

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS



**“Estado de Conservación de los Murciélagos (Chiroptera)
Cavernícolas del Complejo Volcánico de Colima, Jalisco-
Colima, México”**

TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA MODALIDAD DE
TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA
P R E S E N T A

CINTYA ARACELI SEGURA TRUJILLO

Las Agujas, Zapopan, Jal., Junio de 2009



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Coordinación de Titulación y Carrera de Licenciatura en Biología

1375/ C. C. BIOLOGÍA

C. Cintya Araceli Segura Trujillo

PRESENTE

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de: **TESIS E INFORMES** opción **TESIS** con el título: **“Estado de conservación de los murciélagos (Chiróptera) cavernícolas del complejo volcánico de Colima, Jalisco-Colima, México”** para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Directora de dicho trabajo la **M.C. Sonia Navarro Pérez**.

Sin más por el momento, le envío un caluroso saludo.

ATENTAMENTE
“PIENSA Y TRABAJA”

Las Agujas, Zapopan., 08 de septiembre del 2008.

DR. FRANCISCO MARTÍN HUERTA MARTÍNEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN



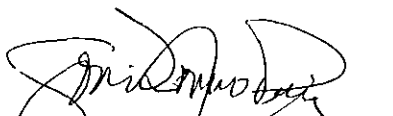
M en C. GLORIA PARADA BARRERA
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

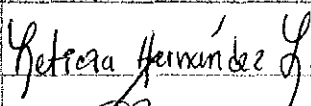
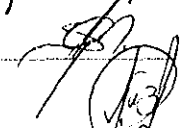

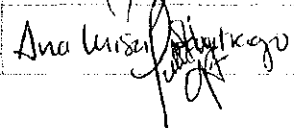
Dr. Fco. Martín Huerta Martínez.
 Presidente del Comité de Titulación.
 Licenciatura en Biología.
 CUCBA.
 Presente

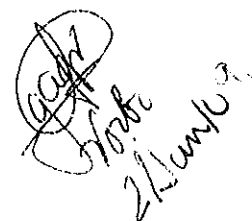
Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad Tesis e Informes, opción Tesis con el título: "**Estado de Conservación de los Murciélagos (Chiroptera) Cavernícolas del Complejo Volcánico de Colima, Jalisco-Colima, México**" que realizó la pasante Cintya Araceli Segura Trujillo con número de código B01007556 consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

Atentamente
 Las Agujas, Zapopan, Jal., 23 de febrero de 2009.


 M. C. Sonia Navarro Pérez
 Directora del trabajo

Nombre completo de los Síndicos asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado	Fecha de aprobación
Leticia Hernández López		3/04/2009
Sergio Guerrero Vázquez		18/May/2009
Silvia S. Zalapa Hernández		03/Jun/2009
Supl. M. C. Ana Luisa Santiago Pérez		21/Abr/2009.


 21/Abr/09.

AGRADECIMIENTOS

A los maestros del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias que contribuyeron en mi formación.

A la M. C. Sonia Navarro Pérez, por el soporte, enseñanza y amistad brindada en el trayecto de mi desarrollo universitario, sobre todo por el apoyo en la dirección de esta tesis, por concederme cuatro años excepcionales de investigación en el CVC y por revelarme el entusiasmo por la conservación biológica.

A Catherine Kennedy y Arnulfo Moreno Valdez, por instruirme e introducirme al mundo de la investigación, conservación y pasión por los murciélagos de cuevas. A Bat Conservación Internacional por brindarme el entrenamiento necesario para llevar a cabo los muestreos de murciélagos en cuevas.

Al Geógrafo Armando Chávez por el apoyo brindado en campo y por la información otorgada para la realización de esta tesis.

Al Parque Nacional Volcán Nevado de Colima, por el apoyo económico para la realización de éste proyecto y a su Director José Villa Castillo por su atención y apoyo.

A mis compañeros de campo y además amigos Cristina Contreras, Cristian García, Diego Gutiérrez, Rosario Aceves, Juan Carlos Carranza, Cesar Magaña y Javier Castillo por acompañarme, por el soporte brindado y por las entrañables experiencias compartidas en las jornadas de muestreos en cuevas.

A Yunuen Figueroa, Odette Preciado, Elisa Maya, David Uribe y todos aquellos que compartieron noches sin soñar conmigo durante los muestreos de murciélagos en el CVC.

A los pobladores de Fresnito, la Becerrera, el Borbollón y en especial a don Noé y Gustavo por ayudarme en la ardua y difícil tarea de encontrar "las legendarias cuevas del Nevado".

A mis sinodales Leticia Hernández López, Sergio Guerrero Vázquez, Silvia S. Zalapa Hernández y Ana Luisa Santiago Pérez, por su valiosa contribución para el fortalecimiento del presente escrito.

Y al Dr. Fco. Martín Huerta Martínez por la atención prestada durante el trámite de esta tesis.

ÍNDICE

Resumen	5
Introducción	6
Antecedentes	9
Justificación	13
Objetivos	15
Materiales y métodos	16
Área de estudio	16
Métodos de muestreo	19
Inventario de cuevas	19
Riqueza de especies	21
Muestreo	21
Cuevas	21
Estimación del número de individuos	22
Disturbios antrópicos	23
Bosque	24
Evaluación del estado de conservación	25
Identificación de cuevas críticas	25
Identificación de especies críticas en cuevas	26
Identificación de especies críticas en bosque	26
Resultados	29
Localización de cuevas	29
Descripción de cuevas	30
Riqueza de especies	32
Cuevas	34
Estimación del número de individuos	34
Disturbios antrópicos	35
Bosque	37
Evaluación del estado de conservación	41
Identificación de cuevas críticas	41
Especies críticas en cuevas	42
Especies críticas en bosque	43
Discusión	45
Conclusiones	53
Recomendaciones	55
Literatura citada	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.- Localización del área de estudio.	16
Fig.2.- Mapa topográfico del área de estudio, CVC.	17
Fig.3.-Distribución altitudinal y por vertiente (occidental y oriental) de los tipos de vegetación en el CVC.....	18
Fig.4.- Materiales utilizados en campo para la inspección de cuevas.....	20
Fig.5.- Medición de la entrada de las cuevas en campo para su caracterización.	21
Fig.6.- Captura de murciélagos en cueva con red de.....	22
Fig.7 y 8.- Toma de medidas del rastro de las percha murciélagos en cuevas de guano.	23
Fig.9.- Localización de las Cuevas habitadas por los murciélagos del CVC.....	29
Fig. 10.-Croquis de las Cuevas del CVC habitadas por los murciélagos.....	32
Fig. 11.- Incidencia de disturbios internos en cuevas del CVC.....	36
Fig. 12.- Incidencia de disturbios en cuevas del CVC.....	37
Fig. 13.- Abundancia proporcional C y media geométrica.....	40
Fig. 14.- Distribución de las especies en el CVC y número de localidades en donde se encontró la especie.....	41
Fig. 15.- Fotografía de los murciélagos capturados en las cuevas	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Esfuerzo de muestreo en cuevas del CVC.....	20
Cuadro 2.- Descripción de los puntos de muestreo en el CVC.....	25
Cuadro 3.- Definición de los criterios de las cuevas críticas para la conservación de los murciélagos cavernícolas del CVC.....	26
Cuadro 4.- Definición de las cuatro categorías de rareza local.....	28
Cuadro 5.- Tipo de vegetación del lugar donde fue encontrada cada cueva.....	30
Cuadro 6.- Cuerpos de agua cercanos a cada una de las cuevas habitadas por murciélagos y su distancia.....	30
Cuadro 7.- Morfometría de las cuevas del CVC.....	31
Cuadro 8.- Especies de murciélagos cavernícolas CVC.....	33
Cuadro 9.- Estimación del número de individuos de las perchas de murciélagos por área de guano	34
Cuadro 10.- Estimación de número de individuos por observación directa y/o conteo por fotografía.....	35
Cuadro 11.- Abundancia proporcional de las especies por sitio en el CVC.....	38
Cuadro 12.- Abundancia promedio y desviación promedio especies de murciélagos.....	39
Cuadro 13.- Análisis de parámetros para la identificación de cuevas críticas para la conservación de murciélagos en el CVC	42
Cuadro 14.- Especies que habitan las cuevas del CVC.....	43
Cuadro 15.- Estado de conservación de los murciélagos cavernícolas del CVC	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I.- Cuevas del CVC habitadas por murciélagos.....	66
Anexo II.- Listado de murciélagos cavernícolas del complejo volcánico de Colima, Jalisco-Colima.....	67
Anexo III.- Especies de murciélagos cavernícolas bajo categorías de riesgo local del CVC.....	69

RESUMEN

En este trabajo se revisan los reportes de murciélagos cavernícolas que existen para el Complejo Volcánico de Colima. Por primera vez se registran y describen las cuevas habitadas por murciélagos de ésta área. Se evalúa el grado de disturbio antrópico en ellas y el estado de conservación en que se encuentran las poblaciones de las especies encontradas ahí. Además se incluye un estudio de categorías locales de riesgo basado en la abundancia y distribución local de los murciélagos, con este hábito de percha, que forrajean en los bosques del CVC. Se hallaron 25 especies de murciélagos de los cuales seis son nuevos registros para el área. Se reportan siete cuevas y un túnel de los cuales se determinaron cinco especies que las habitan. La mayoría de las cuevas (siete) fueron encontradas habitadas por solo una especie. Se reconocen dos cuevas prioritarias para la conservación local (Argúm y Apastepetl 2), una especie prioritaria para conservación local en cuevas (*Glossophaga morenoi*) y dos especies localmente raras y restringidas en los bosques del CVC (*Hylonycteris underwoodi* y *Artibeus hirsutus*).

