavernas y las colonias de murciélagos han disminuido drásticamente (Sánchez, 2002).

## **MURCIÉLAGOS DE EL SALVADOR**

En el sureste de México y Centro América se han identificado nueve Familias, 60 géneros y 136 especies. En El Salvador, es el Orden más numeroso dentro de los mamíferos, donde se reportan siete Familias, 37 géneros y 74 especies (Owen, 1991; Miller, 2001; Paz, 2003).

De acuerdo a Calvo (2002) y a Reid (1997), algunas de las características de las Familias de murciélagos de El Salvador son:

### **Familia Emballonuridae**

Murciélagos con alas de saco y cola corta, ojos grandes y sin ornamentación de la nariz y la boca. Vuelan alto y se encuentran en zonas tropicales calientes o zonas bajas.

En El Salvador se reportan cinco especies de los géneros: *Rhynchonycteris*, *Saccopterix*, *Peropteryx* y *Balantiopterix*.

### **Familia Noctilionidae**

Tienen pelaje corto y aterciopelado, garras fuertes y caninos muy grandes. Para El Salvador se reportan:

*Noctilio leporinus* (pescador) de los más grandes de Centro América, se encuentra en áreas costeras, estuarios, lagunas y ríos. *N. albiventris* (insectívoro), poco común, en bosques y áreas abiertas.

### **Familia Mormoopidae**

Tienen la barbilla con forma de hoja, labios planos y delgados alas largas y extensas.

Se reportan dos géneros y seis especies en El Salvador: *Mormoops* y *Pteronotus*.

## **Familia Phyllostomidae** (hoja de nariz)

Hay 49 géneros, todos del Nuevo Mundo, en Centro América se encuentran 74 de 136 especies; para El Salvador se reportan 39 especies en cinco subfamilias diferentes:

**Subfamilia Phyllostominae:** murciélagos acicaladores y carnívoros. Hay de tamaño variable, las especies grandes son carnívoras. Alas cortas amplias, patas largas con membrana en la cola. Son especies forestales, no están en hábitats perturbados, de las cuales hay siete especies en El Salvador, de los géneros:

*Micronycteris, Lonchorhina, Macrophyllum, Phyllostomus y Trachops*

**Subfamilias Glossophaginae:** Mayoría nectarípagos. Músculos delgados y lengua larga, oídos cortos y redondos, reducida la membrana de la cola, que es pequeña. Hay siete especies reportadas para El Salvador, de los géneros: *Glossophaga, Anoura, Choeronycteris. Leptonycteris curasoae* está en peligro de extinción a pesar de su importancia económica, ya que son polinizadores del agave, de donde se saca el tequila.

**Sub Familia Caroliinae:** Murciélagos cola corta. Se benefician de la actividad humana, se favorecen de bosques secundarios; su dieta son insectos, frutas y néctar. Pueden gatear. *Carollia* género en El Salvador: *C. subrufa, C. castanea, C. perspicillata*

**Subfamilia Stenodermatinae:** Murciélagos sin cola, son robustos, oídos pequeños a medianos. Vuelan sobre el bosque o al nivel de suelo, son frugívoros e importantes dispersores; también comen néctar, polen e insectos, se reportan siete géneros para El Salvador: *Sturnira, Artibeus, Enchisthenes, Uroderma, Platyrrhinus, Chiroderma, Centurio cenex* es el único que no posee hoja de nariz.

**Subfamilia Desmodontinae:** son los llamados vampiros, a pesar de ser de la familia de hoja de nariz, no la poseen. Fosas nasales alargadas, nariz plana y piel secundaria entre ojos y nariz. Incisivos superiores puntiagudos y filudos. Únicos mamíferos hematófagos, no toman agua y no ingieren nada sólido; se alimentan hasta lleno total y sólo comen una vez en la noche. Pueden caminar en dos patas y arrastrarse hasta la presa.

*Desmodus rotundus* es activo en las primeras dos horas de la noche. Ingiere sangre de mamíferos mayores. *Diphylla ecaudata* se alimenta de pollos y los ataca al cuello.

### **Familia Natalidae:**

Murciélagos con oídos de túnel. Hay un género y 5 especies. Para Centro América solo una especie: *Natalus stramineus*

### **Familia Vespertilionidae:**

Murciélagos con narices planas. Familia más grande del mundo: 37 géneros y más de 320 especies, la mayoría en USA y Canadá.

Los de Centro América son pequeños a medianos, con ojos pequeños, insectívoros. En El Salvador hay 14 especies de los géneros: *Myotis*, *Eptesicus*, *Rhogeessa* y *Lasiurus*.

### **Familia Molossidae**

Murciélagos de cola libre y larga. Comen insectos que capturan en el aire y sobre el suelo; bajan a tomar agua a los cuerpos de agua.

Hay 13 géneros y 86 o más especies distribuidas en todo el mundo, 14 Especies para El Salvador de los géneros: *Tadarida*, *Nyctinomops*, *Eumops* y *Molossus*.

## **METODOS DE CAPTURA DE MURCIELAGOS**

Para estudiar los murciélagos es necesario capturarlos, y para ello suelen emplearse una gran variedad de métodos, desde la captura directa con las manos, hasta la utilización de redes de neblina o trampas de arpa si se desean analizar vivos, ya que se pueden capturar muchos ejemplares sin correr el riesgo de perderlos o destrozar sus pieles (Gaviño, 1996). Es muy importante manejar a los murciélagos con guantes que impidan que el animal cause heridas en la piel.

Las redes de neblina son particularmente efectivas para murciélagos con hoja de nariz (Familia Phyllostomidae), así como las trampas de arpa son más efectivas para otras familias (La Val y Fitch, 1977). En las trampas de arpa los murciélagos pegan en unas líneas monofilamentosas que los conducen hacia una bolsa que los retiene (Miller, 1999).

Por otro lado, los murciélagos emiten sonidos con una frecuencia tan alta que los humanos no podemos escucharlos. El sonido choca con los objetos y regresa como un eco que los murciélagos usan para saber dónde están estos objetos. Este sistema de señales se llama "eco localización" (Tuttle, 1997).

Cada murciélago emite una señal particular, que depende de dónde vive y de qué se alimenta. Se han podido grabar los sonidos y se utilizan para identificar especies de murciélagos que vuelan muy alto y no pueden ser capturados en trampas de niebla. Se sabe que los murciélagos que viven en ambientes llenos de obstáculos emiten muchas señales cortas, mientras que los que viven en ambientes más abiertos emiten menos señales pero más largas (obs. pers.).

Utilizando el detector de murciélagos Anabat conectado a una computadora Laptop compatible y a un módulo que analiza las llamadas que producen los murciélagos (Zero-crossings Analysis Interface Module), se puede monitorear y ver la estructura de las llamadas en gráficos de tiempo y frecuencia, éstos se

guardan en archivos de computadora y luego se pueden analizar en el software Analoock siguiendo el método cualitativo de O'Farrell *et al* (1999) para identificar las especies (Miller, 2001).

Esta técnica acústica utilizando el sistema Anabat es efectiva para identificar murciélagos en vuelo libre (Miller y O'Farrell, 1999), pero hay que hacer notar que el equipo no puede detectar a los murciélagos de hoja de nariz (Phillostomidos), porque emiten sonidos de baja frecuencia en comparación con las demás familias (Miller & Miller, 1999).

Es necesario resaltar que, los tres métodos para el estudio de los murciélagos se complementan y se pueden utilizar simultáneamente para maximizar el esfuerzo de muestreo y así hacer un estudio mas completo de este importante Orden de mamíferos.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A) UBICACION GEOGRAFICA

El Complejo Los Volcanes se encuentra ubicado en la zona de convergencia de los municipios de Santa Ana, Nahuizalco, Izalco y Sonsonate, Departamentos de Santa Ana y Sonsonate, entre las coordenadas  $13^{\circ} 36' - 13^{\circ} 53' N$  y  $89^{\circ} 36' - 89^{\circ} 40.30' W$ ; con su referencia geográfica en los  $13^{\circ} 52' N$  y  $89^{\circ} 38' W$  (Domínguez, 2004) (Figura 1).

El área de muestreo dentro de este Complejo se ubica en la ladera norponiente del volcán de Santa Ana o Ilimatepec, Departamento de Santa Ana, entre los cantones Potrero Grande Arriba y Palo de Campana del Municipio de Santa Ana y los cantones Montañita y Buenos Aires del municipio de Chalchuapa, a los  $13^{\circ} 51' N$  y  $89^{\circ} 38' W$ , entre los 1,575 a los 2,360 msnm. El área consta de 231.02 Ha (SAENA, 1996), comprende el sector Los Andes y la parte norte del sector San Blas (Figura 2).

Según la clasificación climática de El Salvador (Köppen 1948), esa parte del Complejo Los Volcanes se encuentra en la zona climática arriba de los 1,200 msnm "Clima Tropical de Altura". En la estación meteorológica de Los Andes, se registran temperaturas anuales promedio de  $16.4^{\circ} C$ . La humedad relativa anual de 80% en Los Andes indica la humedad general para la zona alta del Complejo.

El área de muestreo se encuentra en la zona de vida Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical, comprende las zonas más elevadas del Complejo, de los 1,500 a 2,381 msnm. Se caracteriza por una precipitación pluvial anual de entre 2,000 y 4,000 mm, y una biotemperatura promedio cercana a los  $16^{\circ} C$  (Holdridge 1975).

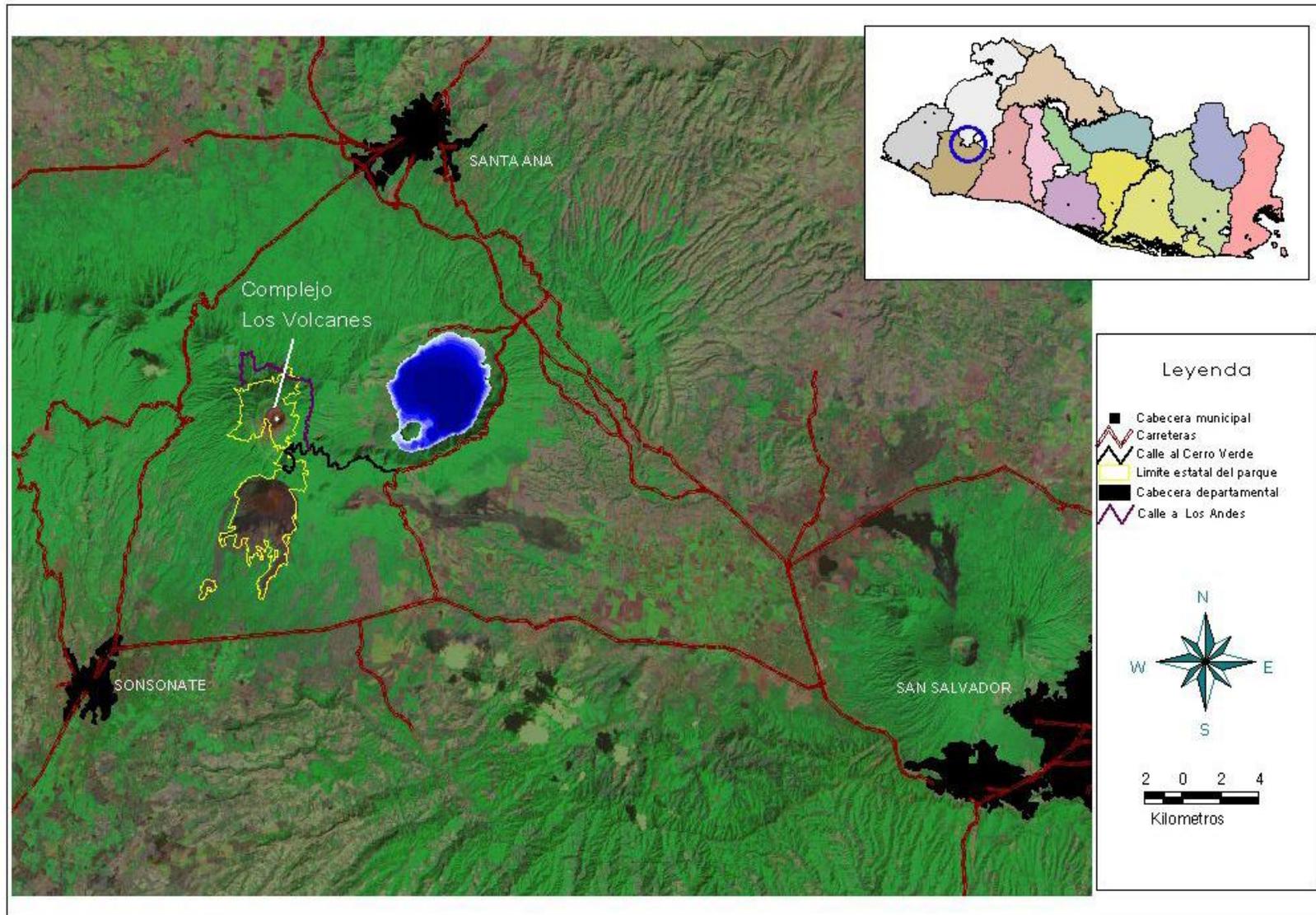


Figura 1: Ubicación del Complejo Los Volcanes, El Salvador

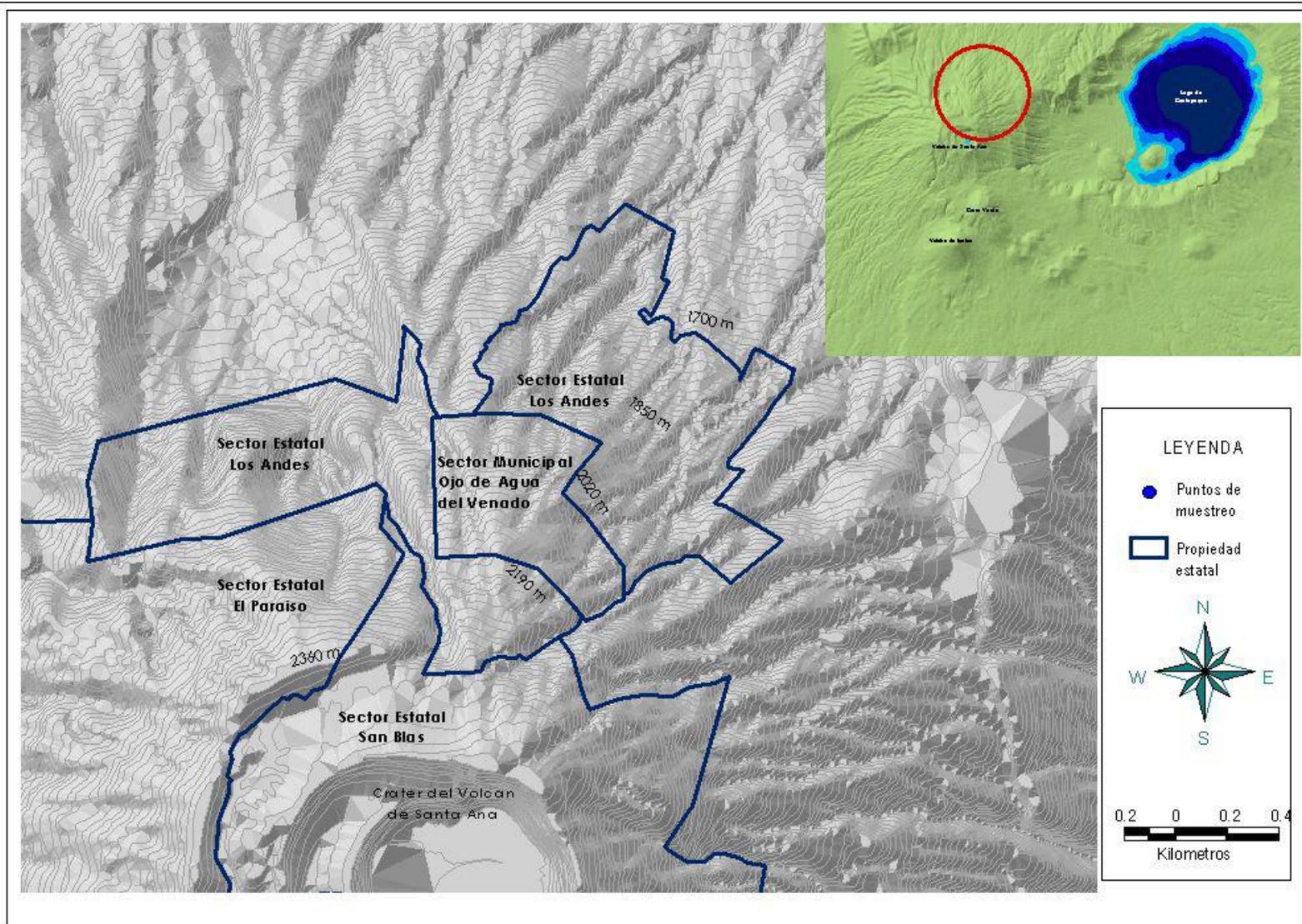


Figura 2: Delimitación de los sectores estatales muestreados en el volcán de Santa Ana, El Salvador

## **B) METODOLOGIA DE CAMPO**

### **B.1) Periodo de muestreo**

El trabajo de campo se realizó durante los meses de julio y septiembre de 2003.