Introducción

México cuenta con una vasta diversidad de murciélagos, con 139 especies (Medellín *et. al.* 1997; Villa y Cervantes, 2003). Cifra con la cual se posiciona, junto con Brasil, en el quinto lugar con mayor diversidad de especies de este taxón a nivel mundial, además es uno de los diez países con mayor porcentaje de especies de murciélagos endémicos (Mickleburgh *et. al.* 2002). En el país la diversidad de especies tiene su valor máximo en la confluencia de la Sierra Occidental, la Faja Volcánica Transversal y la Sierra Madre del Sur (Espinosa *et. al.* 2000). Lugar en donde se ubica el Complejo Volcánico de Colima (CVC), el cual políticamente se localiza entre Jalisco y Colima, estados que cuentan con una gran riqueza de especies de mamíferos (Ramírez-Pulido y Mudespacher, 1987; Ceballos *et. al.* 1998) debido a su localización geográfica. En el primero se registran alrededor del 50.3% de los murciélagos de México (Guerrero y Cervantes, 2003) y el segundo cuenta con una diversidad alta de murciélagos en un área pequeña, el 47% de las especies de murciélagos mexicanos (Ramírez-Pulido *et. al.* 1996).

Los murciélagos pasan periodos diurnos en refugios, los cuales pueden ser: cuevas, grietas en rocas, follaje de plantas, árboles huecos y edificaciones humanas como: minas, puentes, alcantarillas y edificios viejos y abandonados. Las características y acontecimientos de los refugios diurnos de los murciélagos desempeñan un papel importante en la ecología y evolución de los mismos (Humprey, 1975). Debido a que las condiciones de estos refugios trascienden en las características bióticas de los murciélagos tales como: abundancia, riesgo a la depredación, distribución, organización social, requerimientos fisiológicos y estrategia de forrajeo (Kunz, 1982a). Cada especie muestra un hábito de percha en particular, por lo que se les puede agrupar de la siguiente manera de acuerdo a su hábito de percha:

- Especies de refugio subterráneo.- Las cuales se refugian durante el día en cuevas, minas, acantilados y/o grietas.
- Especies de refugio vegetal.- Su refugio diurno se realiza únicamente en plantas, el cual puede ser en: árboles huecos, plantas de hojas grandes entre otros follajes y en espacios estrechos debajo de la corteza de los árboles (Tuttle, 1976a; Kunz, 1982a; Morton, 1998).

- Especies de refugio mixto.- En las que su tipo de refugio diurno varía según las presiones ambientales y factores como el sexo y la disponibilidad de refugio. Este puede ser tanto de naturaleza litófila (cuevas, etc) como de naturaleza fitófila (plantas). Por lo general son especies que habitan cavidades y grietas, que también ocupan de manera oportunista edificaciones humanas (Bogan *et. al* 2003).

Los murciélagos son uno de los pocos vertebrados que han logrado habitar las cuevas de forma exitosa para realizar varios eventos en el interior de éstas que son primordiales para su vida; tales como: resguardo, reproducción, hibernación y maternidad. La mayoría de ellos realizan un uso primordial de las cuevas, ya que llevan a cabo estos eventos exclusivamente en ellas, las cuales albergan (en algunos casos) las poblaciones más grandes de murciélagos, inclusive de mamíferos (Tuttle y Taylor, 1998) y muestran un comportamiento de fidelidad año tras año al hibernar y reproducirse en las mismas cuevas (Tuttle, 1976a; Lewis, 1995; Sherwin *et. al.* 2000) que cumplen con condiciones climáticas concretas (Kunz, 1973; Humphrey, 1975, 1978). Sin embargo otras pocas especies sólo las utilizan como refugio alternativo, es decir, de manera ocasional y facultativa.

Al agregarse y depender de esta manera del refugio de las cuevas, los murciélagos cavernícolas son especialmente vulnerables a factores que pueden diezmar sus poblaciones (McCracken, 1989; Fenton, 2001; Toomey y Nolan, 2005; Martin *et. al.* 2006), principalmente los de origen antrópico (dinamitación, vandalismo, quema, turismo, etc.) que son considerados la principal causa de la declinación de los murciélagos cavernícolas (Barbour y Davis, 1969; Humphrey y Kunz, 1976; Tuttle, 1979). Además de tener problemas que amenazan sus lugares de percha, estos murciélagos también padecen las amenazas comunes de persecución, pérdida y modificación del hábitat (Mickleburg *et. al.* 2002) hechos que agravan el riesgo de su preservación y con ella a los procesos ecológicos que dependen de ellos.

La importancia de la conservación de los murciélagos reside substancialmente en que juegan un papel muy importante en el balance de la naturaleza como polinizadores de especies de plantas que dependen de estos para su reproducción (Valiente-Banuet, 2002) y como dispersores de semillas, (chiropterocoria). Incluso pueden llegar a ser más eficientes en este proceso que las

aves, ornitocoria, (Estrada-Villegas *et. al.* 2007); factores que contribuyen al equilibrio de los ecosistemas. En la economía humana también se ha reconocido su importancia y se ha analizado su alcance también en otros aspectos de ésta, como en la industria de los fertilizantes, en la industria médica y en la ciencia entre otros (Jones, 1976). En concreto se ha registrado a las especies cavernícolas como las principales depredadoras de insectos, la mayoría especies plaga que causan daños a los cultivos agrícolas. Especies como *Tadarida brasiliensis* llegan a consumir más de 10 toneladas de insectos por noche por cada millón de individuos (Tuttle y Moreno, 2005). Inclusive especies de importancia agrícola como los agaves y los cactus dependen de algunas de las especies de murciélagos cavernícolas como *Leptonycteris curasoae*, *L. nivalis* y *Choeronycteris mexicana* para su polinización y dispersión natural (Valiente-Banuet, 2002). La sobrevivencia de estas especies de gran importancia en la ecología de los ecosistemas se encuentra en constante amenaza. Lo que demanda estrategias nuevas de mayor relevancia como es la protección de sus refugios (Tuttle y Taylor, 1998; Tuttle, 2003).

La importancia de la conservación de los murciélagos cavernícolas radica fundamentalmente en que muchas de las cuevas albergan a más de una especie de murciélago, y su perturbación puede poner en peligro a varias especies de murciélagos y a las colonias más conspicuas de ellas (en algunos casos colonias de miles de individuos de cada especie), así como a las colonias de maternidad que pueden llevar a la pérdida de un número significativo de crías. La problemática se agudiza con la pérdida de estos refugios, a causa de la demolición y enterramientos provocados por los humanos, que en consecuencia originan una disminución en la disponibilidad de refugios (Watson *et. al.* 1997; Walsh *et. al.* 2003). Razones por las cuales las cuevas son reconocidas como hábitat clave para la conservación de los murciélagos y por lo que su estudio es elemental para generar información útil para su conservación (McCracken, 1989).

En la actualidad los problemas de la declinación de las poblaciones de murciélagos han tenido mayor difusión y se ha planteado la necesidad de esfuerzos para la protección y generación de conocimiento de los murciélagos alrededor del mundo (Hutson *et. al.* 2001) ya que alrededor del 21% de microquirópteros (suborden al cual pertenecen todos los murciélagos de América) se encuentran amenazados (UICN, 2001). Debido a que los murciélagos realizan funciones ecológicas que repercuten esencialmente en los atributos del hábitat que utilizan y a la amplia gama de nichos tróficos que ocupan, se les considera como especies indicadoras del estado del

ambiente (Medellín *et. al.* 2000); realza su importancia para ser objeto de conservación. En México se reconocen 60 especies con hábitos de percha en cuevas (Arita, 1993).

Antecedentes

La mayoría de los reportes de murciélagos para el CVC se derivan de estudios realizados en la parte del área, que corresponde al estado de Colima (Gardner, 1962a, 1962b; Baker y Philips, 1965; Kennedy *et. al.* 1984; Tellez-Giron *et. al.* 1997) y en menor cantidad en el área correspondiente al estado de Jalisco (Genoways y Jones, 1967). Se cuenta también con el programa de manejo del Parque Nacional Nevado de Colima, que se sitúa dentro del CVC, (SEMARNAT-CONANP, 2007) en donde se describen a las especies de vertebrados presentes ahí, de las cuales 70 son quirópteros. Así como documentos en preparación sobre la diversidad de vertebrados voladores en fragmentos de bosque mesófilo del CVC (S. Navarro-Pérez Com. Pers.).

El caso de México muestra problemática en la conservación de los murciélagos cavernícolas, ya que se ha reportado para el norte del país, que grandes colonias de murciélagos cavernícolas han declinado o desaparecido (Moreno, 1996), hechos por los cuales la conservación de los murciélagos nacionales tiene énfasis en especies cavernícolas (Medellin, 2003). Por lo que la estimación periódica del número de individuos de la población es una información básica para indicar la importancia de un sitio dado y el estado de conservación de los murciélagos (Tuttle, 2003).