### **B.2) Establecimiento de puntos de muestreo**

Los muestreo se realizaron en cuatro tipos de hábitat diferentes, en los cuales se eligieron cuatro puntos de muestreo en cada uno en lugares donde habían espacios adecuados que permitieran operar el equipo necesario para capturar e identificar los murciélagos; cada punto estuvo por lo menos a doscientos metros de distancia uno del otro. Cada punto de muestreo seleccionado fue georeferenciado utilizando un GPS V Garmin®, para ubicarlos en un mapa digitalizado (Figura 3).

Según la clasificación de Ventura *et al* (2000), los tipos de hábitat donde se realizaron los muestreos son:

(Figura 4)

***Vegetación abierta principalmente siempre verde ombrófila tropical de arbustos (páramo).***- Que cubre un área de unas 256 hectáreas, en la meseta superior del cráter del Volcán de Santa Ana, entre los 2,000 y 2,381 msnm; caracterizada por las comunidades vegetales de ericáceas, gramíneas, myricáceas, compuestas y agaváceas. Una de las comunidades ecológicas más interesantes del Complejo, ya que es única para el país.

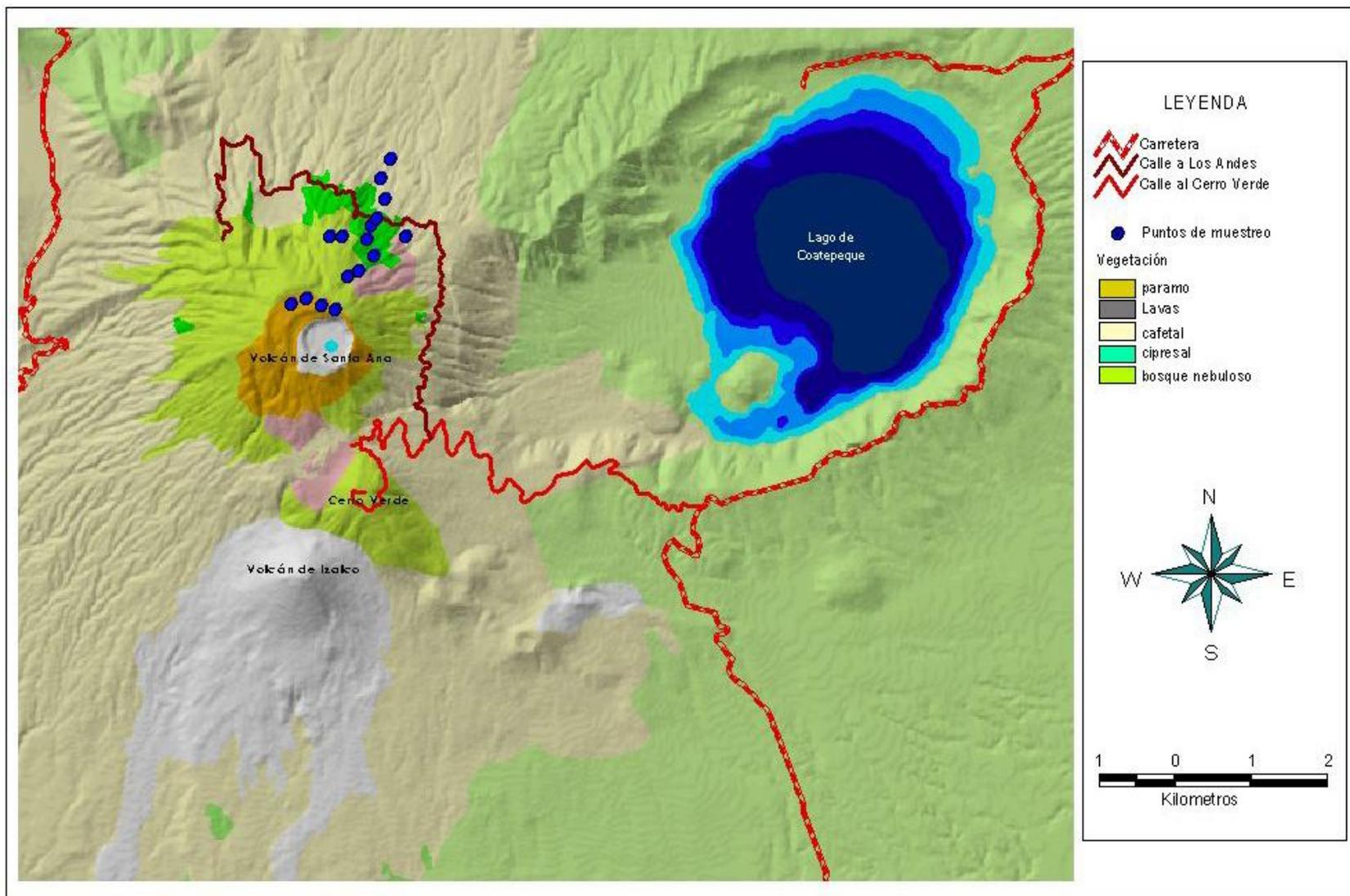


Figura 3: Panorámica de la ubicación de los puntos de muestreo en el volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, El Salvador

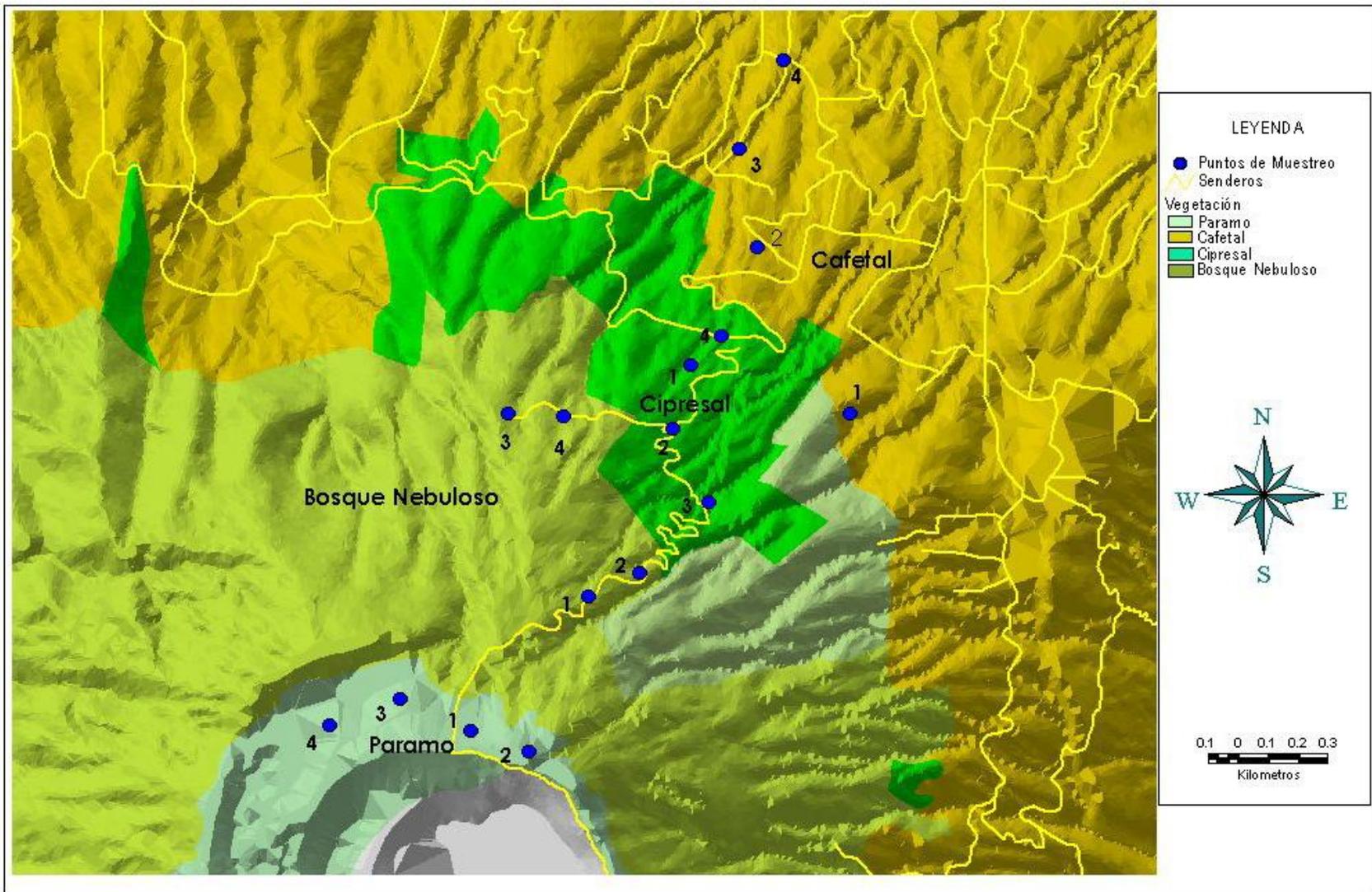


Figura 4: Puntos de muestreo en su respectivo tipo de hábitat, sector Los Andes y San Blas, Complejo Los Volcanes, Santa Ana, El Salvador

**Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila submontana.-** Comúnmente conocida como bosque nebuloso, esta vegetación cubre una 73 Ha de las porciones norteñas del Complejo, sobre la ladera norte del Volcán de Santa Ana, entre los 1,800 y 2,200 msnm. Entre las especies dominantes se encuentran el Pinabete (*Alnus arguta*), el Culebro o Siete Pellejos (*Zinowiewia integerrima*). Otras especies del lugar son: Belloto (*Quercus skinnerii*), Capulín (*Trema micrantha*), Mano de león (*Oreopanax xalapense*) y aguacatillo (*Persea sp*).

**Vegetación abierta predominantemente siempre verde tropical submontana de coníferas (cipresal).-** Comprende de grandes rodales puros de ciprés (*Cupressus lusitanica*), que ocupan un área aproximada de 87 Ha, en el sector ubicado al noreste del cráter del Volcán de Santa Ana, entre los 1,900 y 2,200 msnm.

**Zonas de cultivos permanentes (cafetal con sombra).-** Áreas alrededor de las zonas de vegetación ya descritas, entre los 700 y 1,900 msnm; en total unas 1,412 ha en todo el Complejo, el área muestreada es de 77 Ha.

### **B.3) Captura e identificación**

Se realizaron cuatro muestreos semanales, durante un período de 8 semanas, siendo 32 muestreos en total. Los muestreos iniciaron entre 6:00 p.m. y finalizaron a las 6:00 a.m. del día siguiente (12 horas de esfuerzo por muestreo).

Para la captura se colocaron a nivel del suelo tres redes de neblina estándar de 12 metros por 2.5 metros (Figura 5) y dos trampas de arpa (Figura 6) en cada punto que se muestreó, con ello se pretendía capturar especies de la

Familia Phyllostomidae y otros murciélagos insectívoros que vuelen bajo. Cada trampa de arpa consta de dos marcos de aluminio unidos uno frente a otro de cuatro metros de de alto por dos de anchos; cada marco tiene numerosas filas verticales de hilos de nylon que impide el paso de los murciélagos a través de ellos y los conduce a una bolsa de lona ubicada en la parte inferior de los marcos, donde finalmente son retenidos los murciélagos hasta que puedan ser retirados manualmente.

Cada individuo capturado en las redes y trampas fue identificado taxonómicamente en género y especie utilizando las guías para murciélagos de Costa Rica (Timm *et al*, 1999) y México (Medellín *et al*, 1997), se anotaron los datos en la hoja de registro. Se colectaron individuos de cada especie de murciélago para tener un registro confiable de cada especie identificada; los individuos de las especies ya colectadas fueron marcados en la espalda con esmalte de uñas color rojo y posteriormente fueron liberados.

También se utilizó la técnica acústica Anabat II (Figura 7), que es muy efectiva para identificar murciélagos no filostomidos en vuelo libre. Este sistema consta de un detector de sonido que está conectado a una computadora Laptop compatible que contiene el software Anabat 6, y a un módulo que analiza las llamadas que producen los murciélagos ( Zero-crossings Analysis Interface Module) que permiten monitorear y ver la estructura de los llamadas en gráficos de tiempo y frecuencia, éstos se guardan en archivos de computadora y luego se pueden analizar en el software Anabook siguiendo el método cualitativo de O'Farrell *et al* (1999) para identificar las especies (Miller, 2001).



Figura 5: Fotografías de como se operan las redes de neblina



Figura 6: Fotografías de las trampas de arpa utilizadas para la captura de murciélagos



Figura 7: Fotografías del sistema acústico Anabat

### **C) ANALISIS DE DATOS**

Los datos obtenidos, fueron ordenados taxonomicamente, tabulados y procesados, utilizando los programas de computación Microsoft Excel, Minitab versión 13.3 y GStat 1.2.

Para comparar la diversidad de especies entre hábitats, se utilizó el índice ecológico de Shannon-Wiener (Krebswin, 1995) y los índices cuantitativo y cualitativo de similitud de Sorenson.

Se utilizaron curvas de acumulación de especies para estimar cuan completos estaban los inventarios de diversidad de murciélagos de cada hábitat. Las curvas se obtuvieron tomando cada noche como una unidad de muestreo. Para eliminar la influencia del orden de las noches en las cuales se agregaban las especies hasta sumar el total, se utilizó una función logarítmica para suavizar la curva y observar mejor la tendencia de ésta (Moreno *et al*, 2000).

La prueba de hipótesis se realizó con una ANOVA de una vía, ya que permite hacer comparaciones entre los diferentes hábitats, y también permite comparar los diferentes puntos de muestreo dentro de cada hábitat (Statística, 1999).

#### IV. RESULTADOS

Se invirtieron 384 horas de muestreo en total, en 32 noches. El esfuerzo de muestreo total fue de 1,152 horas/red, 768 horas/trampa y 24 horas/Anabat.

Utilizando redes de neblina y trampas de arpa se capturaron e identificaron un total de 221 individuos de 15 especies diferentes, representando 11 géneros de cuatro Familias; además se identificaron cuatro especies utilizando el Anabat, tres de las cuales no se identificaron con los otros métodos, y dos especie pertenecía a una Familia que no se reporta con los métodos de captura (Cuadro 1). Haciendo un total de 18 especies, de 13 géneros de cinco Familias.

La especie que se capturó en mayor cantidad fue *Myotis keaysi* con un total de 113 individuos capturados, luego sigue *Artibeus intermedius* con 26, *Sturnira ludovici* con 25 y *Artibeus aztecus* con 20; las demás especies variaron de seis a un individuos (Gráfico 1).

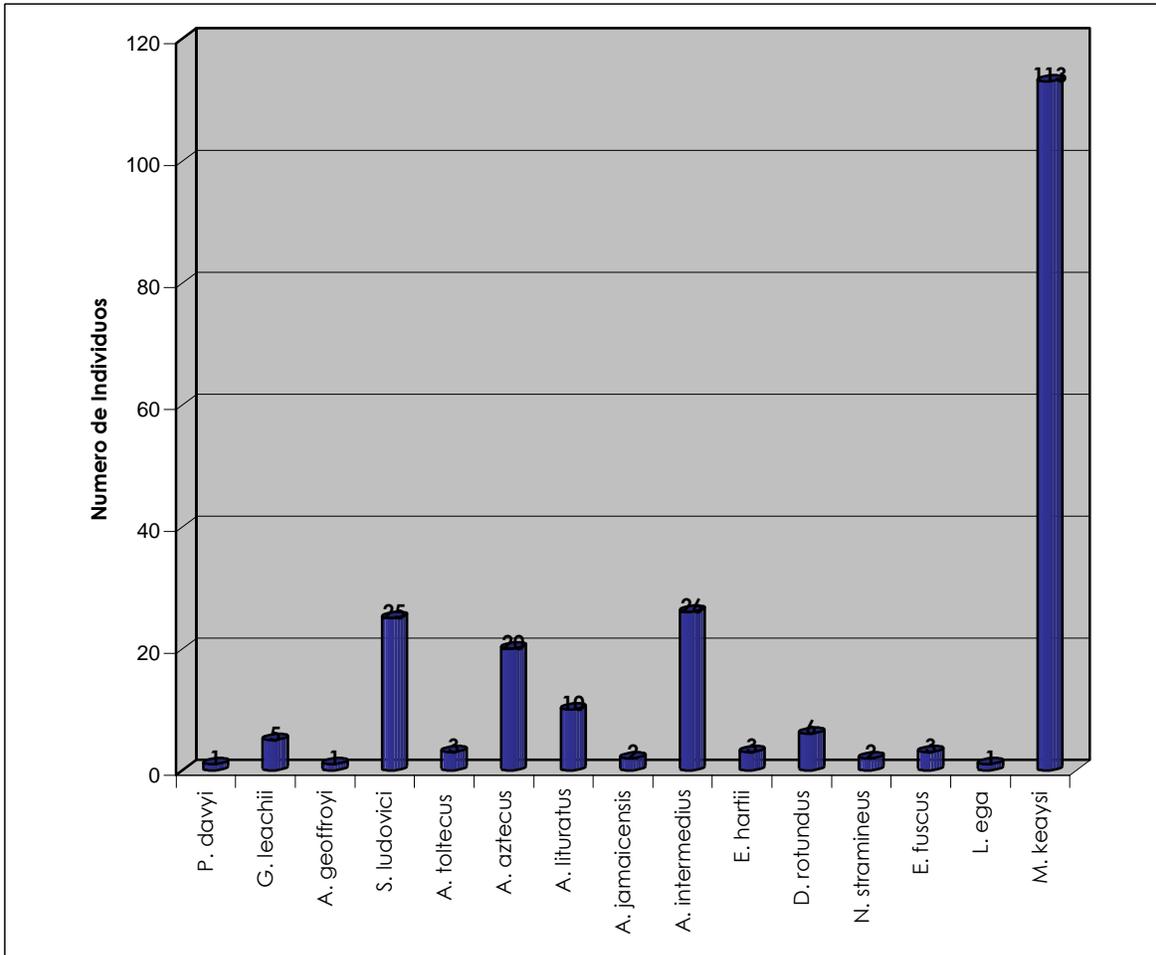
FAMILIA	SUB FAMILIA	ESPECIE	TOTAL
MORMOOPIDAE		<i>Pteronotus davyi</i>	1
PHYLLOSTOMIDAE	GLOSSOPHAGINAE	<i>Glossophaga leachii</i>	5
		<i>Anoura geoffroyi</i>	1
	STENODERMATINAE	<i>Sturnira ludovici</i>	25
		<i>Artibeus toltecus</i>	3
		<i>Artibeus aztecus</i>	20
		<i>Artibeus lituratus</i>	10
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	2
		<i>Artibeus intermedius</i>	26
		<i>Enchisthenes hartii</i>	3
	DESMODONTINAE	<i>Desmodus rotundus</i>	6
NATALIDAE		<i>Natalus stramineus</i>	2
VESPERTILIONIDAE	VESPERTILIONINAE	<i>Eptesicus furinalis</i> <sup>1</sup>	X
		<i>Eptesicus fuscus</i>	3
		<i>Lasiurus ega</i>	1
		<i>Myotis keaysi</i> *	113
MOLOSSIDAE		<i>Molossops greenhalli</i>	X
		<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	X
<b>TOTAL DE INDIVIDUOS</b>			<b>221</b>
<b>TOTAL DE ESPECIES</b>			<b>18</b>