El estado de conservación puede ser determinado a diferentes escalas: mundial, nacional y local; y consiste en clasificar a las especies bajo criterios de protección, conforme a la importancia y a la susceptibilidad que tienen estas a extinguirse (Arita y Ortega, 1998). La perspectiva mundial del estado de conservación de las especies de murciélagos actualmente esta establecida en la Lista Roja de Especies Amenazadas del UICN 2000 (UICN, 2001), que para este taxón utiliza ocho categorías de amenaza que se dividen en tres grupos:

1. Extinto (EX) y Extinto en la naturaleza (EW).

2. Categorías de amenaza, listadas a continuación en orden decreciente de amenaza: peligro crítico de extinción (CR), peligro de extinción (EN) y vulnerable (VU).
3. Categorías de riesgo bajo, en orden decreciente: bajo riesgo: casi amenazada (LR: nt), bajo riesgo: dependientes de la conservación (LR: cd) y bajo riesgo: preocupación menor (LR: ic).

Además se incluye una categoría de datos insuficientes (DD), que se le asigna a las especies que cuentan con información limitada para poder determinar su categoría de amenaza. Dichas categorías se basan en criterios de abundancia, distribución, calidad del hábitat, niveles de explotación, número de individuos y efectos de la especie ante especies introducidas. También se utilizan subcriterios para identificar y cuantificar los tipos de amenaza que afectan a las especies los cuales se describen en detalle en el Apéndice I del UICN (2001). Estas categorías nos refieren específicamente al estado de conservación mundial de las especies. Bajo estos preceptos el UICN evalúa a 834 especies de murciélagos, de las cuales 778 se encuentran bajo alguna categoría de amenaza y 31 de ellas cuentan con distribución en México (con los siguientes números en las categorías: 1 CR, 4 EN, 9 VU y 17 LR:nt).

El estado de conservación de las especies silvestres a nivel nacional es formulado por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental (2001) mediante el Método de Evaluación del Riesgo (Sánchez *et. al.* 2007) que es promulgado por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, cuyo órgano ejecutivo es la SEMARNAT, en donde se utilizan las siguientes categorías de riesgo de extinción:

1. Probablemente extinta del medio silvestre (E).
2. En peligro de extinción (P).
3. Amenazada (A).
4. Sujeta a protección especial (Pr).

Norma que se basa en la evaluación de cuatro criterios: amplitud de la distribución en México, estado del hábitat, vulnerabilidad biológica e impacto de la actividad humana del taxón. En ésta,

38 especies de murciélagos se consideran en riesgo de extinción, de las cuales: 18 bajo protección especial, 16 amenazadas y 4 en peligro.

A pesar de que existe preocupación y avances en la evaluación del estado de conservación local de las especies de murciélagos, todavía no se considera de alta prioridad, porque el conocimiento de las especies incluso a nivel global es muy limitado. Aun así los esfuerzos de conservación son enfocados y aplicados a partir de este nivel para dar una solución a la problemática nacional y mundial. Particularmente es el caso del Programa de Conservación de los murciélagos Migratorios de México y Estados Unidos (PCMM) en donde los esfuerzos se enfocan en conservar a los murciélagos migratorios de estos países y se sustentan en la participación de organizaciones y personas del lugar donde se encuentran las cuevas consideradas importantes para la conservación de estos murciélagos (Medellín, 2003). Sin embargo, a pesar de su importancia y repercusión para todo el país este programa solamente se enfoca en tres especies (*Leptonycteris curasoae*, *L. nivalis* y *T. brasiliensis*) de la basta quiropteroфаuna nacional.

Si bien las investigaciones y el interés en los murciélagos se han incrementado durante las últimas décadas, Hutson *et. al.* (2001) reconocen que el estatus de un gran número de especies de murciélagos está basado en información precaria y el desconocimiento del estado de otras se debe a ésta carencia. De lo anterior se desprende que las principales recomendaciones para la conservación de murciélagos cavernícolas se centren en generación y compilación de información útil para poder determinar el estado de conservación de las diferentes especies de murciélagos. En particular de las especies raras, las cuales se caracterizan por tener una baja densidad de población, alta especialización y un rango geográfico restringido, las cuales son consideradas con mayor riesgo a la extinción (Ceballos *et. al.* 1998; Rabinowitz, 1986). Y conforme a ésta información poder tomar decisiones adecuadas de manejo para su conservación. Al mismo tiempo las evaluaciones del estado de conservación de la UICN y de la NOM-059-SEMARNAT-2001 demandan la existencia de un amplio conocimiento de las especies, para poderlas incluir en alguna de las categorías de conservación. Sin embargo para llegar a generar la información necesaria de una especie de la que se tiene poca información (que en muchos casos se debe a la “rareza” de la misma) implicaría por lo general años de esfuerzo. Razones por las cuales se han planteado métodos de evaluación del estado de conservación de las especies de murciélagos paralelas a las de las ya reconocidas (Aguirre, 1999) con el fin de la identificación

oportuna de las especies que se encuentran amenazadas antes de que su situación resulte mermada por los efectos antropogénicos.

Actualmente los trabajos que han planteado un análisis desde una perspectiva local de las especies de murciélagos son los de: Arita (1993), Arita y Ortega (1998) y Arita y Santos-Del-Prado (1999) basándose en la forma de rareza de las especies para poder estimar su vulnerabilidad. En el primer trabajo se aborda el reconocimiento del estado de conservación de las especies de murciélagos cavernícolas mediante un análisis comparativo de las poblaciones de diferentes especies, con lo que se conforma un listado de cuevas prioritarias para la conservación de murciélagos mexicanos. El segundo trabajo plantea un análisis de conservación de las especies de murciélagos con una perspectiva de unidad geográfica (América media) como base de análisis; y el último plantea el análisis del estado de conservación de las especies enfocado en un grupo de murciélagos, que por sus características son considerados con alta tendencia a la extinción. Los dos últimos basados en información generada principalmente con redes de niebla colocadas en fragmentos de bosque.

Los estudios sobre los refugios habitados por murciélagos se enfocan en describir las condiciones climáticas internas como son la temperatura, humedad, dirección del viento, etc. (Ávila-Flores y Medellín, 2004; Ortiz-Ramírez *et al.* 2006). Sin embargo los estudios acerca de cómo influyen los disturbios antrópicos en los refugios en las poblaciones de murciélagos son escasos y se limitan evaluar el impacto de la modificación de las cuevas por efecto de la dinamitación (Martín *et. al.* 2003). La evaluación de los refugios tiene la ventaja sobre otras técnicas de aportar recomendaciones encaminadas a la conservación de las poblaciones de las especies que los ocupan, y por ende la continuidad de los procesos biológicos en los que ellos repercuten. Por otro lado los estudios en cuevas son limitados, ya que su diagnóstico implica la obtención de datos puntuales de una población y no de una especie (Fleming *et. al.* 2003) por lo cual se recomienda usar técnicas que complementan y amplían el análisis a nivel de especie, como es el caso del método de redes en bosque para conocer mejor su distribución, hábitat e impacto humano fuera de su refugio que repercuten también en su estado de conservación. Los estudios de cuevas se plantean como recursos, que con la implementación de monitoreos a largo plazo, nos ofrecen evaluaciones útiles para identificar declives a nivel población que ayudan a precisar el estado de conservación a nivel especie. Lo que nos permite la generación de una estrategia de manejo oportuna de las especies de murciélagos (O'Shea, 2003).

Justificación

La destrucción del hábitat, la perturbación y/o destrucción de refugios, el uso de pesticidas en los campos agrícolas y la erradicación de colonias, aunado a la insuficiencia de normas que regulen la protección adecuada, así como la carencia de conocimiento en dos sentidos, la falta de educación ambiental a todos niveles de la población, así como la falta de estudios científicos sobre las condiciones de conservación en las que se encuentran las especies de murciélagos, son considerados los mayores problemas para su conservación (McCracken, 1989; Mickleburgh *et. al.* 2002). Esto debido a que hay un gran número de especies de las cuales se sabe poco, como es el caso de *Idionycteris phyllootis* (Czaplewski, 1983: en Arita, 1993) especie cavernícola registrada en el Complejo Volcánico de Colima (SEMARNAT-CONANP, 2007) y que Ceballos y Oliva (2005) indican como una especie poco conocida. En casos como éste las autoridades que evalúan el estado de conservación de quirópteros a nivel internacional reconocen que el *estatus* de éstas puede no ser adecuado, ni reflejar su situación actual, ya que la categoría de riesgo en que se encuentran está fundamentada en información básica, desactualizada y/o “arcaica” (Hutson *et. al.* 2001; Mickleburgh *et. al.* 2002). Si hablamos de protección a nivel local, el Complejo Volcánico de Colima es un área de la cual se desconoce la problemática y el estado de conservación que enfrentan las poblaciones de murciélagos cavernícolas a pesar su importancia para la conservación. El Complejo Volcánico además de ser una de las 60 montañas prioritarias para la conservación de áreas boscosas que protegen las principales cuencas hidrológicas de México (CONAFOR, 2006) por su importancia en la captación de agua que abastece los valles, poblaciones y ciudades de la región sur-oeste de Jalisco; es una región terrestre prioritaria para la conservación según la Comisión Nacional sobre el Uso y Conocimiento de la biodiversidad del México (CONABIO, 2000) por su alta diversidad biológica y un área de importancia para la conservación de las aves (sitio Aicas; CIPAMEX-CONABIO, 1999). Además se encuentra dentro de un área con valor para la conservación de especies de mamíferos (Ceballos *et. al.* 1998; Arriaga, 2000) y en particular de las especies voladoras de ésta clase (Arita, 1994). Aunado a los anteriores argumentos sobre la importancia de la conservación de los murciélagos y de área, encontramos también que las cuevas constituyen uno de los ecosistemas más vulnerables en el que los murciélagos son los principales generadores de energía, por medio del guano (Martín *et. al.* 2003). Por lo que los esfuerzos para conservar a éstas especies deben fomentarse y cobrar una

mayor relevancia en el tema de la conservación ya no solo de la quiróptero fauna si no además de la Mastofauna a nivel local, nacional e internacional.