**Cuadro 1:** Resultados totales de los cuatro hábitats muestreados en el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

\* = Especies identificadas con Anabat

X = Exclusivamente identificadas con Anabat

<sup>1</sup>= Grabación no identificada al 100%. La identificación podría cambiar



**Gráfico 1:** Total de individuos capturados de cada especie en los cuatro hábitats durante todos los muestreos en el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

Los registros obtenidos en cada tipo de hábitat muestreado resultaron diferentes independientemente del método utilizado.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

### Cafetal

El hábitat donde se capturaron e identificaron más especies fue el cafetal con un total de 12, de ocho géneros de tres Familias diferentes; aunque fue el hábitat con menor número de individuos capturados con un total de 59. Además

dos especies se identificaron con Anabat haciendo un total de 14 especies, de nueve géneros de cuatro Familias (Cuadro 2).

La especie con mayor número de individuos capturados fue *Artibeus intermedius* con 20, luego *Artibeus aztecus* con 10, *Artibeus lituratus* con ocho y *Myotis keaysi* con siete, de las demás especies se capturaron entre cuatro y un individuos (Gráfico 2).

La especie *Lasiurus ega* solamente se capturó en este hábitat, aunque sólo se pudo capturar un individuo. Con anabat la especie *Molossops greenhalli* solamente se identificó en este hábitat.

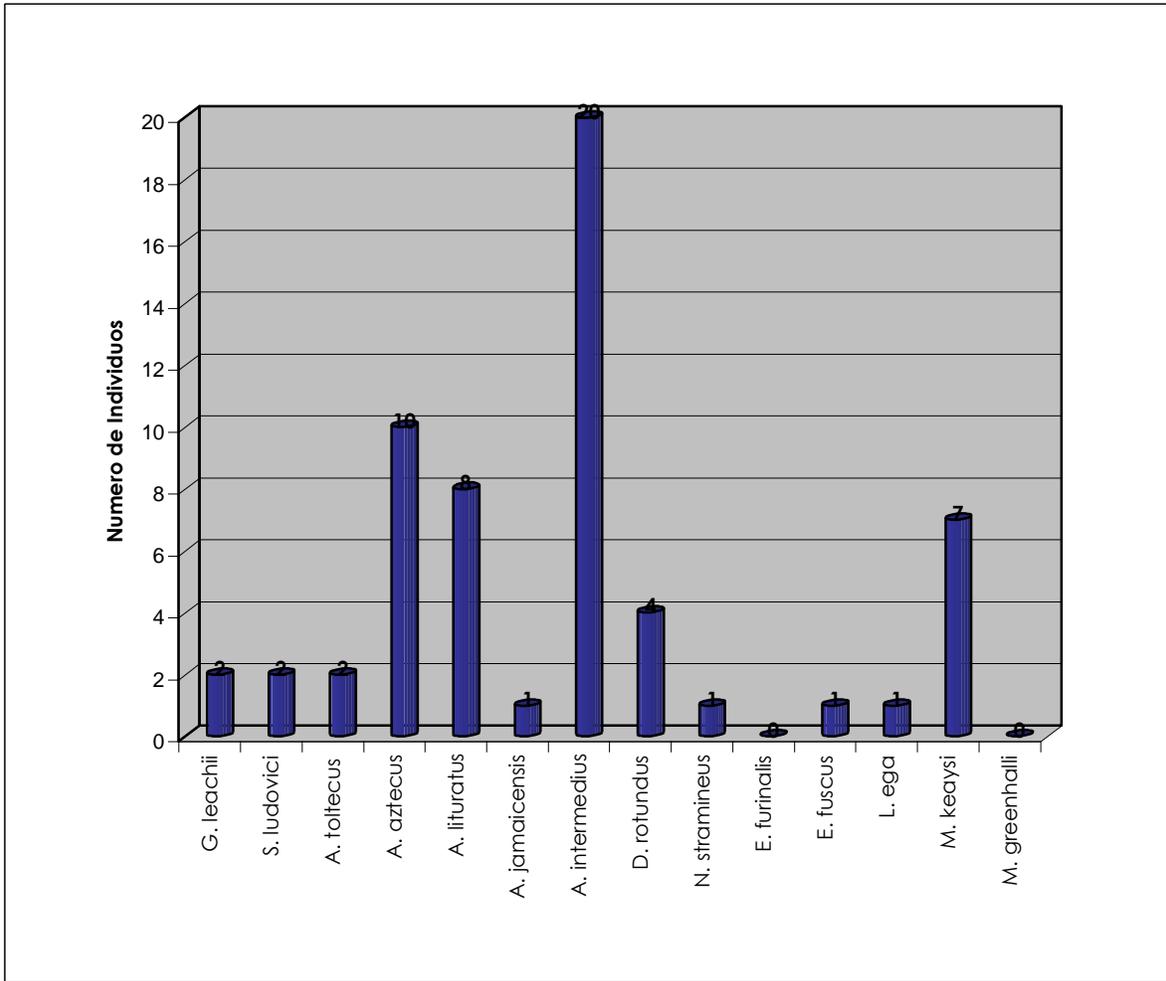
FAMILIA	SUB FAMILIA	ESPECIE	TOTAL
PHYLLOSTOMIDAE	GLOSSOPHAGINAE STENODERMATINAE	<i>Glossophaga leachii</i>	2
		<i>Sturnira ludovici</i>	2
		<i>Artibeus toltecus</i>	2
		<i>Artibeus aztecus</i>	10
		<i>Artibeus lituratus</i>	8
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	1
		<i>Artibeus intermedius</i>	20
		DESMODONTINAE	<i>Desmodus rotundus</i>
NATALIDAE		<i>Natalus stramineus</i>	1
VESPERTILIONIDAE	VESPERTILIONINAE	<i>Eptesicus furinalis</i>	X
		<i>Eptesicus fuscus</i>	1
		<i>Lasiurus ega</i> **	1
		<i>Myotis keaysi</i> *	7
MOLOSSIDAE		<i>Molossops greenhalli</i>	X
<b>TOTAL DE INDIVIDUOS</b>			<b>59</b>
<b>TOTAL DE ESPECIES</b>			<b>14</b>

**Cuadro 2:** Resultados totales de los muestreos realizados en el Cafetal del Sector Los Andes, volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

\* = Especies identificadas con Anabat

X = Exclusivamente identificadas con Anabat

\*\* = Solamente se capturo en este hábitat



**Gráfico 2:** Total de individuos capturados por especie en el cafetal en el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

## Cipresal

En el cipresal se capturaron e identificaron 77 individuos de 11 especies, que representan siete géneros de tres Familias de murciélagos; agregando dos especies más identificadas con *Anabat* suman un total de 13 especies, de ocho géneros de cuatro Familias (Cuadro 3).

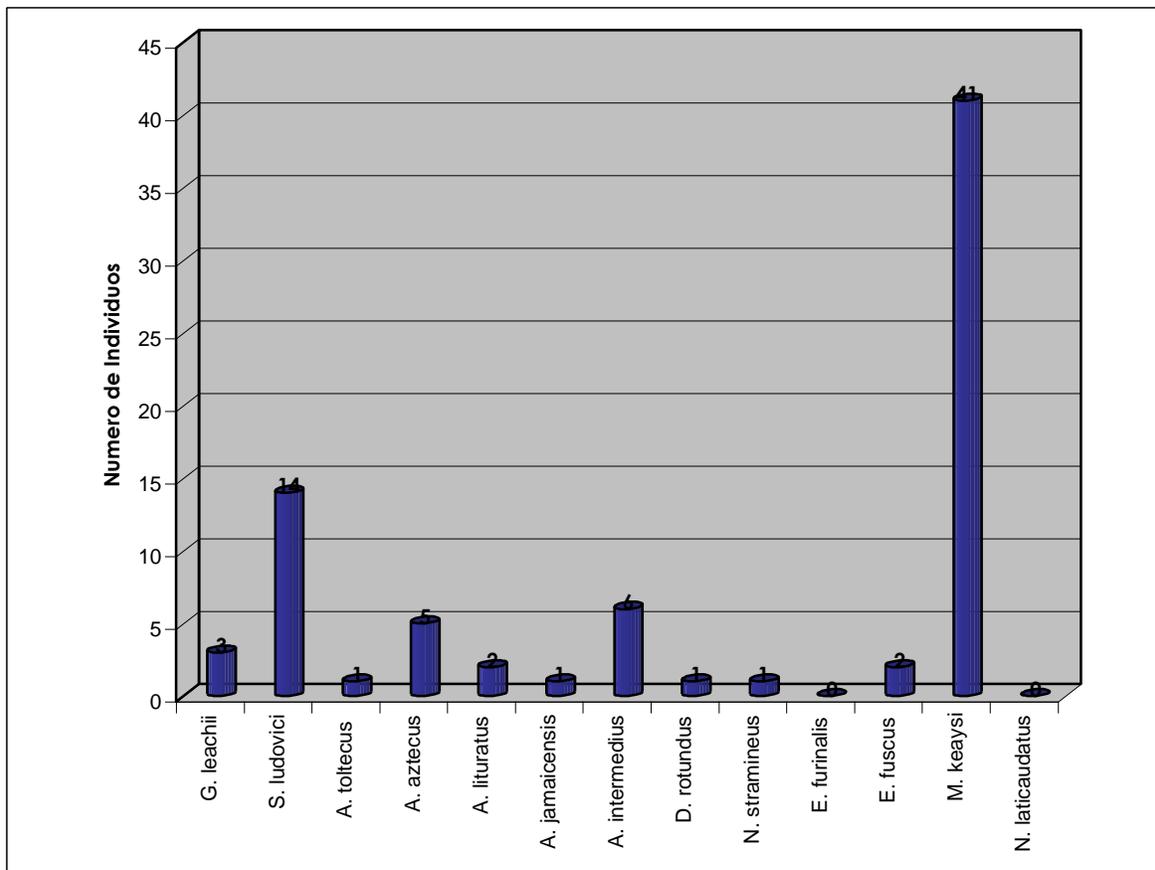
La especie que presentó mayor número de capturas fue *Myotis keaysi* con 45, además se capturaron 14 *Sturnira ludovici*, las otras especies variaron de seis a un individuos (Gráfico 3).

FAMILIA	SUB FAMILIA	ESPECIE	TOTAL
PHYLLOSTOMIDAE	GLOSSOPHAGINAE STENODERMATINAE	<i>Glossophaga leachii</i>	3
		<i>Sturnira ludovici</i>	14
		<i>Artibeus toltecus</i>	1
		<i>Artibeus aztecus</i>	5
		<i>Artibeus lituratus</i>	2
		<i>Artibeus jamaicensis</i>	1
		<i>Artibeus intermedius</i>	6
	DESMODONTINAE	<i>Desmodus rotundus</i>	1
NATALIDAE		<i>Natalus stramineus</i>	1
VESPERTILIONIDAE	VESPERTILIONINAE	<i>Eptesicus furinalis</i>	X
		<i>Eptesicus fuscus</i>	2
		<i>Myotis keaysi</i> *	41
MOLOSSIDAE		<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	X
		<b>TOTAL DE INDIVIDUOS</b>	<b>77</b>
		<b>TOTAL DE ESPECIES</b>	<b>13</b>

**Cuadro 3:** Resultados totales de los muestreos realizados en el Cipresal del Sector Los Andes, volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

\* = Especies identificadas con Anabat

X = Exclusivamente identificadas con Anabat



**Gráfico 3:** Total de individuos capturados por especie en el cipresal en el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

## Bosque Nebuloso

En el bosque nebuloso se capturaron e identificaron solamente siete especies de murciélagos de tres Familias diferentes; más una identificada con Anabat, que pertenecen a ocho géneros de cuatro Familias (Cuadro 4).

Aunque fue el hábitat con mayor número de individuos capturados con 85, el mayor número de capturas fueron de *Myotis keaysi* (65). Además se capturaron nueve *Sturnira ludovici*, y de las demás especies se capturaron de cinco a un individuo (Gráfico 4).

Las especies: *Pteronotus davyi*, *Anoura geoffroyi* y *Enchisthenes hartii* estuvieron presente únicamente en este hábitat.

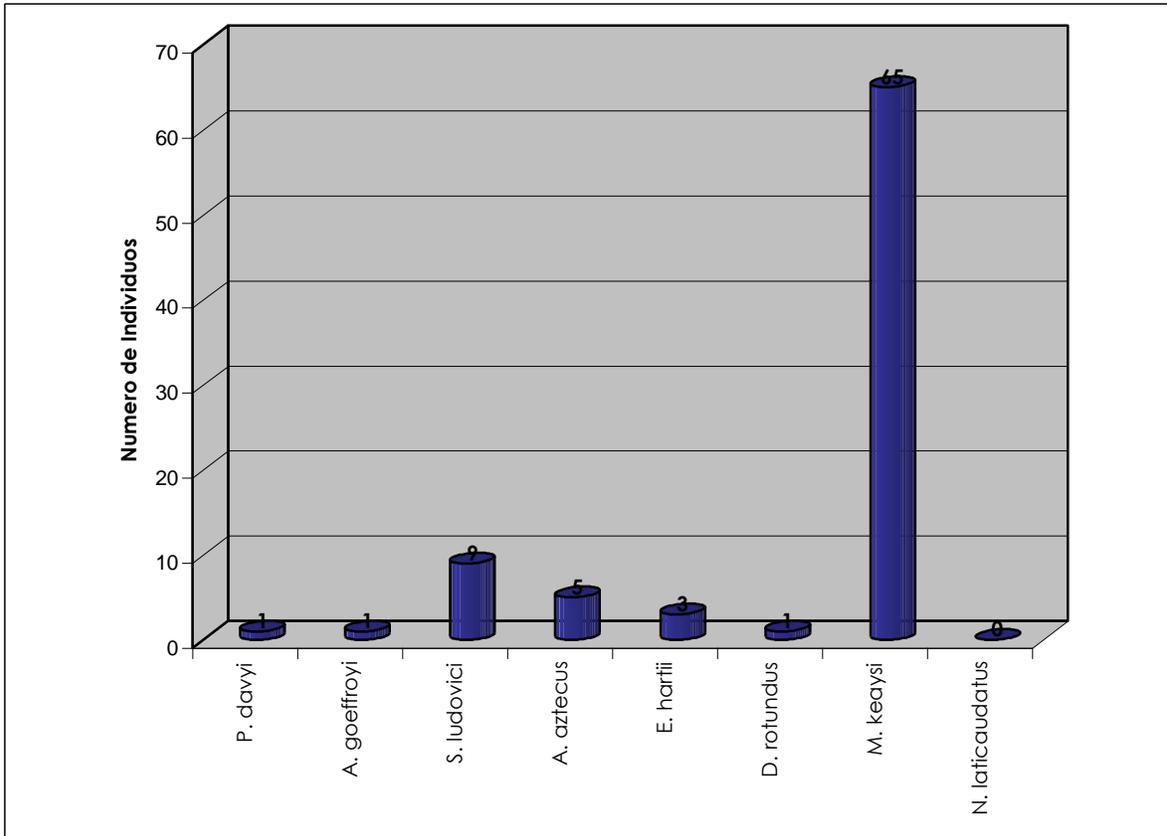
FAMILIA	SUB FAMILIA	ESPECIE	TOTAL
MORMOOPIDAE		<i>Pteronotus davyi</i> **	1
PHYLLOSTOMIDAE	GLOSSOPHAGINAE STENODERMATINAE	<i>Anoura geoffroyi</i> **	1
		<i>Sturnira ludovici</i>	9
		<i>Artibeus aztecus</i>	5
		<i>Enchisthenes hartii</i> **	3
	DESMODONTINAE	<i>Desmodus rotundus</i>	1
VESPERTILIONIDAE	VESPERTILIONINAE	<i>Myotis keaysi</i> *	65
MOLOSSIDAE		<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	X
<b>TOTAL DE INDIVIDUOS</b>			<b>85</b>
<b>TOTAL DE ESPECIES</b>			<b>8</b>

**Cuadro 4:** Resultados totales de los muestreos realizados en el Bosque Nebuloso del Sector Los Andes, Complejo Los Volcanes, Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

\* = Especies identificadas con Anabat

X = Exclusivamente identificadas con Anabat

\*\* = Solamente se capturo en este hábitat



**Gráfico 4:** Total de individuos capturados por especie en el bosque nebuloso en el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

## Páramo

En este tipo de hábitat no se logró capturar ningún individuo de ninguna especie en todos los muestreos realizados.

En los diferentes hábitats, se identificaron especies que compartían varios de ellos, así: cuatro fueron capturadas en los tres hábitats: *Sturnira ludovici*, *Artibeus aztecus*, *Desmodus rotundus* y *Myotis keaysi*. Seis especies fueron capturadas tanto en el cafetal como en el cipresal: *Glossophaga leachii*, *Artibeus toltecus*, *Artibeus lituratus*, *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus intermedius* y *Eptesicus fuscus*. El resto de especies se encontraron restringidas a un solo tipo de hábitat.

Respecto a los métodos de captura, al comparar los resultados obtenidos, se tuvo que:

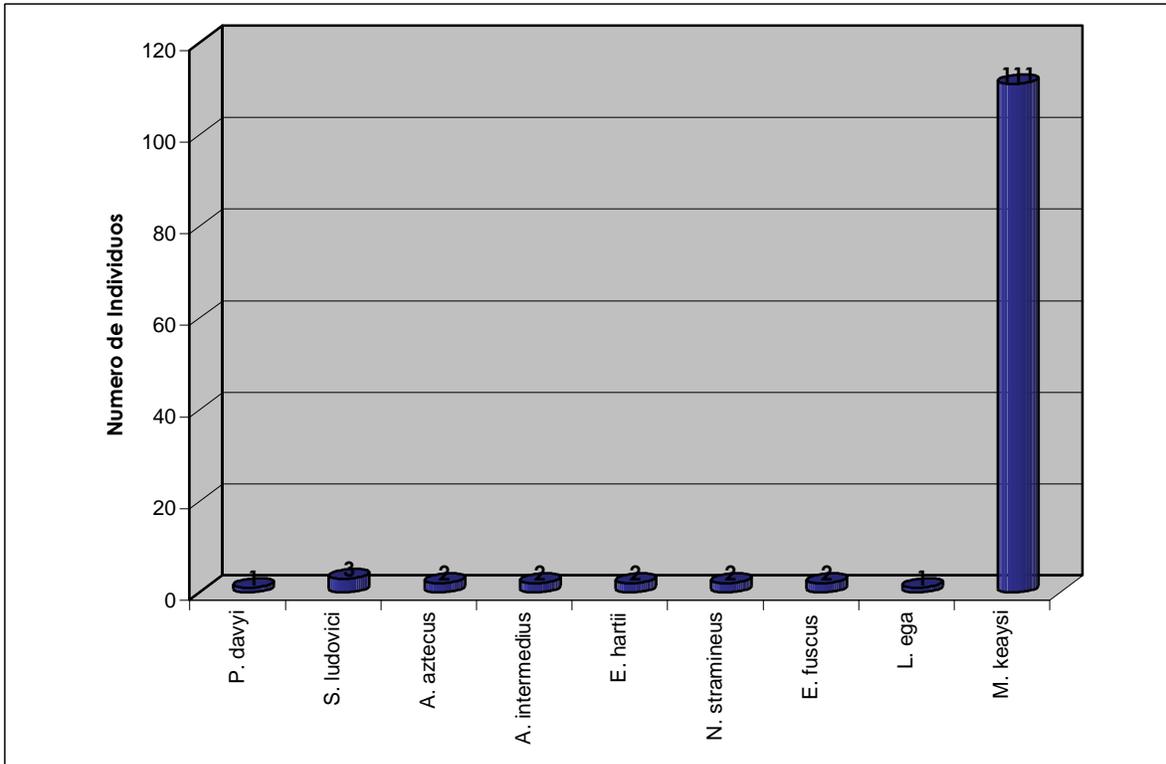
Utilizando trampas de arpa se capturaron 126 individuos de nueve especies pertenecientes a cuatro Familias diferentes (Cuadro 5).

La especie con mayor número de individuos capturados fue *Myotis keaysi* con 111 (Gráfico 5), pero también fue capturada con redes de neblina; en tanto que, las especies: *Pteronotus davyi*, *Natalus stramineus* y *Lasiurus ega* solamente se capturaron en trampas de arpa.

FAMILIA	SUB FAMILIA	ESPECIE	TOTAL
MORMOOPIDAE		<i>Pteronotus davyi</i> *	1
PHYLLOSTOMIDAE	STENODERMATINAE	<i>Sturnira ludovici</i>	3
		<i>Artibeus aztecus</i>	2
		<i>Artibeus intermedius</i>	2
		<i>Enchisthenes hartii</i>	2
NATALIDAE		<i>Natalus stramineus</i> *	2
VESPERTILIONIDAE	VESPERTILIONINAE	<i>Eptesicus fuscus</i>	2
		<i>Lasiurus ega</i> *	1
		<i>Myotis keaysi</i>	111
		<b>TOTAL DE INDIVIDUOS</b>	<b>126</b>
		<b>TOTAL DE ESPECIES</b>	<b>9</b>

**Cuadro 5:** Resultados totales de los muestreos realizados con trampas de arpa en el Sector Los Andes, volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

\* = Solamente se capturo con esta técnica



**Gráfico 5:** Total de individuos capturados por especies con trampas de arpa en el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

Con redes de neblina se atraparon 95 individuos de 12 especies, pertenecientes a dos Familias diferentes de murciélagos (Cuadro 6).

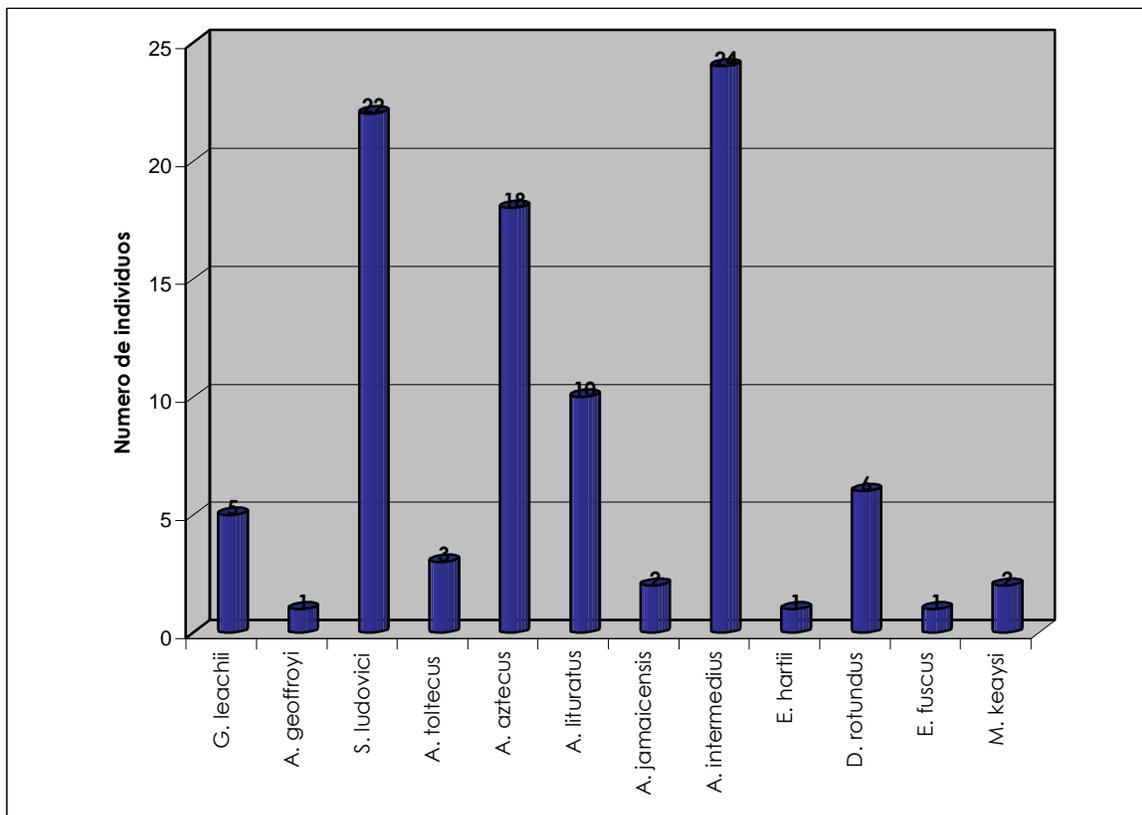
La especie *Artibeus intermedius* fue la que presentó mayor número de capturas con 24; otras especies con capturas numerosas fueron: *Sturnira ludovici* con 22 individuos, *Artibeus aztecus* con 18 y *Artibeus lituratus* con 10. Las demás especies variaron de seis a un individuo capturados (Gráfico 6).

Las especies que exclusivamente fueron capturadas con redes de neblina fueron: *Glossophaga leachii*, *Anoura geoffroyi*, *Artibeus jamaicensis* y *Desmodus rotundus*.

FAMILIA	SUB FAMILIA	ESPECIE	TOTAL
PHYLLOSTOMIDAE	GLOSSOPHAGINAE	<i>Glossophaga leachii</i> *	5
		<i>Anoura geoffroyi</i> *	1
	STENODERMATINAE	<i>Sturnira ludovici</i>	22
		<i>Artibeus toltecus</i>	3
		<i>Artibeus aztecus</i>	18
		<i>Artibeus lituratus</i>	10
		<i>Artibeus jamaicensis</i> *	2
		<i>Artibeus intermedius</i>	24
		<i>Enchisthenes hartii</i>	1
	DESMODONTINAE	<i>Desmodus rotundus</i> *	6
VESPERTILIONIDAE	VESPERTILIONINAE	<i>Eptesicus fuscus</i>	1
		<i>Myotis keaysi</i>	2
		<b>TOTAL DE INDIVIDUOS</b>	<b>95</b>
		<b>TOTAL DE ESPECIES</b>	<b>12</b>

**Cuadro 6:** Resultados totales de los muestreos realizados con redes de neblina en el Sector Los Andes, volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

\* = Solamente se capturo con esta técnica



**Gráfico 6:** Total de individuos capturados por especies con redes de neblina en el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

El sistema Anabat ayudó a identificar cuatro especies que pertenecen a dos Familias diferentes; tres de las cuales solamente se identificaron con esta técnica.

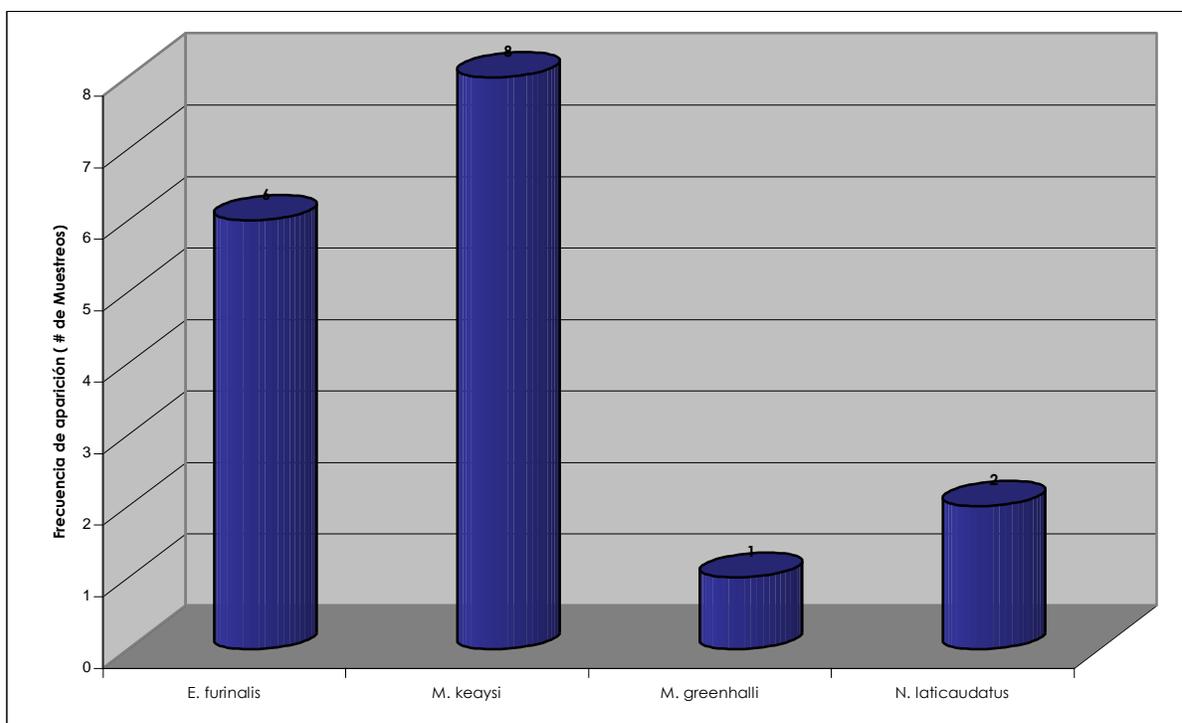
La especie que se pudo identificar con mayor frecuencia fue *Myotis keaysi*, la cual estuvo presente en ocho muestreos de 12 realizados con esta técnica; en tanto que *Eptesicus furinalis* se registro en seis, *Nyctinomops laticaudatus* en dos y *Molossops greenhalli* estuvo presente en un muestreo (Cuadro 7 y Gráfico 7).

FAMILIA	SUB FAMILIA	ESPECIE	FRECUENCIA DE APARICION
VESPRTLIONID AE	VESPRTLIONINA E	<i>Eptesicus furinalis</i> * <sup>1</sup>	6
		<i>Myotis keaysi</i>	8
MOLOSSIDAE		<i>Molossops greenhalli</i> *	1
		<i>Nyctinomops laticaudatus</i> *	2
<b>TOTAL DE ESPECIES</b>			<b>4</b>

**Cuadro 7:** Resultados totales de los muestreos realizados con el sistema Anabat en el Sector Los Andes, volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

\* = Solamente se identificó con esta técnica

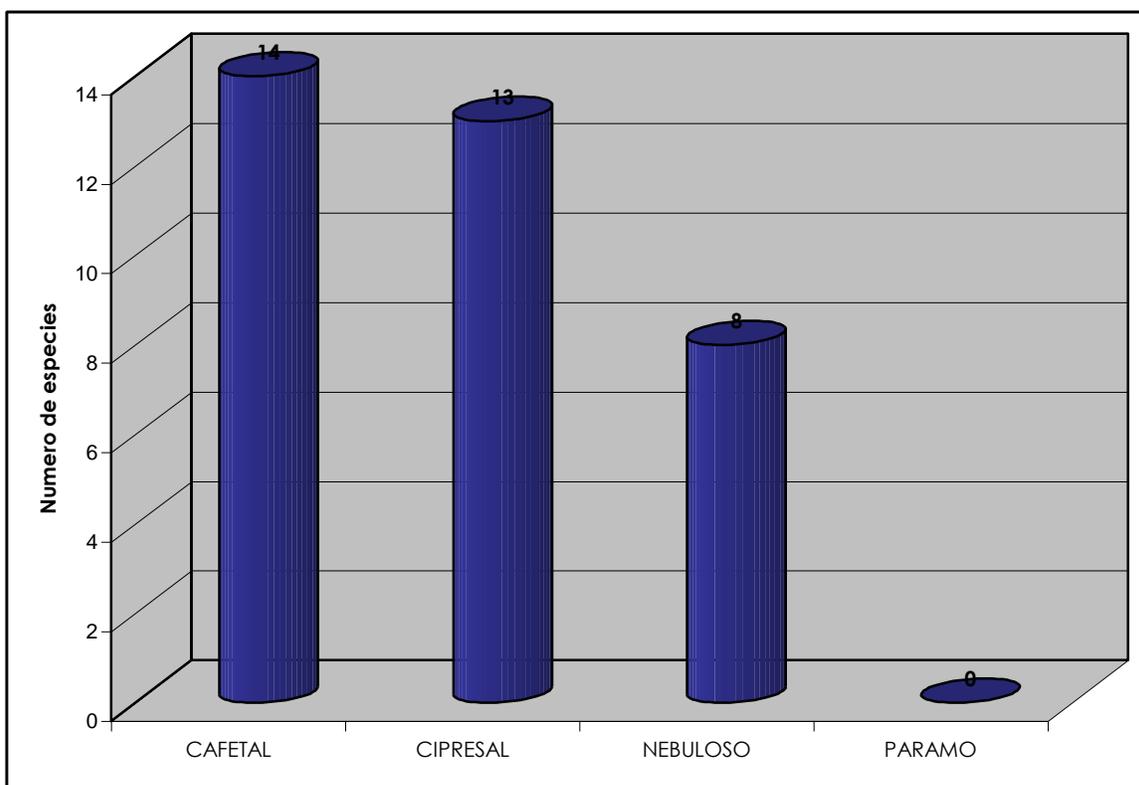
<sup>1</sup>= Grabación no identificada al 100%. La identificación podría cambiar



**Gráfico 7:** Frecuencia de aparición en número de muestreo de las especies captadas con Anabat en los cuatro hábitats estudiados en el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

Al comparar el total de las especies capturadas e identificadas en los cuatro hábitats se observa que el hábitat con mayor cantidad de especies identificadas fue el cafetal con 14, seguido del cipresal con 13, luego el bosque nebuloso con ocho y finalmente el páramo donde no se capturó ni identificó ninguna especie (Gráfico 8).