Objetivo general:

Conocer el estado de conservación de los murciélagos cavernícolas del Complejo Volcánico de Colima.

Objetivos particulares:

1. Realizar un inventario de las principales cuevas del Complejo Volcánico de Colima.
2. Conocer la riqueza de murciélagos cavernícolas del CVC.
3. Estimar el número de individuos de murciélagos por cueva.
4. Evaluar el disturbio de origen antrópico en las cuevas del CVC.
5. Identificar los sitios prioritarios para la conservación de los murciélagos del CVC.
6. Identificar las especies prioritarias para la conservación en el CVC.
7. Determinar la abundancia relativa las especies de los murciélagos cavernícolas que forrajean en el CVC.
8. Conocer el tipo de distribución de las especies de los murciélagos cavernícolas en bosques del CVC.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el Complejo Volcánico de Colima que está localizado en las coordenadas extremas 9° 40' 45" norte, 103° 49' 16" oeste y 19° 22' 48" norte, 103° 25' 32" oeste, con una superficie total de 843.13 km².

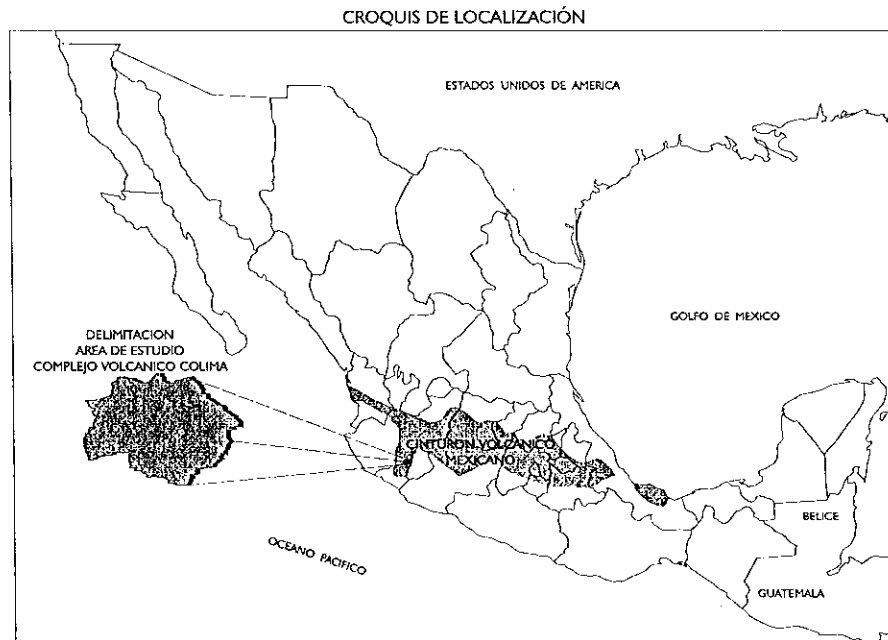


Fig. 1.- Localización del área de estudio dentro de la provincia biótica volcánica transversal.
Fuente: Armando Chávez.

Forma parte de la Faja Volcánica Transversa Mexicana la cual se reconoce por su riqueza, endemismos bióticos, que constituye un área importante de especiación de organismos (Fa y Morales, 1993; Flores-Villela, 1993; Ceballos *et. al.* 1998) debido a que en esta zona confluyen dos reinos biogeográficos: Neártico y Neotropical (Rzedowski, 1978; Cox, 2001). Dicha superficie de transición se sitúa en América media entre los 7° S y 32° N y se reconoce como centro importante de diversidad y endemismo de murciélagos (Arita y Ortega, 1988). Incluso se pueden encontrar especies y familias, de este orden, propias de cada uno de los dos reinos biogeográficos, además de géneros y especies endémicas a esta área.

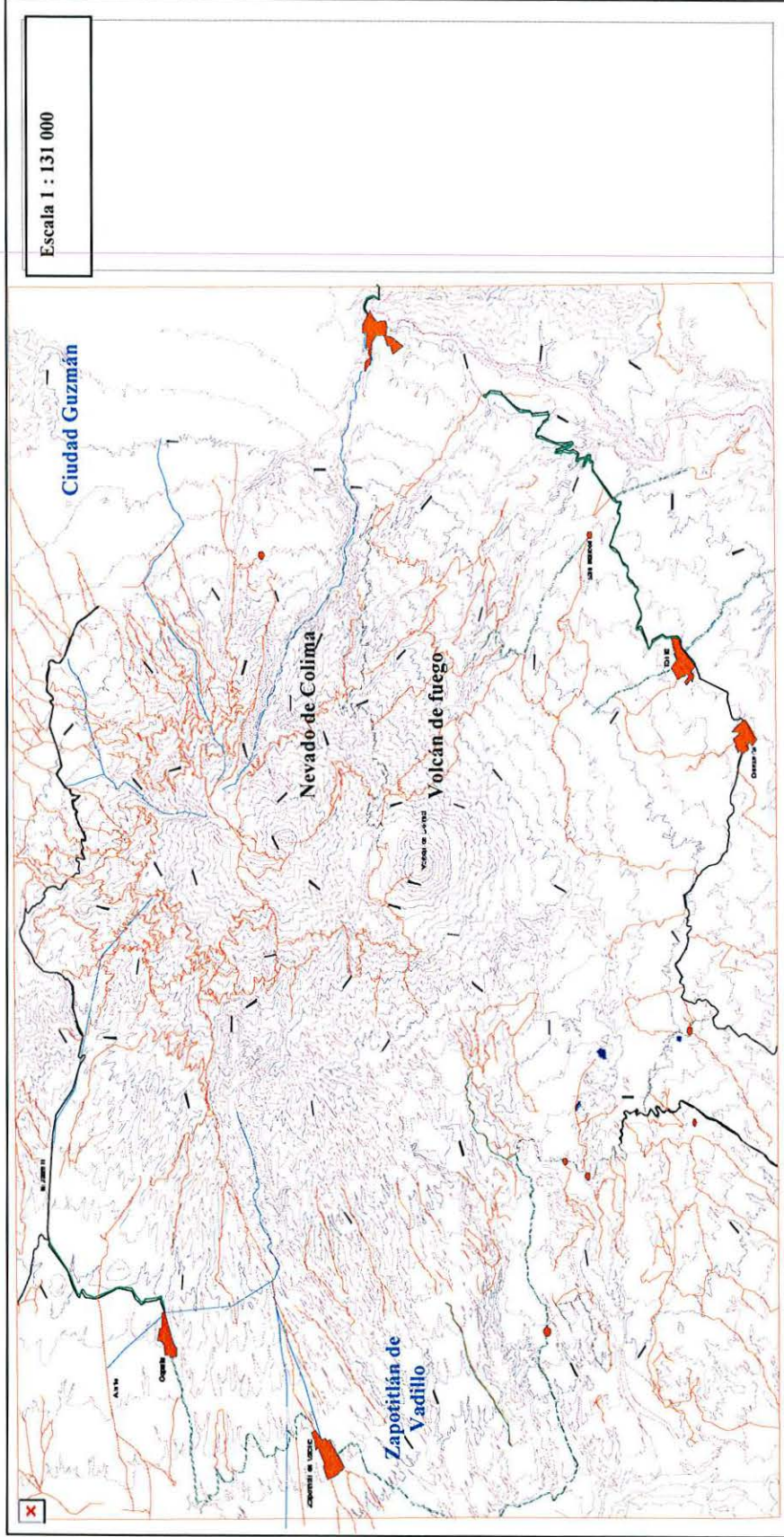


Fig.2.- Mapa topográfico del área de estudio, CVC

El CVC esta constituido principalmente de tres cumbres volcánicas: el Nevado de Colima con una elevación de 4 270 m.s.n.m., el Volcán de Fuego con 3 860 m.s.n.m. y el Volcán el Cántaro con 2 900 m.s.n.m.. Los dos primeros conforman los relieves de mayor altitud en el occidente de México (SEMARNAT-CONANP, 2007). El Parque Nacional Volcán Nevado de Colima se encuentra dentro del CVC (Fig. 2) con un gradiente altitudinal que va de los 2 200 m.s.n.m. a los 4 270 m.s.n.m. y tiene una extensión de 6 551.23 hectáreas.

Los tipos de vegetación que se encuentran en el área van desde bosques tropicales tales como: el bosque tropical caducifolio y el mesófilo de montaña, hasta los alpinos de alta montaña con presencia de hielo o nieve (ver Fig. 3). Se registra para el lugar el 2.47 % de la flora reportada para el Estado de Jalisco y el 3.40% del Estado de Colima y tan solo el 0.78 % de las especies reportadas a nivel nacional (Cházaro *et al.*, 1995).

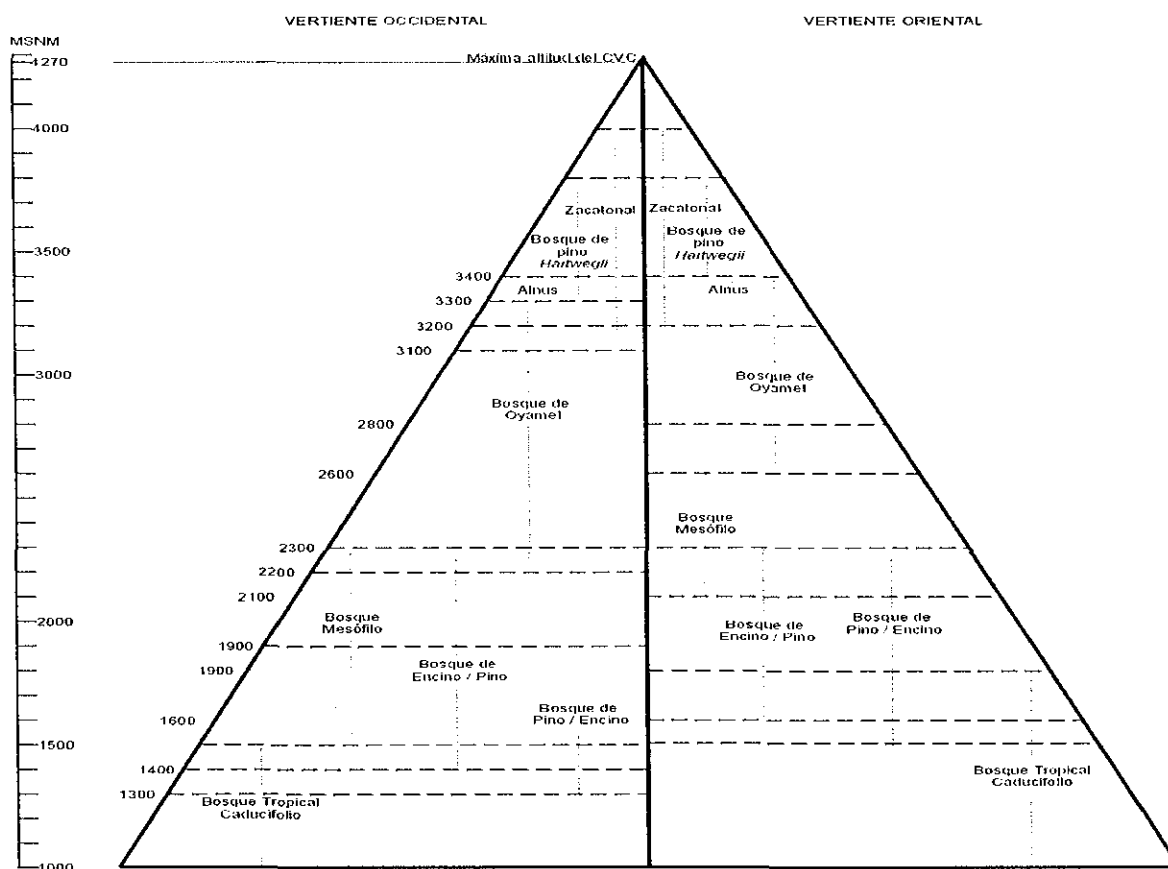


Fig. 3.- Distribución altitudinal y por vertiente (occidental y oriental) de los tipos de vegetación presentes en el Complejo Volcánico de Colima. (SEMARNAT, 2007).

El CVC presenta climas que van de los calidos y semihúmedos en las partes bajas, hasta los fríos subhúmedos de alta montaña. Tal variedad de climas se presentan en función a su gradiente altitudinal y a la orientación geográfica. Esto debido a que el CVC constituye una barrera topográfica que frena el efecto oceánico (SEMARNAT-CONANP, 2007).

El CVC se compone de 10 unidades topográficas, Sierra de Tapalpa, Sierra Los Manzanillos, Sierra el Tigre, Valle de Zapotlán, Campo de Domos Sayula, Valle Zapotiltic- Tuxpán, Sierra de Halo, Valle de Comala- San Marcos, Valle de Zapotitlán de Vadillo y los Domos Volcánicos Los Núñez- La Víbora.

La actividad del Complejo Volcánico de Colima inicia en el norte con la formación de el Cántaro hace aproximadamente 10 000 años (Hallan, 1986), que esta conformado por andesitas silíceas y dacitas, con un domo de andesitas al flanco norte. Actualmente éste edificio está profundamente discurrido por la erosión fruto de una temprana pérdida de actividad, que migra hacia el sur construyendo sucesivamente los otros dos edificios que integran (el Nevado de Colima y el Volcán de Fuego). Los cuales están conformados por andesitas básicas a andesitas, que presentan formas frescas, que en el caso del Nevado han sido retocadas por la erosión glaciár (Lorenzo, 1962). La composición de las rocas en general del área es de andesitas básicas calcoalcalinas a andesitas silíceas con presencia de anfíboles (Komorowski et. al., 1994).

Actualmente el volcán de Fuego es considerado el más activo y peligroso de México.

Métodos de muestreo

Inventario de cuevas

Para la localización de las cuevas se efectuó una revisión cartográfica y se entrevistó a informantes calificados como ejidatarios de la zona, personal del Parque Nacional Volcán Nevado de Colima y Geógrafos con conocimiento del medio del Complejo Volcánico de Colima. La ubicación de las cuevas y su muestreo se llevo a cabo en el periodo de 16 meses, desde el mes

de Abril de 2007 a Agosto de 2008. En los diez primeros meses se localizaron las cuevas en los que se registraron sus puntos geográficos que se utilizaron para hacer un mapa de localización de cuevas habitadas por murciélagos en el CVC. Posteriormente se realizó la exploración interna de cuevas, para lo cual se utilizó equipo de protección personal y de muestreo (Fig.4).

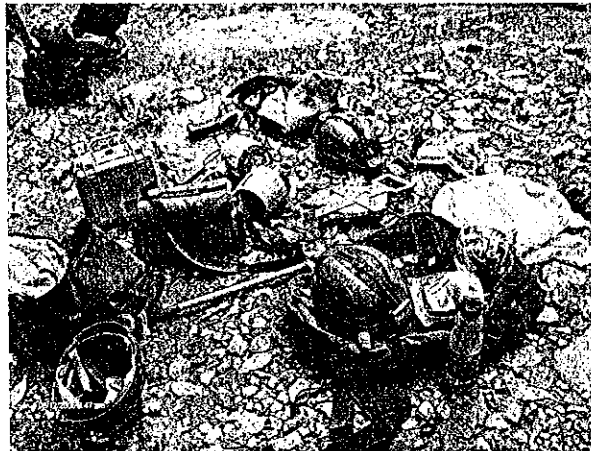


Fig.4.- Materiales utilizados en campo para la inspección de cuevas: cascos, flexómetro, linternas, red de mano, cámara fotográfica y mascarillas con filtros. Fotografía por Cintya Segura.

A lo largo de todo el periodo de muestreo se realizaron los monitoreos de las cuevas para poder encontrarlas con murciélagos y/o cráneos. El monitoreo de cada cueva partió de la fecha en que fue localizada (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Esfuerzo de muestreo en cuevas del CVC.

Nombre de la Cueva	No. de inspecciones	Meses muestreados
Apaxtepetl 1	4	Diciembre, Marzo, Junio, Septiembre
Apaxtepetl 2	4	Diciembre, Marzo, Junio, Septiembre
Apaxtepetl 3	4	Diciembre, Marzo, Junio, Septiembre
Cueva de los jabalís	3	Diciembre, Junio, Septiembre
Cueva piedra ancha	3	Diciembre, Junio, Septiembre
Túnel río la lumbre	1	Marzo
Cueva de la barranca del Cristo	2	Junio, Septiembre
Argúm	1	Septiembre

Se tomaron las medidas de la entrada y de la profundidad de la cueva para describir y registrar su morfometría básica y la complejidad de cada cueva que era habitada por murciélagos (Fig. 5).



Fig.5.- Medición de la entrada de las cuevas en campo para su caracterización. Fotografía por Cristina Contreras.

Riqueza de especies

Se formuló a partir de registros de especies de murciélagos en literatura (Villa, 1953; Gardner, 1962a, 1962b; Baker y Philips, 1965; Genoways y Jones, 1967; Jones *et. al.* 1970; Kennedy *et. al.* 1984; Tellez-Giron *et. al.* 1997; Sánchez-Hernández *et. al.* 2002; bases de datos de colecciones científicas obtenidas a través de Global Biodiversity Information Facility, 2008 y especies encontradas durante los muestreos.

Muestreo

a) Cuevas

La captura de murciélagos dentro de las cuevas se efectuó con red de mano (Kunz, 1988; Tuttle, 1976b), también se recolectaron, para el caso de muestreo en cuevas, cráneos del piso en cada sitio de percha de la cueva para su determinación (Fig.6).



Fig.6.- Captura de murciélagos en cueva con red de mano y búsqueda de cráneos en el piso. Fotografía por Cristina Contreras.