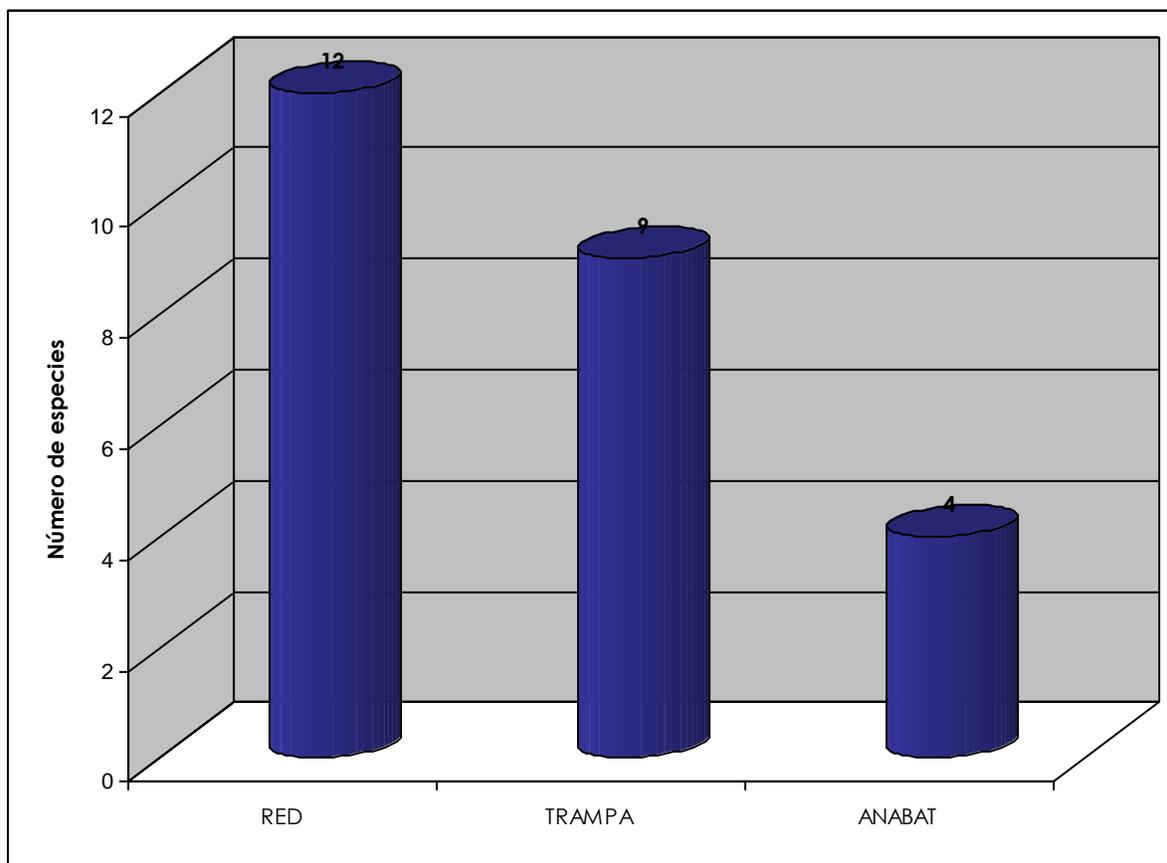
Estos datos se obtuvieron con similar número de horas de muestreo invertidas en cada uno de los cuatro hábitats establecidos para el estudio.



**Gráfico 8:** Comparación de número de especies capturadas e identificadas en los cuatro hábitats estudiados en el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

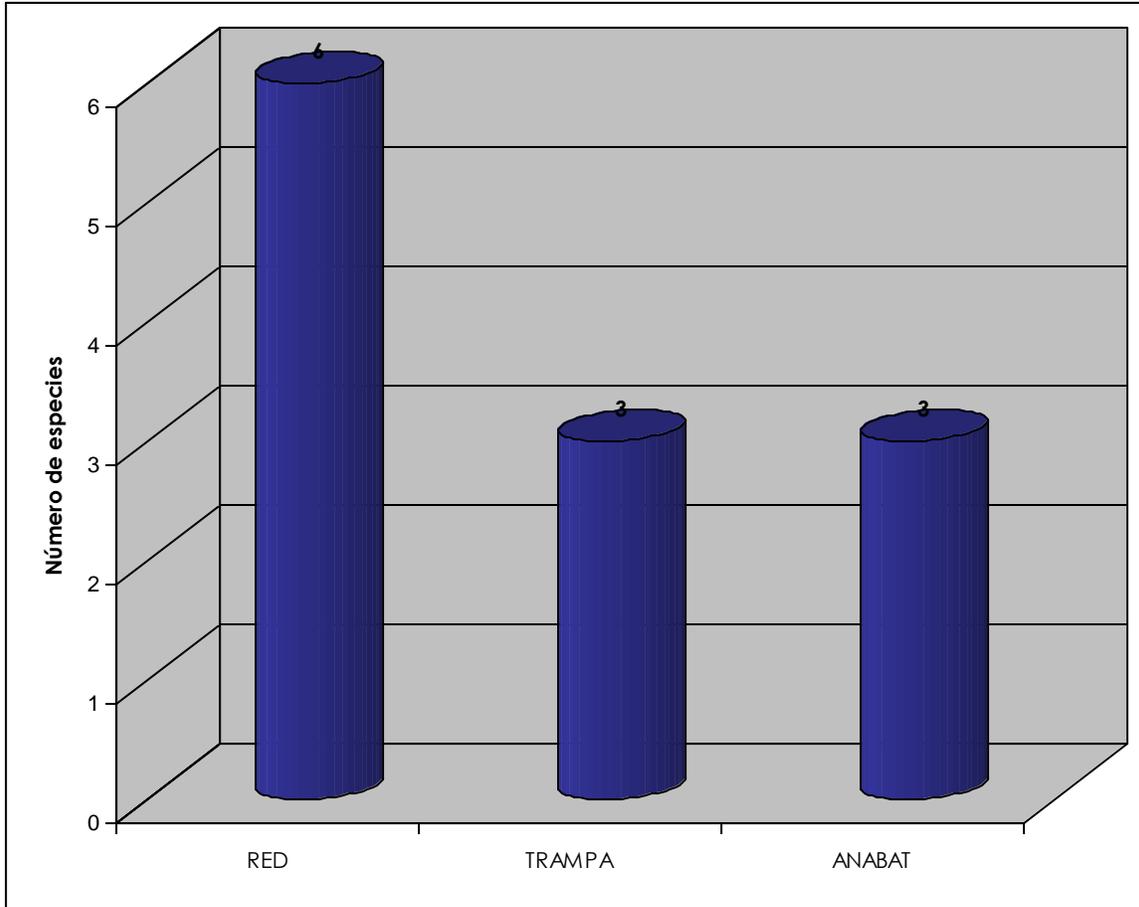
Al comparar el total de las especies identificadas con los diferentes métodos utilizados en el estudio se observa que: con redes de neblina se capturaron e identificaron 12 especies, utilizando trampas de arpa se capturaron e identificaron nueve y con Anabat solamente cuatro (Gráfico 9).

Con redes de neblina se logró identificar el mayor número de especies, aunque también se invirtieron más horas de muestreo.



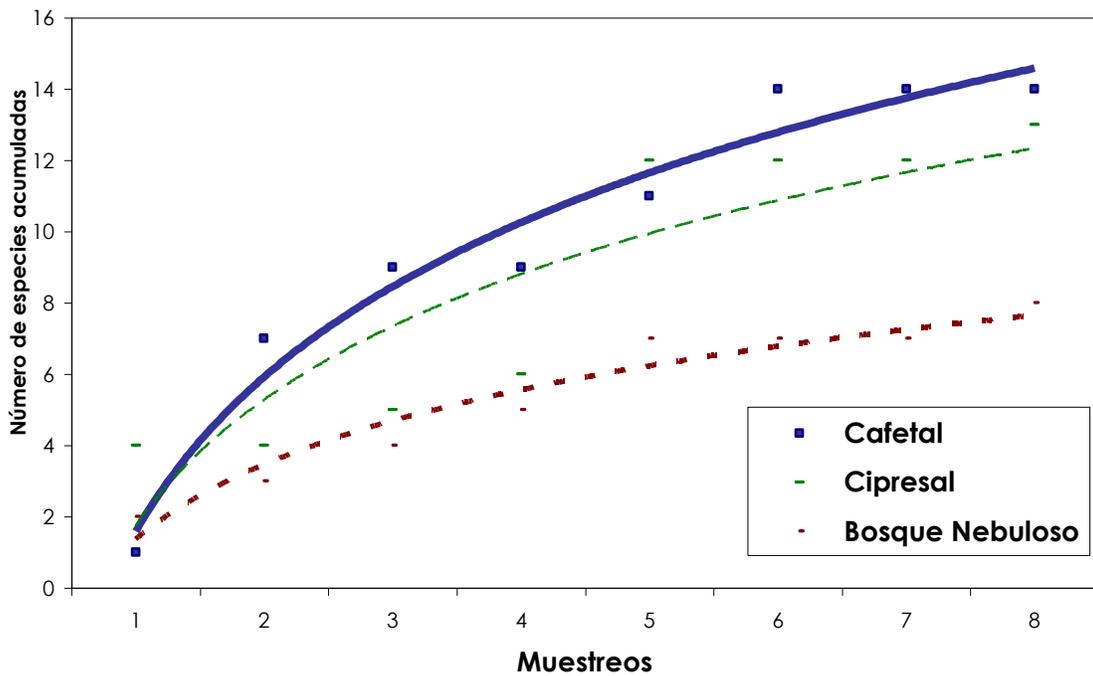
**Gráfico 9:** Comparación de número de especies de murciélagos identificadas con los tres métodos utilizados en el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

Por otro lado, también se puede comparar el número total de especies que exclusivamente se identificaron utilizando un método específico. Así: con redes de neblina se identificaron seis especies, con trampas de arpa tres y con Anabat tres (Gráfico 10).



**Gráfico 10:** Comparación de número de especies de murciélagos identificadas exclusivamente con cada uno de los tres métodos utilizados en el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

Las curvas de acumulación de especies de los tres hábitats donde se obtuvieron resultados, tomando en cuenta los registros de las redes de neblina y las trampas de arpa, sugieren que en ninguno de estos hábitats se ha completado el inventario de murciélagos, ya que ninguna de ellas se ha llegado a estabilizar (Gráfico 11). Lo mismo sugiere la curva de acumulación de especies a lo largo de todo el estudio, agrupando los datos de cada hábitat (Gráfico 12).



**Gráfico 11: curvas de acumulación** de especies de murciélagos en cada hábitat muestreado en el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).



**Gráfico 12: Curva de acumulación** de especies totales de murciélagos en todo el estudio en el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

## Indicis de ecológicos y prueba estadística

Para calcular de los índices ecológicos y hacer la prueba estadística se descartó el hábitat de páramo, por no obtener ningún resultado numérico comparable a los demás hábitats.

En general se estimó que la diversidad murciélagos en la zona es media, según el cálculo del índice de diversidad de Shannon-Wiener. Cada hábitat resultó con una diversidad de baja a media, siendo el cafetal el hábitat más diverso en murciélagos, seguido por el cipresal y por último el bosque nebuloso. Además, en el cafetal se encontró la mayor equitatividad, y en el bosque nebuloso la menor (Cuadro 8).

HABITAT	Shannon-Wiener	Máximo Esperado	Equitatividad
CAFETAL	2.88	3.58	0.803
CIPRESAL	2.26	3.46	0.652
BOSQUE NEBULOSO	1.28	2.81	0.403
<b>TOTAL</b>	<b>2.48</b>	<b>3.91</b>	<b>0.634</b>

**Cuadro 8:** Índices de diversidad Shannon-Wiener para los hábitats cafetal, cipresal y bosque nebuloso de el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

De acuerdo al índice de similitud cuantitativo de Sorenson, entre el cafetal y el bosque nebuloso hay una similitud media con cuatro especies en común, entre cafetal y cipresal hay una alta similitud con 11 especies en común, y entre cipresal y bosque nebuloso una similitud media con cuatro especies en común.

Al calcular el índice cualitativo de Sorenson, se obtuvo similares resultados: entre cafetal y bosque nebuloso una similitud media con cuatro especies compartidas, entre cafetal y cipresal alta similitud con 13 especies en común, y entre cipresal y bosque nebuloso similitud media y cinco especies en común (Cuadro 9).

<b>HABITATS</b>	<b>Sorenson Cuantitativo</b>	<b>Sorenson Cualitativo</b>
Cafetal -Nebuloso	0.421 (4 especies en común)	0.455 (4 especies en común)
Cafetal -Cipresal	0.929 (11 especies en común)	0.963 (12 especies en común)
Cipresal -Nebuloso	0.444 (4 especies en común)	0.476 (5 especies en común)

**Cuadro 9:** Índices de similitud cuantitativo y cualitativo de Sorenson entre los hábitats cafetal, cipresal y bosque nebuloso de el Sector Los Andes, Volcán de Santa Ana, El Salvador (Julio-Septiembre, 2003).

Al probar la hipótesis con la Anova de una vía, se confirmó que no hay diferencia significativa en la distribución de las especies de murciélagos en los hábitats representativos del sector Los Andes, volcán de Santa Ana. Similar resultado se obtuvo al hacer la prueba de Chi- cuadrado (Cuadro 10).

<b>Anova de una vía</b>		<b>Chi-cuadrado</b>		
<b>F</b>	<b>P</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>g.l.</b>	<b>α</b>
2.02	0.158	6.4208	14	0.05

**Cuadro 10:** Anova de una vía y prueba de Chi-cuadrado hechas para probar la hipótesis del estudio.

## V. DISCUSIÓN

El total de especies que se encontraron en este estudio, fue mayor que las registradas a la fecha por otros autores, tales como Burt y Stirton (1969) (dos especies), Miller (2003) (nueve) y Owen (com. pers.) (tres). Aunque algunas de estas especies son comunes para los cuatro estudios, se puede estimar un total de 26 especies para el volcán de Santa Ana.

De acuerdo a las curvas de acumulación de especies se estima que aún hace falta para terminar el inventario de murciélagos de este lugar y si se toma en cuenta la distribución altitudinal y por hábitat de murciélagos que presenta Reid (1997) se especula que se podrían encontrar al menos unas 12 especies más, haciendo un total de por lo menos unos 38 especies.

La especie más abundante en el estudio fue *Myotis keaysi*, que pertenece a la familia Vespertilionidae; lo cual podría sustentarse en lo planteado por Owen (2003) y Reid (1997), quienes señalan una amplia distribución en todo el país, desde tierras bajas hasta 2500 msnm.

Sin embargo, en otras investigaciones, los resultados fueron distintos con mayor abundancia para especies de las Familias Mormoopidae y Phyllostomidae; y muy pocos datos de la Familia Vespertilionidae, que en algunos casos no son considerados en el análisis final. Tal es el caso de Bernard (2001), que hizo un estudio de la estratificación vertical de la comunidad de murciélagos en un bosque primario en Brasil, Medellín *et al* (2000), que investigaron en la selva Lacandona, México, la diversidad y abundancia de murciélagos como indicadores de perturbación y un estudio en siete tipos de vegetación en Veracruz, México de Moreno *et al* (2000).

Esto podría deberse a que en dichas investigaciones solamente se han ocupado redes de neblina, las cuales los vespertiliónidos detectan con facilidad, lo

cual impide tener datos más reales de abundancia de especies. En esta investigación, esta especie fue mucho más capturada con trampas de arpa y también resultó ser la especie con mayor abundancia relativa utilizando Anabat.