Estimación del número de individuos en cuevas

El número de individuos se calculó multiplicando el estimado de densidad de murciélagos por metro cuadrado, según Constantine (1967) y Tuttle (1975) por el área de acumulación de guano, heces fecales de los murciélagos (Tuttle, 1976b) para obtener un rango aproximado de número de murciélagos, asumiendo un número de individuos por unidad de superficie. La estimación del área de percha por cobertura de guano acumulado se realizó con la toma de medidas del largo y ancho en cada sitio de percha en un solo tiempo (Fig. 7 y 8) y se determinó su edad, bajo dos categorías: viejo y nuevo (se utilizó este criterio para determinar si el uso de la cueva por murciélagos fue reciente o pretérito a la fecha de muestreo). Se utilizaron éstos índices debido a que no se han generado estimados del número de individuos por cobertura de guano para las especies encontradas en el área.

Por lo que además se llevó a cabo una estimación de número de individuos por medio de otros métodos, en los casos que fue posible, para proyectar datos más precisos que contribuyan al conocimiento de la densidad de individuos de las especies encontradas. En la cueva del Apastepetl y en el túnel del Río la Lumbre se estimó el número de individuos por medio del conteo por observación directa (Kunz, 1982b; Kunz *et. al.* 1996) en un solo tiempo. En el caso de la cueva de Argúm se realizó por medio de fotografías digitales de la manada en percha basándose en el método de Tuttle (1979).

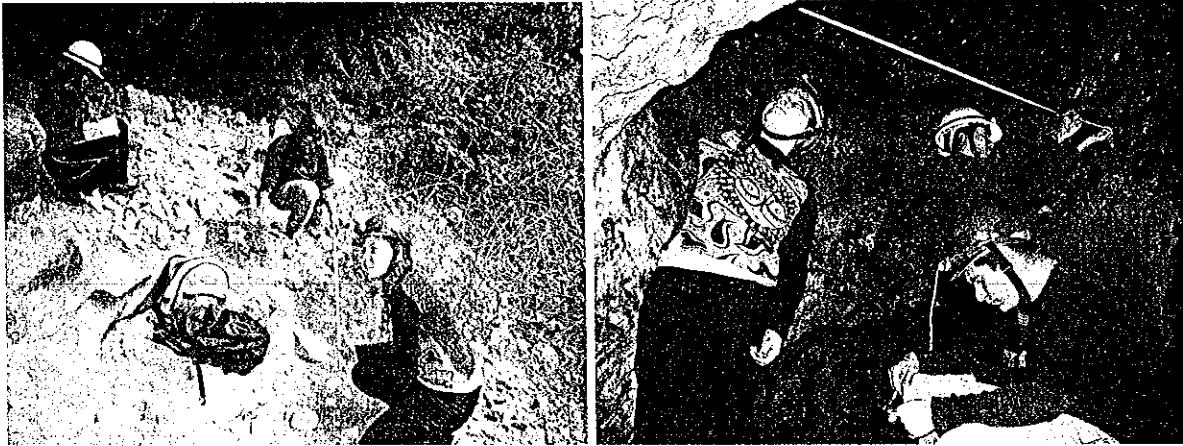


Fig.7 y 8.- Toma de medidas del rastro de las percha murciélagos en cuevas de guano (izquierda) y de mancha en el domo de la cueva (derecha). Fotografías por Noé Chávez.

El número de murciélagos albergados en la cueva resultó de las sumas del estimado de número de individuos por cobertura de guano de todas las perchas de la cueva.

Disturbios antrópicos en cuevas

El grado de disturbios se evaluó con la suma del número de evidencias de origen antrópico presentes. Clasificados en cuatro grupos:

- Disturbio interno: presencia de basura y evidencias de vandalismo, quema y dinamitación dentro de la cueva.
- Caminos: presencia de vías acceso próximas a la cueva (a menos de 100 metros de distancia), tales como: carretera, brecha (camino que permite el acceso en automóvil) y vereda (camino que permite el acceso a pie).
- Acceso: registro con base a información obtenida de los pobladores sobre el tipo de acceso antrópico que ocurre en las cuevas tales como: turismo, resguardo y exploración
- Disturbio externo: presencia de ganadería, agricultura, asentamiento humano, tala y extracción de material para la construcción en el área circundante a la cueva.

Para la elaboración de dicha lista de evidencias a evaluar, se tomaron como referencia los trabajos de McCracken (1989) y Tuttle *et. al.* (2000). Ante la limitante en el conocimiento de la

repercusión en las poblaciones de murciélagos ante las diferentes variables evaluadas para medir el disturbio antrópico en cuevas, es que da el mismo grado de importancia a todos los disturbios encontrados y se maneja solo su presencia (uno) o ausencia (cero).

b) Bosque

Un método complementario para integrar el inventario en cuevas fue el método de captura de murciélagos con redes de niebla en fragmentos de bosque. La aplicación de este método en este estudio principalmente fue para reconocer las especies presentes en el complejo volcánico, cotejar la presencia de las especies registradas en cuevas y conocer la abundancia y distribución de las poblaciones de murciélagos cavernícolas que forrajean en el CVC.

Se tomaron en cuenta los datos del trabajo de campo que se generaron en el grupo de investigación del Proyecto “Manejo para la conservación de la biodiversidad del Complejo Volcánico de Colima” que desarrolla la Universidad de Guadalajara en acuerdo con el Patronato y la Dirección del Parque Nacional Volcán Nevado de Colima. El inventario del proyecto antes mencionado comprendió un periodo de 38 meses desde el mes de Marzo del 2005 a Agosto de 2008.

Se realizaron muestreos en ocho puntos de muestreo fijos comprendidos en seis sitios del CVC (cuadro 1). En los cuales se capturaron murciélagos con redes de niebla (Kunz y Kurta, 1988; Tuttle, 1976b) de tamaño de 2.5m x 12m que fueron colocadas en caminos, bordes de vegetación o corredores bióticos. Con una unidad de muestreo de dos noches consecutivas por mes, realizadas en su mayoría durante fases lunares menguantes, luna nueva y creciente; y en algunas ocasiones en el resto de las fases lunares.

Las redes eran abiertas durante el ocaso (el cual conforme a la época del año y uso horario varía la hora en un rango de las 18 a las 20 horas) y eran cerradas a lo largo de la noche, lo cual varió según el sitio de muestreo (entre las 23 y 5 horas). Las redes se revisaban en lapsos de tiempo entre 30 minutos a una hora según la tasa de captura. Las redes se colocaban en cada ocasión en el mismo lugar para cada sitio de muestreo.

Una vez capturados los murciélagos eran registrados, determinados y liberados. El esfuerzo de muestreo y características de los puntos de muestreo se resumen en el cuadro 2.

Cuadro 2.- Descripción de las localidades y muestreo en el CVC.

Puntos de muestreo	Tipo de vegetación	Altitud	Metros red	Horas red	Meses
Chino	Bosque mesófilo de montaña	1655	36	63	Octubre-Diciembre- Marzo
Huescalapa	Ecotono bosque de <i>Abies</i> y Bosque mesófilo de montaña	2800	60	100	Enero-Febrero-Marzo- Enero-Abril
Floripondio	Bosque de <i>Abies</i>	2,400	72	60	Diciembre-Abril-Mayo
Llano los pajaritos	Bosque de <i>Abies</i> y Bosque mesófilo de montaña	2670	72	60	Mayo-Junio-Enero- Mayo
Lomas del Cerrito	Bosque de <i>Abies</i>	2900	72	60	Febrero-Marzo-Abril- Mayo
Borbollón cafetal	Cafetal de sombra en Bosque mesófilo de montaña	1780	60	115	Enero-Febrero-Marzo- Abril-Mayo-Junio-Julio- Agosto-Septiembre- Octubre-Diciembre- Enero
Borbollón las Cruces	Bosque mesófilo de montaña	1800	60	100	Marzo-Abril-Mayo- Junio-Julio-Agosto- Septiembre-Octubre- Diciembre-Enero
Borbollón margen Río La Lumbre	Bosque mesófilo de montaña	1733	120	45	Febrero-Marzo-Abril- Mayo-Junio-Julio

El esfuerzo de captura se calculó por unidad de longitud red, metros lineales de red utilizados por número de horas muestreadas en cada sitio (Medellín, 1993).

Determinación de especies

La determinación de especies se llevó a cabo con el uso de claves dicotómicas (Álvarez *et. al.* 1994; Medellín *et. al.* 1997).

Evaluación del estado de conservación

Identificación de cuevas críticas

Para la identificación de las cuevas importantes o críticas para los murciélagos cavernícolas dentro del Complejo Volcánico de Colima se utilizó el método de Arita (1993). Que para éste se

utilizaron cuatro criterios: riqueza de especies, número de individuos, presencia de especies frágiles y grado de disturbio de la cueva (Cuadro 3).

Cuadro 3.- Definición de los criterios utilizados para identificar las cuevas críticas para la conservación de los murciélagos cavernícolas del CVC (Arita, 1993).

Concepto	Definición
Riqueza de especies	Número de especies de murciélagos presentes en la cueva.
Número de individuos	Número de murciélagos albergados en la cueva resultantes del estimado de cada percha de guano en la cueva.
Especies frágiles	Especies que estén en alguna categoría de conservación y/o sean vulnerables o endémicas.
Grado de disturbio de la cueva	Es la cantidad de las diferentes evidencias de influjo antrópico, que inciden en una misma cueva.

Las cuevas primordiales resultaron ser aquellas con riqueza alta de especies, mayor número de individuos estimados (Arita, 1993), grado alto de perturbación y con presencia de especies frágiles (especies bajo alguna categoría de riesgo y/o endémica).

Identificación especies críticas en cuevas

Las especies de murciélagos que se encuentren en un número menor de cuevas, con un número bajo de individuos calculados, que habiten cuevas con mayor número de disturbios y que sean una especie frágil. Se considerarán con importancia para la conservación local.

Identificación especies críticas en bosque

Abundancia y distribución en los bosques del CVC

De las capturas con redes de niebla para cada una de las especies se tomaron en cuenta la abundancia relativa y la distribución local, ya que son variables para conocer el estado de conservación. Además se les considero su estatus conforme a: la NOM-059 -SEMARNAT-2001 y la UICN.

Para categorizar su estado de conservación local en el CVC se aplicó el método de clasificación dicotómica de especies raras de Rabinowitz *et. al.* (1986) modificado para murciélagos por Arita y Ortega (1998). El cual está basado en la estimación de abundancia y es usado para estimar la situación poblacional de las especies de mamíferos (Aguilar y Taddei, 1996), así como la distribución local de las especies de murciélagos. Esta información sirvió de base para el análisis de las siguientes categorías enumeradas en orden de grado de riesgo a la extinción: localmente raro y restringido, localmente raro y extenso, localmente abundante y restringido y localmente abundante y extenso (Cuadro 4).

Para ello se estimó la abundancia relativa local de los murciélagos cavernícolas, basada en el protocolo siguiente:

1. Riqueza: número especies en cada punto de muestreo.
2. Abundancia relativa: número de individuos de cada especie dividido entre el esfuerzo de muestreo de cada punto de muestreo en que ocurrió la especie.
3. Abundancia promedio: de las abundancias de las especies de los puntos de muestreo en los que la especie ocurrió.

Es decir:

$$A = N_e / E_{mh}$$

Donde A es la abundancia relativa, N_e número de individuos por especie y E_{mh} el esfuerzo de captura (metros horas), de cada punto de muestreo. Y que se expresó en porcentaje (Abundancia proporcional) debido a que la abundancia relativa basada en el esfuerzo de muestreo arroja datos muy bajos (próximos al cero).

$$A_p = \sum_A / S$$

Donde A_p es la abundancia promedio por especie, \sum_A es la sumatoria de las abundancias proporcionales calculadas por especie y S el número de puntos de muestreo en donde ocurrió la especie.

Se clasificaron a partir del resultado de abundancia en redes dentro de dos criterios (Arita y Ortega; 1998; Arita y Santos-Del-Prado, 1999) especies raras y especies abundantes. A las abundancias promedios de las especies, por estar expresadas en porcentaje, se les calculó la media geométrica como punto de referencia para establecer que: las especies que se encuentran por debajo de la media se consideran localmente raras y a los promedios que se encuentran por arriba de la media se consideran localmente abundantes (Cuadro 4).

Para calcular la distribución se utilizaron también dos categorías (restringido y extenso) y se obtuvo conforme a la frecuencia relativa de la especie en el CVC: las especies con distribución local restringida se consideraron a aquellas que se encontraron por debajo de la media del número de puntos de muestreo en que incidieron las especies, y con distribución local extensa el resto de las especies (Cuadro 4).

Cuadro 4.- Definición de las cuatro categorías de rareza local, utilizadas para determinar el estado de conservación de los murciélagos (basado en: Arita y Ortega; 1998).

Categorías de rareza local	Definición
Localmente rara y restringido	Especies que cuentan con una abundancia por debajo de la media calculada y con presencia en un número de puntos de muestreo por debajo de la media del rango de incidencias.
Localmente rara y extenso	Especies que tienen una abundancia por debajo de la media calculada y su número de presencia en puntos de muestreo es mayor a la media.
Localmente abundante y restringida	Especies que tienen una abundancia superior a la media calculada y con presencia en un número de puntos de muestreo debajo de la media del rango de incidencias.
Localmente abundante y extensa	Especies que tienen una abundancia superior a la media calculada y su número de presencia en puntos de muestreo es mayor a la media.

Resultados

Localización de cuevas

Se encontraron 11 cuevas de las cuales sólo siete se hallaron habitadas por murciélagos (Fig.9), dos habitadas por otros órdenes de mamíferos, carnívoros y roedores. El resto fueron derrumbadas por pobladores a causa del miedo a los murciélagos.

Además de las 11 cuevas se muestrearon dos túneles de la Hacienda de San Antonio, de los cuales uno contó con presencia de estos organismos. Éste último túnel se tomó en cuenta en éste estudio debido a que comparte características similares a las cuevas encontradas. Se reporta la existencia de un tercer túnel en la misma zona con presencia de murciélagos, sin embargo por seguridad personal no se consideró pertinente su muestreo.

Los refugios subterráneos habitados por murciélagos en el CVC son los siguientes: tres cuevas en el Apastepetl, cueva de los jabalís, cueva de piedra ancha, túnel del río la Lumbre, cueva de la barranca del Cristo y cueva Argúm (Anexo I).

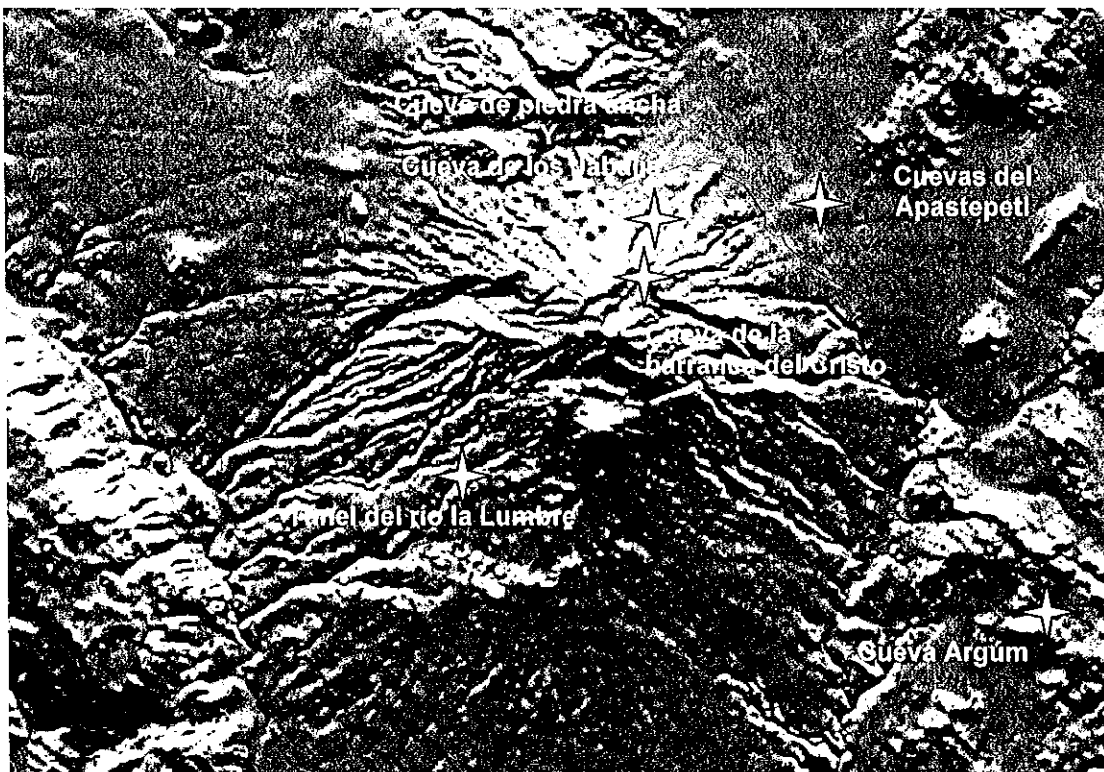


Fig. 9.- Localización de las Cuevas en el CVC habitadas por los murciélagos.

Descripción de cuevas

Descripción local

La mayoría de las cuevas se encontraron por debajo de los 1,600 msnm, únicamente la cueva de la barranca del Cristo se encontró a gran altitud, a los 3,850 msnm.

Los tipos de vegetación en que se encontraron fueron tres: matorral xerófilo, bosque de galería y bosque de *Abies* (Cuadro 5).

Cuadro 5.- Tipo de vegetación del lugar donde fue encontrada cada cueva.

Nombre de la Cueva	Tipo de vegetación
Apaxtepetl 1	Matorral xerófilo
Apaxtepetl 2	Matorral xerófilo
Apaxtepetl 3	Matorral xerófilo
Cueva de los jabalís	Bosque de Galería
Cueva piedra ancha	Bosque de Galería
Túnel río la lumbre	Bosque de Galería
Cueva de la barranca del Cristo	Bosque de <i>Abies</i>
Argúm	Matorral xerófilo

Debido a la asociación de los murciélagos con los recursos hídricos se registró la presencia de los cuerpos agua cercanos a cada una de las cuevas, así como su distancia respecto a éstos (Cuadro 6). Se encontró que cinco de las cuevas se encontraron próximas a cuerpos de agua: tres asociadas al sistema hídrico de la barranca del Cristo y dos al sistema hídrico de la barranca del río la Lumbre (Cuadro 6).