Con respecto a los hábitats estudiados, la distribución de murciélagos fue similar en cada uno de ellos, esto se puede deber a que los hábitats y los sitios de muestreo se encontraban a una distancia relativamente corta, en comparación a como trabajaron Moreno y Halffter (2000), cuyos sitios de muestreo estaban a tres kilómetros uno del otro, distancia que aún es fácilmente viajada por los murciélagos.

En este estudio no se encontró una relación directa entre la complejidad de los hábitats y la complejidad de la comunidad de murciélagos, sino una relación inversa entre la altura y la complejidad de la comunidad de murciélagos. Diferente a los resultados de Medellín et al (2000), quienes encontraron que la complejidad de la comunidad de murciélagos estaba directamente relacionada con la complejidad del hábitat (bosque natural y monocultivo).

Los resultados concuerdan más con el estudio de la distribución altitudinal de murciélagos en el Parque Nacional Manu, Perú de Solari *et al* (1996), donde se afirma que la diversidad de murciélagos varía inversamente con el incremento de la elevación.

Por otro lado, el número de repeticiones de muestreo pudo no ser óptimo, para hacer una comparación exacta de la distribución de murciélagos en los diferentes hábitats; ya que según Moreno y Halffter (2000), el esfuerzo de muestreo determina la confiabilidad de los datos. Además pudieron influir las variaciones de las estaciones del año, ya que se da una diferenciación en la composición y abundancia de los murciélagos dependiendo de la temporada en que se realice el estudio.

En relación a la influencia de los tipos de hábitat sobre la diversidad de vertebrados alados, en el PN Monte Cristo, se comparó la riqueza de especies avifaunísticas en tres hábitats de montaña (Komar, 2002), siendo el cipresal el menos diverso y el que tenía menor densidad. Contrario al presente estudio en que el cipresal resultó ser el segundo en diversidad y en densidad, lo que lleva a suponer que es un buen hábitat para los murciélagos y no así para las aves, o que los murciélagos son menos selectivos en la búsqueda de recursos.

En el caso particular del páramo, en época húmeda la vegetación no provee mucho resguardo de los fuertes vientos, la lluvia ni la baja temperatura, factores que pudieron determinar el nulo registro de especies.

De acuerdo a Owen (com. pers.), para las especies *Eptesicus fuscus* y *Natalus stramineus*, los monocultivos del sector Los Andes, representan los últimos refugios en El Salvador, ya que nunca los ha capturado en más de una década de muestreos alrededor del país. Aunque Girón (2004), capturó un individuo de *E. Fuscus* en un cafetal abandonado del departamento de San Salvador.

Reid (1997), agrega que esta especie es rara para Centro América, y que se encuentra principalmente en tierras altas y prefiere las áreas con poca vegetación, y probablemente por ello no se encontró en bosque nebuloso.

La Familia Phyllostomidae es la que más especie tiene en el país (Owen, 1991), en este estudio también aporta el mayor número de especies, y de algunas de ellas se pueden analizar varios aspectos:

*Sturnira ludovici* fue la tercera especie con mayor número de capturas y estuvo presente en los tres hábitat, debido probablemente a su distribución en lugares arriba de los 800 msnm y que tolera hábitats húmedos (Reid, 1997).

El vampiro *Desmodus rotundus* es considerada como indicador de perturbación en los hábitats donde tiene alta densidad (Medellín et al, 2000). Esta especie apareció en los tres hábitats, pero con una densidad muy baja en cipresal y bosque nebuloso, y una densidad un poco mayor en cafetal, lo cual podría indicar que el cafetal tiene cierto nivel de perturbación; debido a que hay viviendas y ganado dentro de él. También, es considerada como especie común en una gran variedad de hábitats, pero es rara en bosque maduros extensos (Reid, 1997), y a eso se puede deber la baja densidad en el bosque nebuloso.

Owen (com. pers.), opina que Los Andes puede ser uno de los pocos sitios donde todavía se encuentre la especie *Enchisthenes hartii* en el país, ya que no ha capturado ningún espécimen en otra zona, no obstante Hellebuyck *et al* (1985) la reportan para el Parque Nacional El Imposible y Girón (2004) una en la laguna El Jocotal, departamento de San Miguel. Dado que esta especie fue capturada en bosque nebuloso, puede deberse a que generalmente se encuentra en bosque de altura y bosques maduros (Reid, 1997).

*Artibeus toltecus* y *Artibeus aztecus* fueron ubicadas como especies diferentes, por las características morfológicas observadas en campo, las medidas tomadas a las capturas y sus rangos de distribución. Aunque Owen (com. pers.), señala que probablemente sean todos *A. toltecus*, pues son muy difíciles de diferenciar entre si, lo que reafirma Reid (1997).

Lo mismo ocurre con las especies *Artibeus intermedius* y *Artibeus lituratus*, aunque en este caso es mas complicado ya que algunos autores han considerado a *A. intermedius* como una sub especie de *A. lituratus* (Reid, 1997). Por otro lado, a pesar de que *A. lituratus* ha sido reportado por Felten (1956) y por Burt y Stirton (1969), Owen (com. pers.) considera que en el país solo se encuentra la especie *A. intermedius* y que las capturas hechas en este estudio son de esta especie. Pero resulta difícil definir si se trata de una sola especie o de las dos ya que

hubieron capturas con medidas que concuerdan mas con *A. lituratus* que con *A. intermedius*.

La comparación de los resultados obtenidos con los diferentes métodos de identificación es complicada, debido a que el esfuerzo de muestreo de cada uno fue muy diferente, especialmente en el caso de la técnica acústica Anabat con 24 horas. Aún así, hay diferencias que concuerdan con Miller (2001), quien plantea que las redes de neblina son más efectivas con la Familia Phyllostomidae y que las trampas de arpa funcionan para otras Familias que vuelan bajo, en tanto que las técnicas acústicas pueden detectar especies en vuelo libre que raramente vuelan bajo.

Sin embargo, al agrupar los datos de cada método de muestreo, el resultado es más productivo, ya que cada uno aporta información complementaria para hacer inventarios más detallados de los murciélagos.

Esto se manifiesta al observar lo obtenido solamente con redes de neblina, que arrojó principalmente datos de la Familia Phyllostomidae, la cual es predominante en los neotrópicos (Medellín *et al*, 2000; Fenton *et al*, 1992). Pero se marginan las demás Familias.

Las capturas con trampas de arpa, por otro lado, agregan datos de especies que muy difícilmente se capturan con redes y además demuestran la eficiencia que tienen con especies de la Familia Vespertilionidae como lo menciona Miller (2001).

Un aporte importante de este método fue la captura de la especie *Natalus stramineus* de la Familia Natalidae, que tiene pocos reportes en el país (Owen, com. pers.) y además fueron en rangos de distribución no usuales para esta especie, que se encuentra debajo de los 300 msnm en bosques secos, subcaducifolios y bosques secundarios (Reid, 1997).

La técnica acústica Anabat, registró cuatro especies, dos de la Familia Molossidae, de la cual no se pudo capturar ninguna especie, pero si se tuvo grabaciones en cinco muestreos de *Nyctinomops laticaudatus* y en uno de *Molossops greenhalli*, de esta última es apenas el tercer reporte para el país; los primeros dos fueron reportados por Miller (2003) utilizando esta técnica. Según Fenton *et al* (1997) y Kalko (1997) la explicación a esto sería que los muestreos a nivel del suelo subestiman la presencia de molósidos, ya que vuelan más arriba del dosel de los árboles.

Otro ejemplo del aporte del Anabat se obtiene si se incluyen al inventario las especies identificadas por Miller (2003), que registró por medio de cinco sistemas fijos de Anabat durante dos noches en el área de estudio, nueve especies de vespertiliónidos. Cinco de esas especies no se registraron en este estudio, aumentando a 10 el número de especies identificadas con esta técnica, con un esfuerzo de muestreo de solo 145 horas aproximadamente.

Los datos obtenidos demuestran la importancia de utilizar más de un método que permita identificar murciélagos, y así tener inventarios más completos y poder hacer análisis más reales en investigaciones similares a esta; ya que constituyen herramientas críticas para evaluar ecosistemas (Miller, 2001).

En relación a la curva de acumulación de especies de murciélagos en Los Andes y la literatura consultada, todavía faltan más muestreos y mejoras en la utilización de los métodos de identificación para llegar a que dicha curva se normalice, y así tener mayor certeza en el análisis.

En este contexto, Moreno y Halffter (2000), mencionan que para predecir el límite más bajo de riqueza de especies de un área homogénea pequeña, tal como los hábitats individuales en Los Andes, se necesita de cinco a 18 noches de muestreo para poder registrar el 90 % de la fauna de murciélagos presente.

Esta aseveración podría explicar porqué las curvas de acumulación de especies obtenidas no llegaron a ser asintótica; lo cual indicaría que después de ocho noches de muestreo en cada hábitat, podría requerirse esfuerzo complementario.

Aún así, los datos obtenidos en esta investigación ayudan a reconocer el valor de los murciélagos para los ecosistemas donde están presentes (Wilson, 1996); ya que es un grupo poco estudiado en El Salvador y está cada vez más amenazado por causas antropogénicas, principalmente por la destrucción del hábitat (Tuttle, 1988, Richarz *et al*, 1993, Wilson, 1996).

## VI. CONCLUSIONES

Las especies de murciélagos identificadas en el sector Los Andes son 18, pero para el volcán de Santa Ana pueden estimarse al menos unas 20 especies más, haciendo un total de 38 incluyendo las especies listadas y potenciales, según otras investigaciones.

Para este estudio *Myotis keaysi* de la Familia Vespertilionidae es la especie más abundante.

Por otro lado, no hay diferencia significativa en la distribución de murciélagos en los hábitats representativos del sector Los Andes del volcán de Santa Ana.

Además, la diversidad de murciélagos en la zona es media, siendo el cafetal el hábitat más diverso, seguido del cipresal y por último el bosque nebuloso. Por lo cual no existe una relación directa entre la complejidad de los hábitats y la diversidad de murciélagos, sino una relación inversa entre la altura sobre el nivel del mar y la diversidad de murciélagos.

Con respecto a los métodos de muestreo, cada uno aporta información complementaria para hacer inventarios más detallados de los murciélagos. En ese aspecto, las redes de neblina son más efectivas con la Familia Phyllostomidae, las trampas de arpa funcionan para otras Familias que vuelan bajo, en tanto que la técnica acústica Anabat detecta especies en vuelo libre que raramente vuelan bajo.

## VII. RECOMENDACIONES

Es recomendable seguir haciendo investigaciones de murciélagos ocupando los tres métodos de identificación utilizados en este trabajo, para conseguir muestras por separado que se complementen y así obtener datos más acertados de diversidad y distribución.

Sería oportuno tomar datos con los tres métodos de identificación, con similar cantidad de horas de muestreo, para poder hacer una comparación más real de ellos. Para ello se necesita mayor recurso humano y mejor equipo, como por ejemplo un sistema Anabat fijo que puede tomar datos toda la noche sin necesidad de una computadora Laptop y sin importar el clima.

También, se debería de repetir esta metodología en el mismo lugar en época seca, para tener un inventario de murciélagos más amplio y tener una mejor idea de la distribución de éstos en el volcán de Santa Ana.

Por otro lado, estudios como éste pueden contribuir a conocer más sobre los murciélagos en el país, especialmente en las áreas naturales protegidas, y utilizarse para sugerir algunas medidas para su protección y la de las áreas naturales donde se encuentran. Por ejemplo, su inclusión en políticas de conservación de la biodiversidad, en estrategias de conservación de biodiversidad, creación de planes de acción para el estudio y recuperación de poblaciones naturales que así las necesiten y desarrollo de programas de monitoreo de especies amenazadas.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, L. F. 1999. Estado de Conservación de los Murciélagos de Bolivia. *Chiroptera Neotropical*. 5(1-2): 108-112.
- Bernard, Enrico. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. Cambridge University Press. *Journal of Tropical ecology*. 17: 115-126.
- Burt, W. Ruben Stirton. 1961. The Mammals of El Salvador. Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, Universidad of Michigan, No. 117.
- Calvo, Lorena. 2002. Cátedra de Mastozoología, Universidad del Valle, Guatemala.
- Dominguez, Juan Pablo. 2004. Plan Operativo 2004 del Complejo Los Volcanes.
- Felten, H. 1956. Quirópteros en El Salvador. *Revista Comunicaciones. Instituto Tropical de Investigaciones Científicas*. pp. 153-170.
- Fenton, M. B. & Griffin, D. R. 1997. High-altitude pursuit of insects by echolocating bats. *Journal of Mammalogy*, 78, 247- 250.
- Gaviño, Gonzalo, Juárez López, Carlos y Figueroa Tapia, Héctor. 1996. *Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y Campo*. 2da edición. Ed. Limusa. México. 380pp.
- Girón, L. 2004. Reporte anual del proyecto Neobats – El Salvador, Mayo de 2003 a Mayo de 2004. SalvaNATURA.

- Hellebuyck, V., R. Tamsitt, & J.G. Hartman. 1985. Records of bats new to the fauna of El Salvador. *The Southwestern Naturalist* 39:281-283.
- Hall, Raymond. 1981. *The Mammals of North America*. Vol1. 2da edición. John Wiley & Sons E.U. A. 690 pp.
- Hoffman, A; Palacios Vargas J. G. y Mordes-Malacara J. V. 1986. *Manual de Bioespeleología (con nuevas aportaciones de Morelos y Guerrero, México)* UNAM. México. 274 pp.
- Holdridge, L. R. 1975. *Mapa Ecológico de El Salvador*. Memoria Explicativa. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Recursos Naturales Renovables.
- Kalko, Elisabeth. 1998. Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology* 101: 281-297.
- Köppen, W. 1948. *Climatología Fondo de la Cultura Económica, México*.
- Komar, O. 2002. Birds of Montecristo National Park, El Salvador. *Ornitología Neotropical*, 13: 167-193.
- La Val, R. K. & H. S. Fitch. 1997. Structure, movements and reproduction in three Costa Rican bat communities. *Occasional Papers, The Museum of Natural History, University of Kansas*, 69:1-28.
- Medellín, R., Miguel Equihua, Miguel Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicator of disturbance in Neotropical Rainforests. *Conservation Biology*. 6: 1666-1675.
- Medellín, R., H. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo. *Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C.* 83 pp.

- Miller, B. W. & C. M. Miller. 1999. Results of a survey of bats of the Cockscomb Basin Wildlife Sanctuary, Wildlife Conservation Society. 16 pp.
- Miller, B. W. & C. M. Miller. 2001. Contribution of acoustic methods of the study of insectivorous bat diversity in El Salvador, Wildlife Conservation Society Belize Technical report series. 4 pp.
- Miller, B. W. 2003. Conocimiento de la distribución de murciélagos en Centro América. Primer Congreso Mesoamericano de Áreas Protegidas.
- Moreno, C., Gonzalo Halffter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. British Ecological Society. Journal of applied ecology, 37: 149-158.
- O'Farrell, M. J. & B.W. Miller. 1999. Use of vocal signatures for inventory of free flying Neotropical bats. Biotropica, 31:507-516.
- O'Farrell, M. J., B.W. Miller & W. L. Gannon. 1999. Qualitative identification of free flying bats using the Anabat detector. Journal of Mammalogy, 80:11-23.
- Owen, J., J. K. Jones & R. Baker. 1991. Annotated checklist of land mammals of El Salvador. Occasional Papers Museum Texas Tech University. pp. 1-13.
- Owen, J. 2003. Los Mamíferos. El Parque Nacional El Imposible y su vida silvestre, SalvaNATURA. pp162-168.
- Paz, O. 2003. Mamíferos. Diagnostico de la diversidad biológica de El Salvador. REDMESO/SER, México, D. F. 3:97-107.
- Richarz, K y A. Limbruner. 1993. *The world of bats*. Christopher Helm, London. 255 p.

- Reid, F.A. 1997. A field guide to the mammals of Central América & Southeast Mexico. Oxford University Press.
- Rojas-Martínez, Alberto y Valiente-Banuet Alfonso. 1996. Análisis comparativo de la quiróptero-fauna del valle del Tehuacán - Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. Acta Zoológica mexicana ( n.s.) 67: 1-23.
- Rumiz, Damián y Rosemary W. 1995. La Importancia Ecológica de los Murciélagos. <http://bolfor.chemonics.net/boletin/bolet3/6murcie2.htm>
- SAENA, 1996. Plan Operativo Parque Nacional Los Andes. Asociación de Agrónomos de El Salvador.
- Sánchez, Oscar. 2002. Los murciélagos de México, [www.conabio.gob.mx/institucion/conabio\\_espanol/doctos/murciel.html](http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/murciel.html)
- SEMA. 1994. Sistema Salvadoreño de Áreas Protegidas – SISAP. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador, 112 pp.
- Solari, S., Víctor Pacheco, Bruce Patterson. 1996. Distribución de murciélagos en un gradiente altitudinal en el Parque Nacional Manu. <http://www.unmsm.edu.pe/biologia/reunion/c5r79.htm>
- Statistica. 1999. Software versión 4.0
- Timm, R., Richard LaVal, Bernal Rodríguez. 1999. Clave de Campo para los murciélagos de Costa Rica. Brenesia 52: 1-32.
- Tuttle, Merlin, D. 1994. America's Neighborhood Bats. University of Texas Press. E. U. 96pp.

- Tuttle, Merlin, D. 1997. El Mundo de los Murciélagos, America's Neighborhood Bats. University of Texas Press, pp. 5-16
- Tuttle, M. D. 1988. *America's Neighborhood Bats*. University of Texas Press, Austin. 96 p.
- Ventura, N. E., & R. F. Villacorta. 2000. Mapeo de la Vegetación Natural de los Ecosistemas Terrestres y Acuáticos de Centro. San Salvador, El Salvador.
- Walker, E. P. 1975. Mammals of the World. Vol 1. 3ra edición. The John Hopkins Universal Press. E.U.A. 644pp.
- Whitaker, Jr, John O. 1996. Natl. Audubon Society Field Guide to Northamerican Mammals. 2da edición. Ohontideer Press. E.U. 937pp.
- Wilson, D. E. 1996. Neotropical bats: a checklist with conservation status. En: *Neotropical Biodiversity and Conservation*. A. C. Gibons (ed.). Pp: 167-177. Mildred E. Mathias Botanical Garden, California.

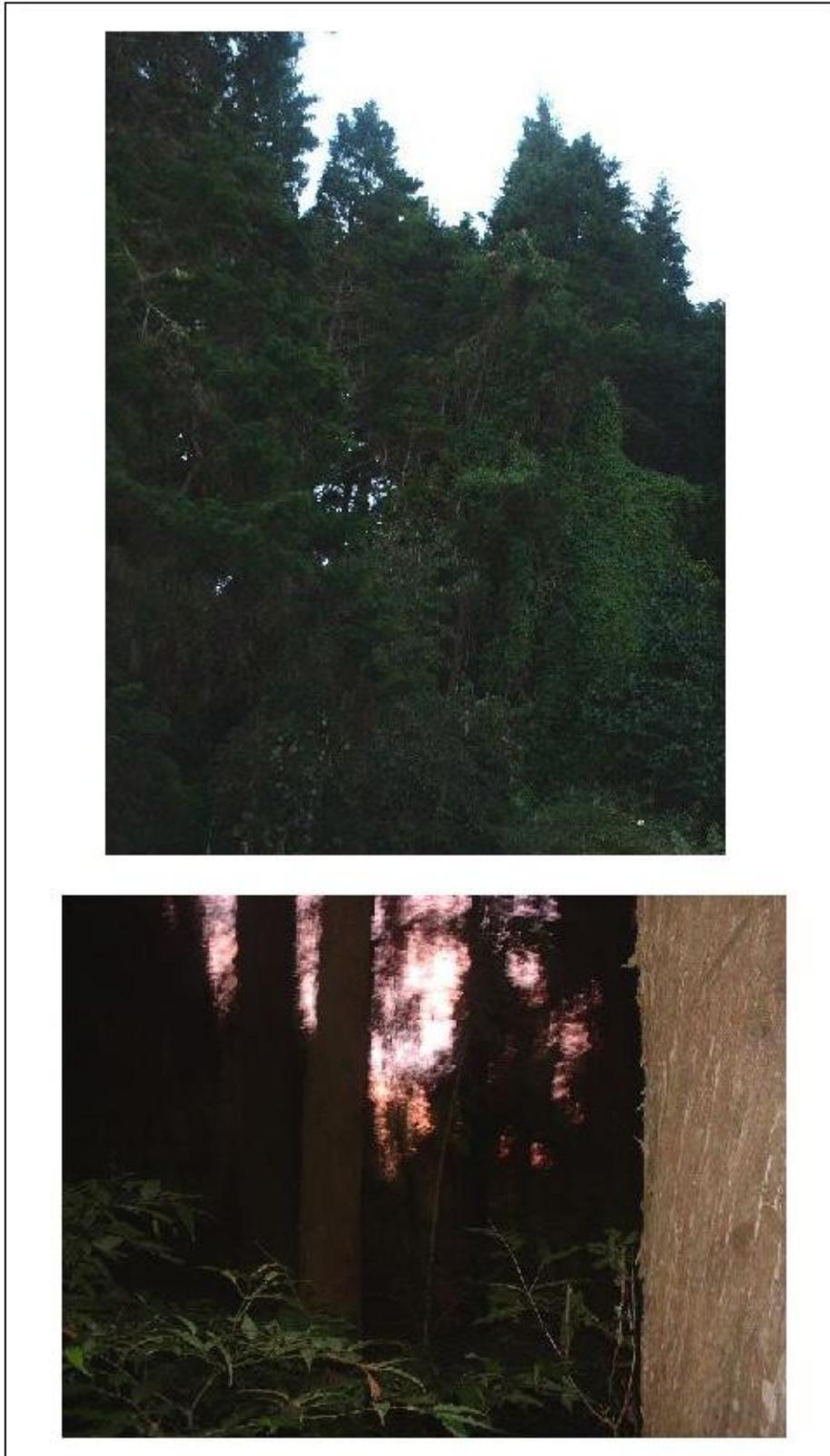
# APÉNDICES



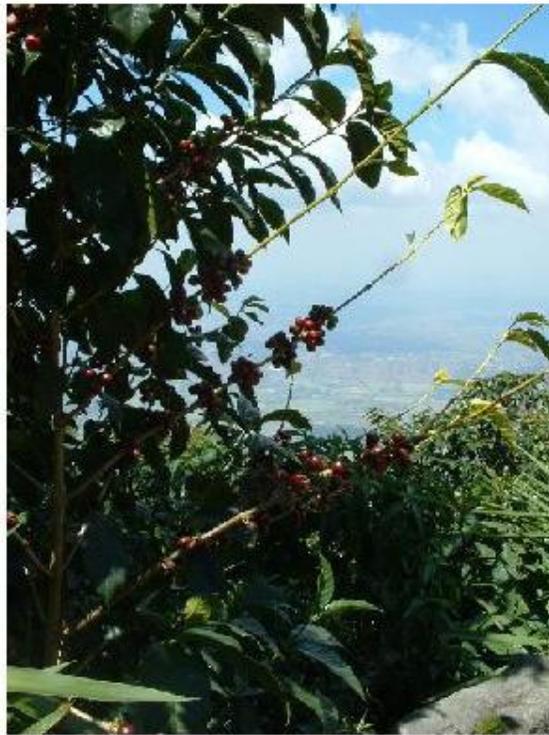
Apendice 1 : Fotografias del Habitat paramo del sector San Blas, Complejo Los Volcanes, El Salvador.



Apendice 2: Fotografías del habitat bosque nebuloso en el sector Los Andes, Complejo Los Volcanes, El Salvador.



Apendice 3: Fotografías del habitat cipresal, en el Sector Los Andes, Complejo Los Volcanes, El Salvador

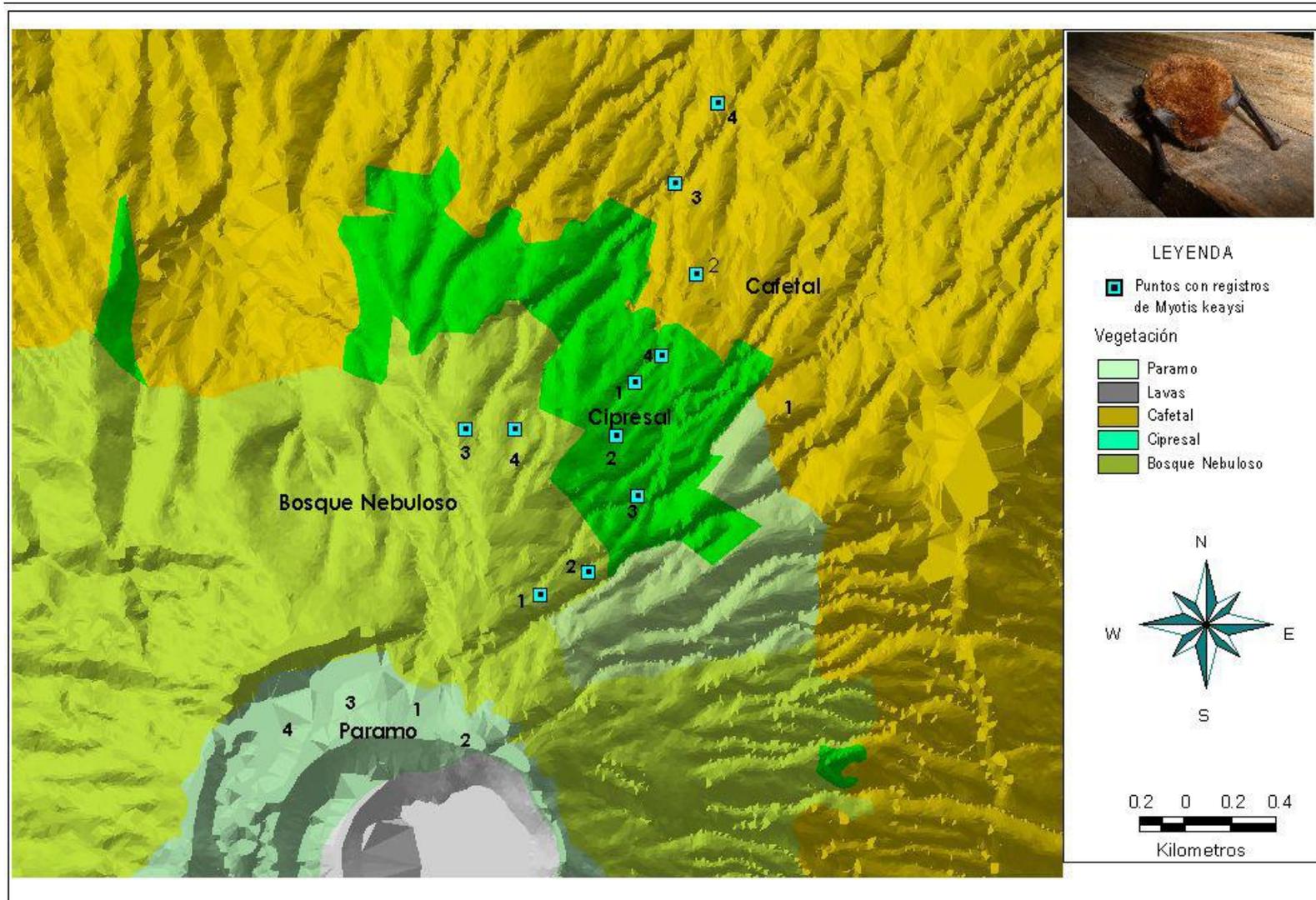


Apendice 4: Fotografias del habitat plantaciones de cafe en el sector Los Andes, Complejo los Volcanes, El Salvador

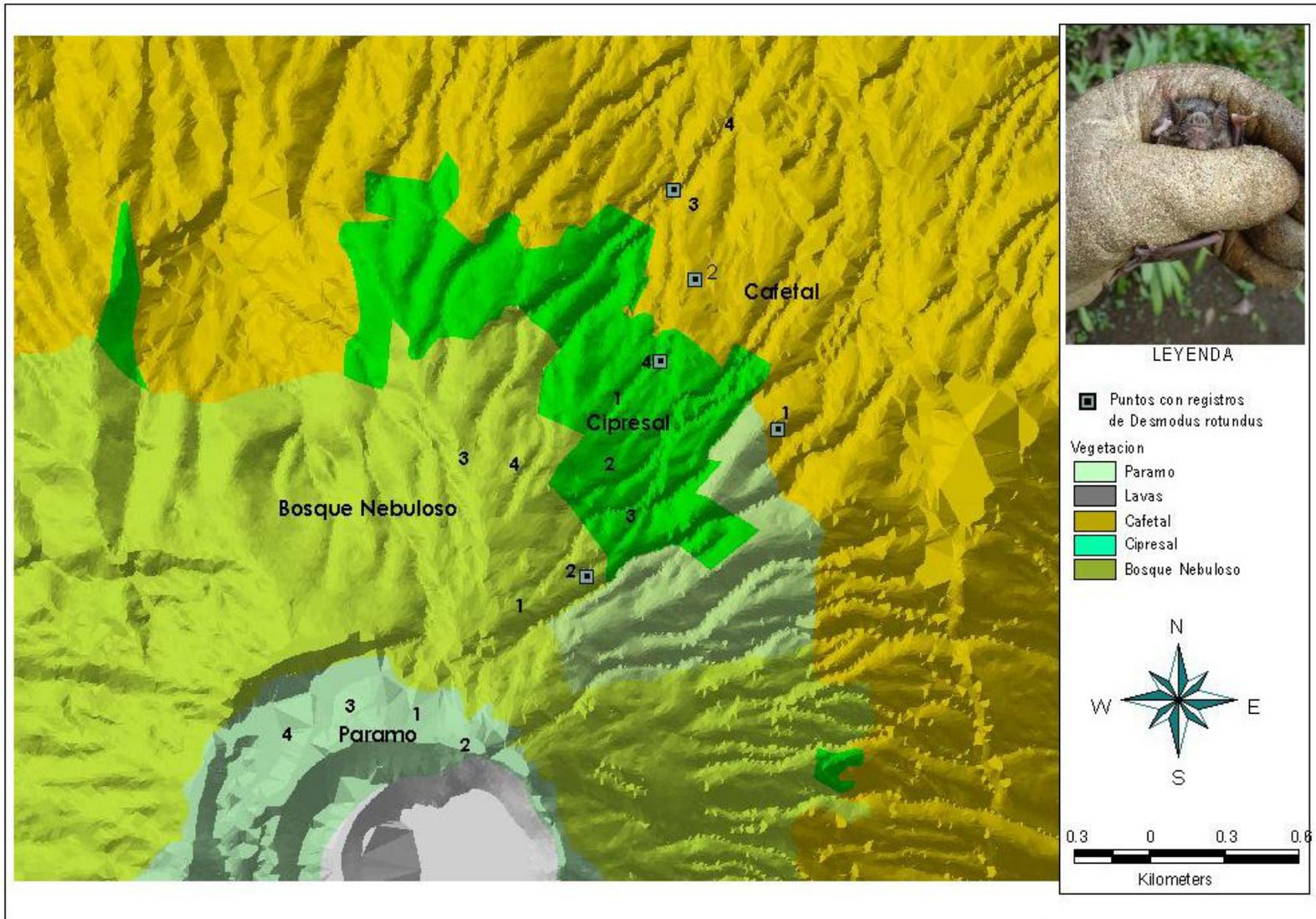


FAMILIA	SUB FAMILIA	ESPECIE	FUENTE	
MORMOOPIDAE		<i>Pteronotus davyi*</i>	Miller (2003)	
		<i>Pteronotus parnellii</i>	Reid(1997)	
		<i>Mormoops megalophylla</i>	Reid(1997)	
PHYLLOSTOMIDAE	GLOSSOPHAGINAE	<i>Glossophaga leachii*</i>		
		<i>Glossophaga soricina**</i>	Burt & Stirton (1969)	
		<i>Glossophaga commissarisi**</i>	Owen	
		<i>Leptonycteris curasoae</i>	Reid(1997)	
		<i>Anoura geoffroyi*</i>	Burt & Stirton (1969)	
		CAROLIINAE	<i>Carollia brevicauda</i>	Reid(1997)
			STENODERMATINAE	<i>Sturnira lilium parvidens*</i>
	<i>Sturnira ludovici*</i>			
	<i>Centurio senex**</i>	Owen (com. pers.)		
	<i>Artibeus toltecus hesperus*</i>			
	<i>Artibeus aztecus*</i>			
	<i>Artibeus jamaicensis*</i>	Miller (2003)		
	<i>Artibeus lituratus*</i>			
	<i>Artibeus intermedius*</i>			
	<i>Enchisthenes hartii*</i>			
	DESMODONTINAE	<i>Desmodus rotundus*</i>		
		<i>Diphylla ecaudata</i>	Reid(1997)	
	NATALIDAE		<i>Natalus stramineus*</i>	
	VESPERTILIONIDAE	VESPERTILIONINAE	<i>Eptesicus furinalis*</i>	Miller (2003)
<i>Eptesicus fucus*</i>			Miller (2003)	
<i>Myotis elegans**</i>			Miller (2003)	
<i>Myotis velifer</i>			Reid(1997)	
<i>Myotis keaysi*</i>				
<i>Myotis nigricans**</i>			Owen (com. pers.)	
<i>Myotis oxyotus</i>			Reid(1997)	
<i>Lasiurus blossevillii (borealis)</i>			Reid(1997)	
<i>Lasiurus cinereus</i>			Reid(1997)	
<i>Lasiurus ega*</i>				
<i>Rhogeessa tumida**</i>			Miller (2003)	
MOLOSSIDAE		<i>Molossops greenhalli*</i>		
		<i>Molossus molossus**</i>	Miller (2003)	
		<i>Molossus rufus (ater)**</i>	Miller (2003)	
		<i>Molossus sinaloae</i>	Reid(1997)	
		<i>Tadarida brasiliensis</i>	Reid(1997)	
		<i>Nyctinomops laticaudatus**</i>	Miller (2003)	

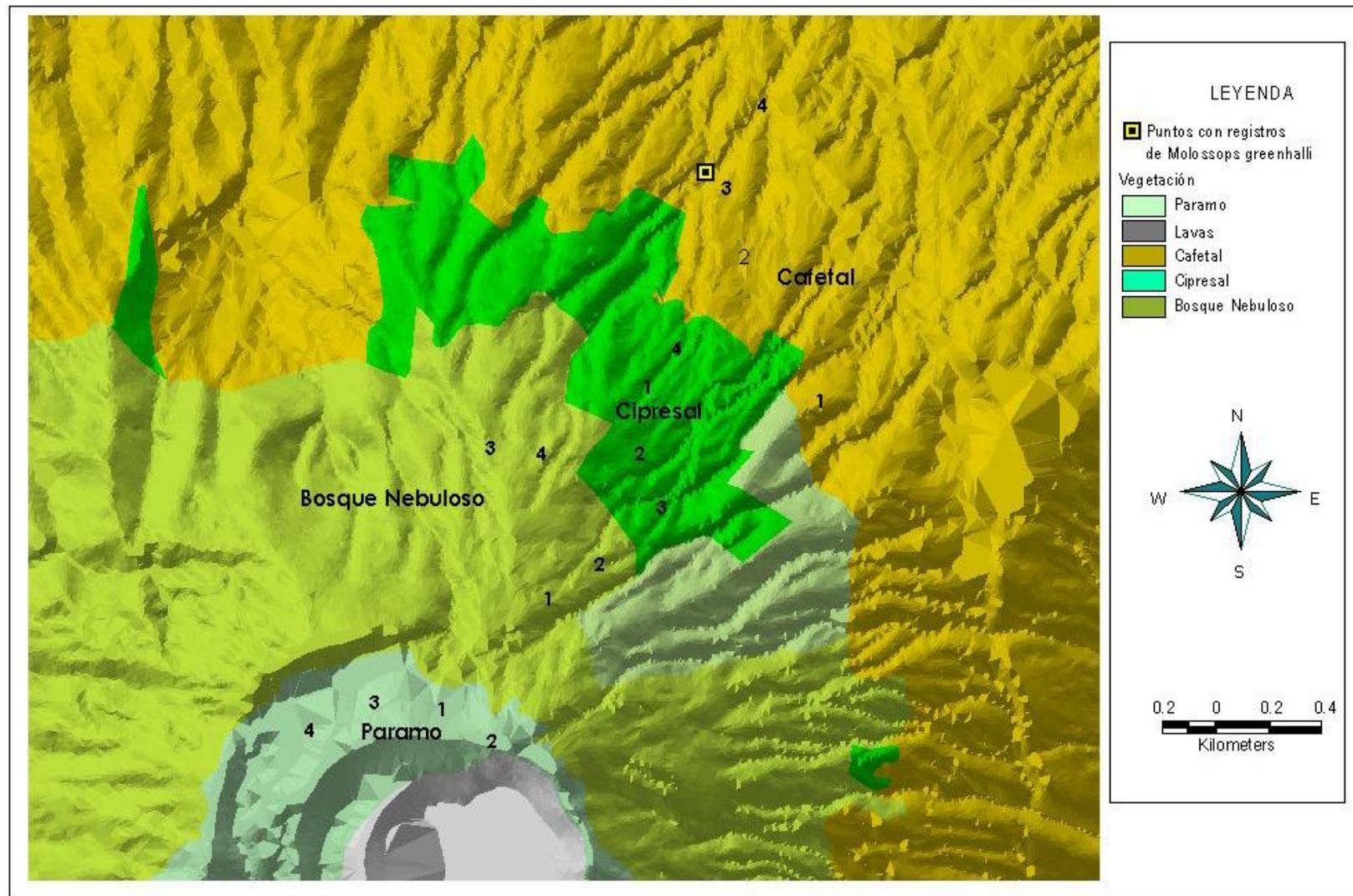
**Apéndice 6:** Listado de especies de murciélagos reportados y no reportados, pero que posiblemente se encuentren en el volcán de Santa Ana. Con dos asteriscos aparecen las especies anteriormente reportadas, con un asterisco las especies identificadas en este estudio y en las casillas grises las que posiblemente estén.



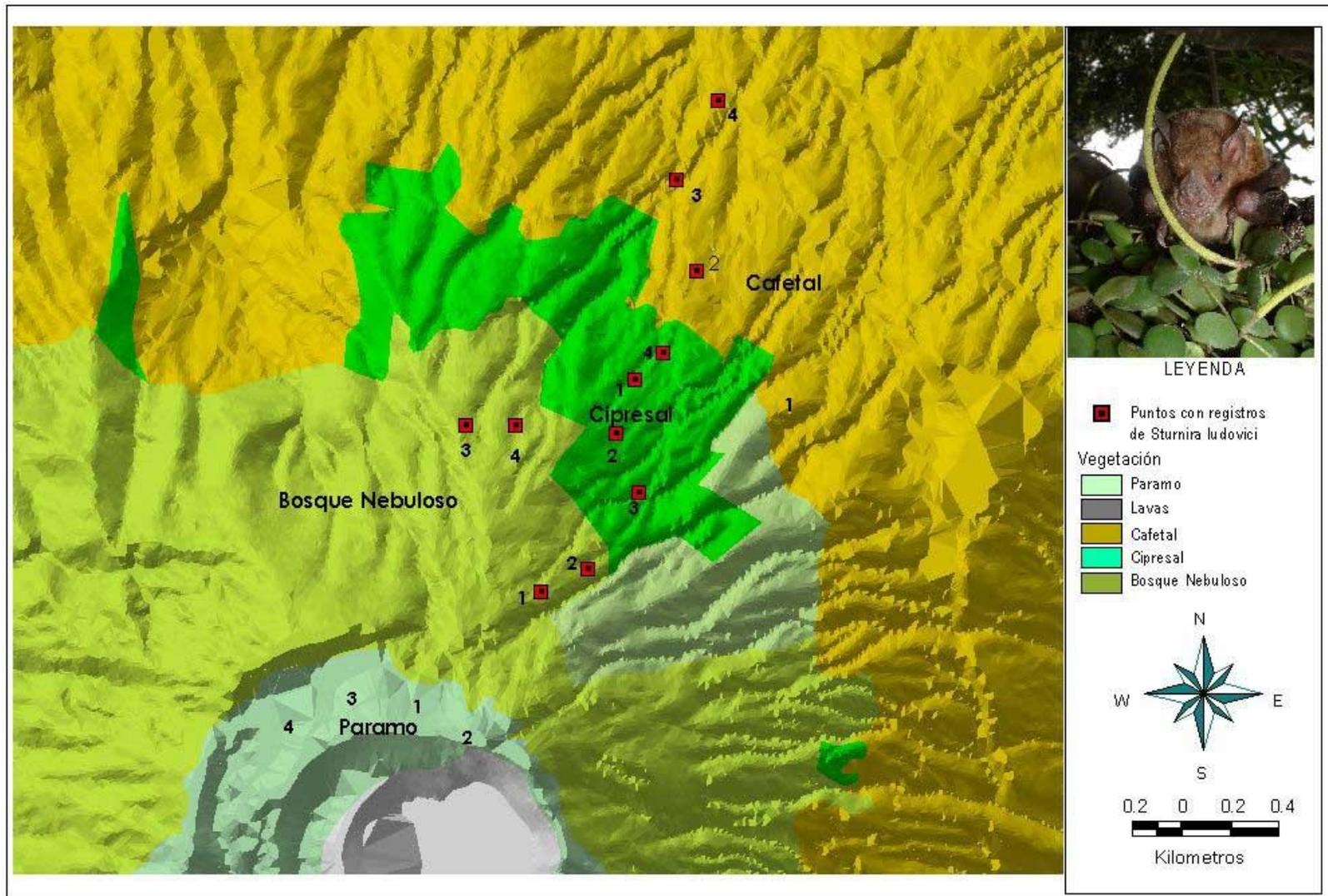
Apendice 7: Puntos de muestreo donde se obtuvieron datos de *Myotis keaysi*. Julio y septiembre de 2003, volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, El Salvador



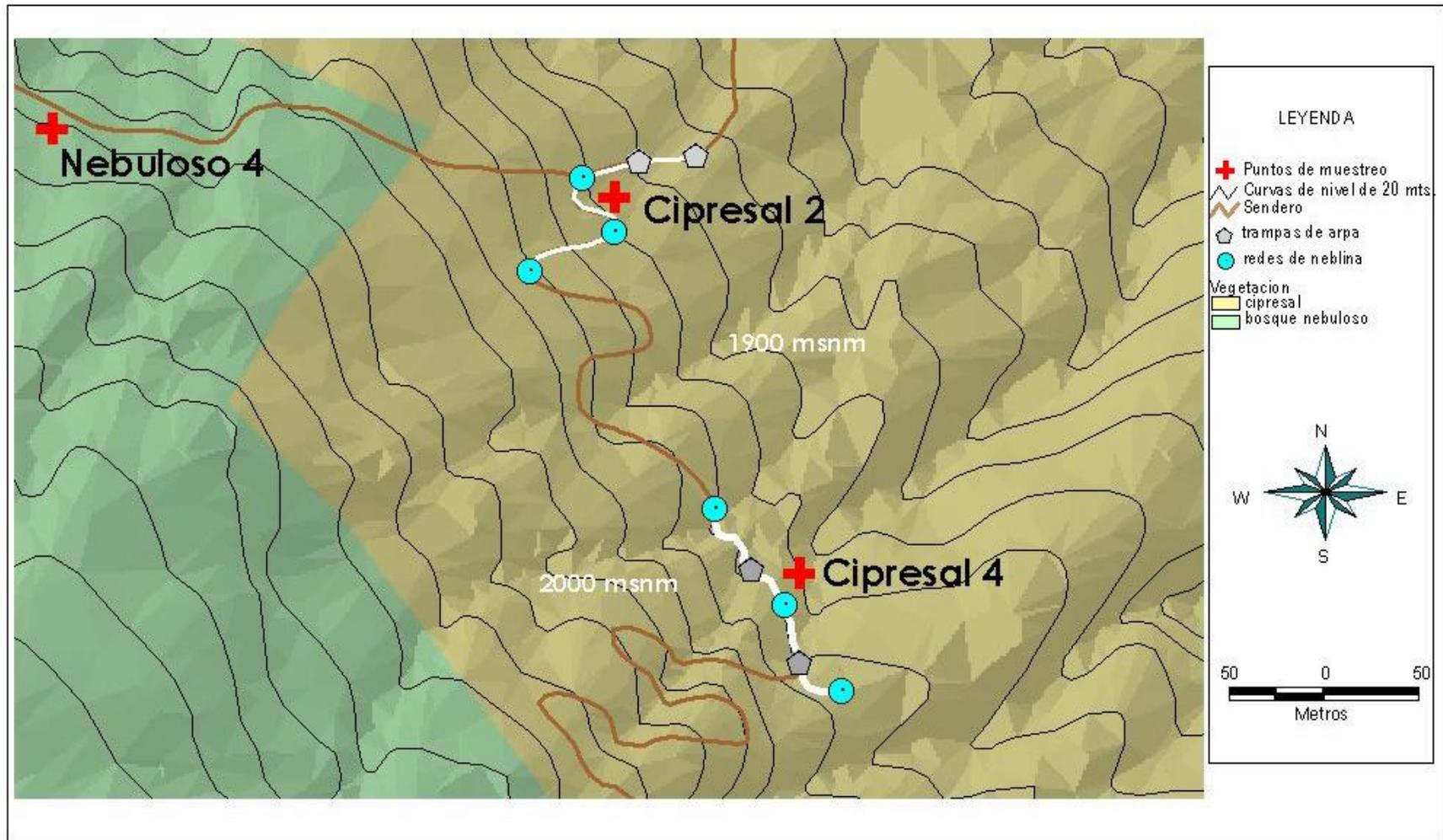
Apéndice 8: Puntos de muestreo donde se obtuvieron datos de *Desmodus rotundus*. Julio y septiembre de 2003, volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, El Salvador



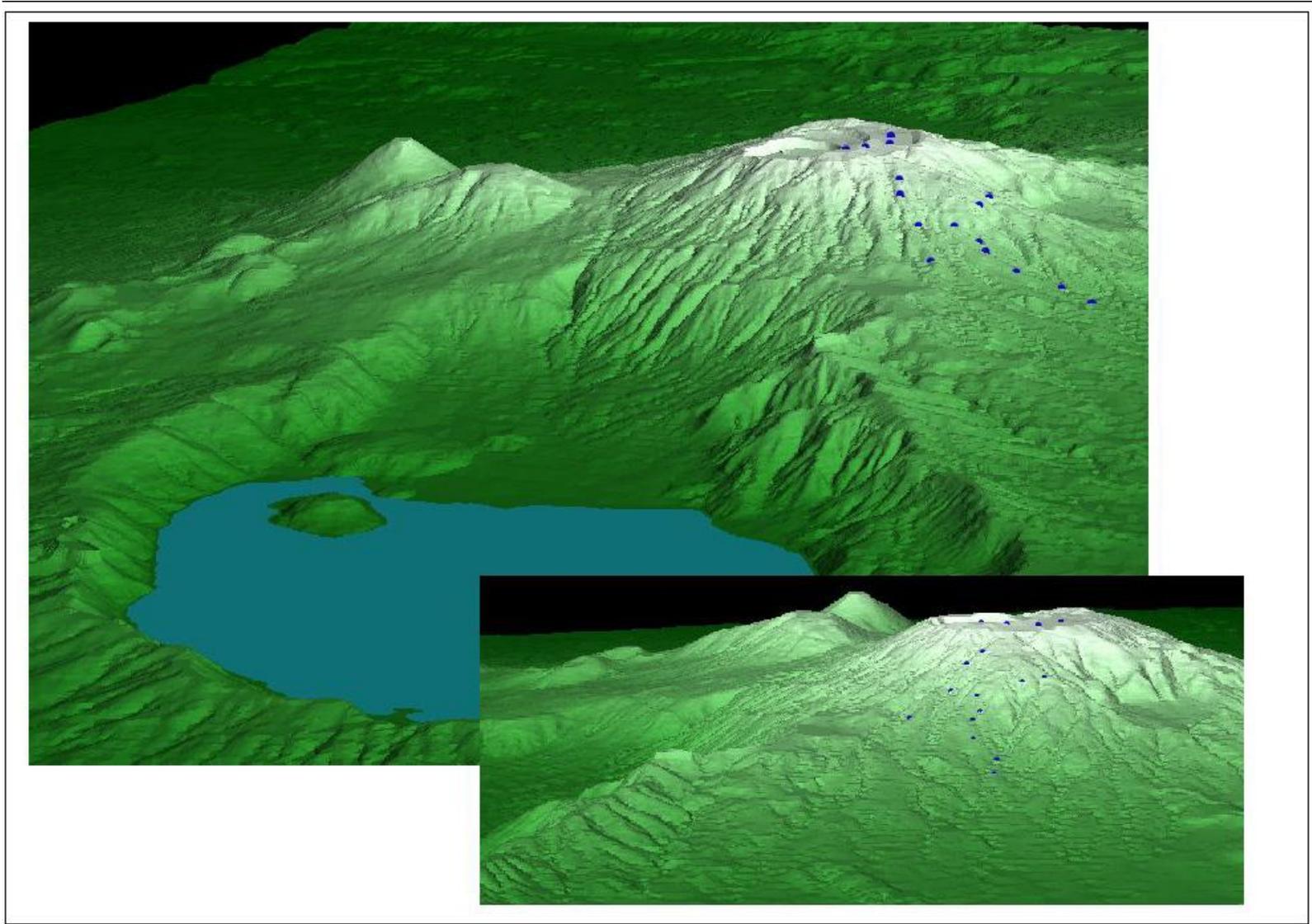
Apéndice 9: Puntos de muestreo donde se obtuvieron datos de *Molossops greenhalli*. Julio y septiembre de 2003, volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, El Salvador.



Apéndice 10: Puntos de muestreo donde se obtuvieron datos de *Sturnira ludovici*. Julio y septiembre de 2003, volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, El Salvador



Apendice 1: Vista de la posición de trampas y redes en los puntos de muestreo "Cipresal 2" y "Cipresal 4" en el sector Los Andes, Complejo Los Volcanes, Santa Ana El Salvador.



Apéndice 12: Vista tridimensional del Complejo Los Volcanes y los puntos de muestreo



**Apendice 13:** Fotos de murciélagos Phyllostomidos que se han reportado en el volcán de Santa Ana. 1 *Artibeus intermedius*, 2 *A. lituratus*, 3 *A. jamaicensis*, 4 *Sturmira ludovici*, 5 *Anoura geoffroyi*, 6 *Glossophaga comissarisi*, 7 *Glossophaga soricina*, 8 *Centurio senex*, 9 *Desmodus rotundus*.



**Apendice 14:** Fotos de murciélagos no Phyllostomidos que se han reportado en el volcán de Santa Ana. 1 *Pteronotus davyi*, 2 *Natalus stramineus*, 3 *Eptesicus fuscus*, 4 *Myotis keaysi*, 5 *M. elegans*, 6 *Lasurus ega*, 7 *Rhogessa tumida*, 8 *Molossus molossus*, 9 *Molossops greenhalli*.