Cuadro 6.- Cuerpos de agua cercanos a las cuevas habitadas por murciélagos y su distancia.

Nombre de la Cueva	Cuerpos de agua	Distancia*
Apaxtepetl 1	0	-
Apaxtepetl 2	0	-
Apaxtepetl 3	0	-
Cueva de los jabalís	Arroyo de la barranca del Cristo	20
Cueva piedra ancha	Arroyo de la barranca del Cristo	20
Túnel río la lumbre	Canal de río y río la Lumbre	30 y 250
Cueva de la barranca del Cristo	Arroyo de la barranca del Cristo	10
Argúm	0	-

* medida en metros

Forma y tamaño

Se encontró que las cuevas del CVC en general son pequeñas, tanto del tamaño de las entradas como de profundidad (Cuadro 7). La Cueva Argúm fue la más grande con una altura de 2.89 m, 7.16 m de ancho de la entrada y una profundidad de 20.19 m, esto probablemente debido a que es la única de origen cárstico de las muestreadas. La cueva de la barranca del Cristo, que es la única cueva de las habitadas por murciélagos que se ubica dentro de los límites del Parque Nacional, resultó ser la de menor tamaño con una altura de 2.5 m, 3.8 de ancho en la entrada y una profundidad de 1.2 m.

Cuadro 7.- Morfometría de las cuevas del CVC.

Nombre de la Cueva	Entrada de la cueva		Profundidad de la cueva	Pendiente
	Alto (max)	Ancho (max)		
Apastepetl 1	2.8	1.85	9.45	Recta
	0.32	0.33		
	1.63	0.58		
	0.89	1.83		
Apastepetl 2	0.67	270	7.7	Arriba
Apastepetl 3	0.43	3.8	5	Abajo
Cueva de los jabalís	2.1	4.3	1.8	Recta
Cueva piedra ancha	3	30	6.4	Recta
Túnel río la lumbré	0.21	0.23	14.8	Recta
Cueva de la barranca del Cristo	2.5	3.8	1.2	Arriba
Argúm	2.89	7.16	20.19	Abajo

Max = medida máxima en metros.

Las cuevas del Apastepetl, se caracterizan por conformar un juego de tres cuevas alrededor del cerro “El Apastepetl” (antiguo volcán), el cual es importante económicamente en la región debido a la extracción de material para la construcción. Por información de los pobladores del área circundante, se considera que en épocas anteriores a la sobreexplotación de material en el cerro, éstas constituían una sola cueva denominada “cueva del Colombo” y que por el efecto de dinamitación en la zona, en la actualidad se reportan estos tres fragmentos, con evidencia de derrumbe y fragmentación en ellos.



Fig. 10.- Croquis de las Cuevas del CVC habitadas por los murciélagos. Collage sobre imagen de Google earth.

Riqueza de especies

Se registran 25 especies de murciélagos cavernícolas en el CVC (Anexo II) pertenecientes a cuatro familias y seis subfamilias. De las cuales *Glossophaga morenoi*, *Hylonycteris underwoodi*, *Artibeus hirsutus*, *Artibeus intermedius*, *Chiroderma salvini* y *Myotis velifer* constituyen nuevos registros para el CVC y para el caso de *G. morenoi* es el primer registro para el Estado de Jalisco. Esta especie se ha registrado con anterioridad en el Estado de Colima en 26 localidades (Polanco *et. al.* 1992 y Sánchez-Hernández *et. al.* 2002) cuatro de ellas próximas al CVC, en el municipio

de Cuahutémoc (Sánchez-Hernández *et. al.* 2002) entre los 7.9 km y 8.5 km de distancia del CVC aproximadamente.

Se incluyen en el listado dos especies cavernícolas (*Chiroderma salvini* y *Dermanura tolteca*) que no son contempladas por Arita (1993), debido a que se encontró literatura reciente que las considera con ese hábito de percha (Villa y Cervantes, 2003).

De esas 25 especies, 17 se capturaron en el presente trabajo. De las cuales cinco se encontraron en las cuevas del CVC y 15 con el método de captura en redes de niebla (Cuadro 8).

Cuadro 8.-Especies de murciélagos cavernícolas encontradas en las cuevas y en bosques del CVC.

Cuevas	Bosques*
Especies	
<i>Balantiopteryx plicata</i>	
<i>Micronycteris microtis</i>	<i>Micronycteris microtis</i>
<i>Desmodus rotundus</i>	<i>Desmodus rotundus</i>
	<i>Anoura geoffroyi</i>
<i>Glossophaga morenoi</i>	
	<i>Hylonycteris underwoodi</i>
	<i>Artibeus hirsutus</i>
<i>Artibeus intermedius</i>	<i>Artibeus intermedius</i>
	<i>Artibeus jamaicensis</i>
	<i>Chiroderma salvini</i>
	<i>Dermanura azteca</i>
	<i>Dermanura tolteca</i>
	<i>Corynorhinus mexicanus</i>
	<i>Eptesicus fuscus</i>
	<i>Idionycteris phyllotis</i>
	<i>Myotis californicus</i>
	<i>Myotis velifer</i>

* Especies capturadas con el método de redes de niebla colocadas en bosque.

En cuanto a especies frágiles por su endemismo se halló lo siguiente: cinco especies endémicas de mesoamérica (*Macrotus waterhousii*, *Glossophaga leachii*, *Hylonycteris underwoodi*, *Dermanura azteca* y *Dermanura tolteca*) y tres endémicas de México (*Glossophaga morenoi*, *Artibeus hirsutus* y *Corynorhinus mexicanus*). Conforme a las especies capturadas se encontraron dos especies *Hylonycteris underwoodi* y *Corynorhinus mexicanus* endémicas al occidente de México y la especie: *Artibeus hirsutus*, que es endémica de Mesoamérica

Del total de especies cavernícolas con registro en el CVC cuatro se encuentran bajo alguna categoría de amenaza y/o riesgo (*Glossophaga morenoi*, *Hylonycteris underwoodi*, *Leptonycteris nivalis* y *Artibeus hirsutus*); de acuerdo a la UICN (2001); en cuanto a la evaluación del estado de conservación nacional establecida en la Norma Ecológica (NOM-059-ECOL-SEMARNAT-2001 solo una especie, *Leptonycteris nivalis*, está bajo alguna de sus categorías (Anexo II).

Del total de especies encontradas en las cuevas sólo una especie, *Glossophaga morenoi*, cuenta con características importantes para la conservación, ya que es endémica al bosque tropical seco del occidente de México y es una especie con estatus de LR: nt (UICN, 2001).

Cuevas

Estimado del número de individuos

Por el método de cobertura de guano la cueva que presentó el más bajo número de individuos estimado es la cueva de Apastepetl 1 con un rango de 92 a 461 individuos, mientras que para la cueva de Argúm se estimó un rango de 10 940 a 62 585 individuos (Cuadro 9).

En la cueva de la barranca del Cristo no fue posible el conteo de individuos debido a que en ninguna de las ocasiones se encontró con murciélagos. Además, la toma de medidas del guano fue imposible por la condición de detritificación en que éste se encontraba por la acción del agua, del arroyo del mismo nombre.

Cuadro 9.- Estimación del número de individuos de las perchas de murciélagos por área de guano.

Nombre de la Cueva	Estimado 984.249mur/mt ² a	Estimado Min. 538mur/mt ² b	Estimado Max. 2695mur/mt ² b
Apastepetl 1	168.3	91.9	461.3
Apastepetl 2	771.6	421.7	2112.8
Apastepetl 3	578.7	316.3	1584.6
Cueva de los jabalís	1629.9	890.9	4462.9
Cueva piedra ancha	2020.6	1104.5	5532.9
Túnel río la lumbré	1311.8	333.4	1670.5
Cueva de la barranca del Cristo	-	-	-
Argúm	22856.7	10940.5	62584.7

a Estimados de murciélagos por metro cuadrado para *Tadarida brasiliensis* (Constantine, 1967)

b Estimado mínimo y máximo para *Myotis grisescens* (Tuttle, 1975).

Solo en dos cuevas fue posible el conteo por observación directa (Cueva Apastepetl 2 y túnel río la Lumbre) y en otra más por medio del método de fotografía de percha de murciélagos (Argúm). Los resultados obtenidos por estos métodos se describen a continuación en el cuadro 10.

Cuadro 10.- Estimación de número de individuos por observación directa y/o conteo por fotografía.

Nombre de la Cueva	#	Especie
Apastepetl 1		
Apastepetl 2	36	<i>Glossophaga morenoi</i>
Apastepetl 3	-	<i>Desmodus rotundus</i>
Cueva de los jabalies		
Cueva piedra ancha		
Túnel río la lumbre	22	<i>Micronycteris microtis</i>
Cueva de la barranca del Cristo		
Argúm	246	<i>Balantiopteryx plicata</i>
	-	<i>Artibeus jamaicensis</i>

= número de individuos

Disturbios antrópicos

En las cuevas del CVC se encontraron cuatro tipos de disturbio interno: quema, basura, vandalismo (graffiti) y evidencia de dinamitación (Figura 11). De los cuales la presencia de basura fue la más común con una incidencia en siete cuevas y la menos frecuente fue la de quema dentro de la cueva, lo cual ocurrió sólo en una (Apastepetl 1).

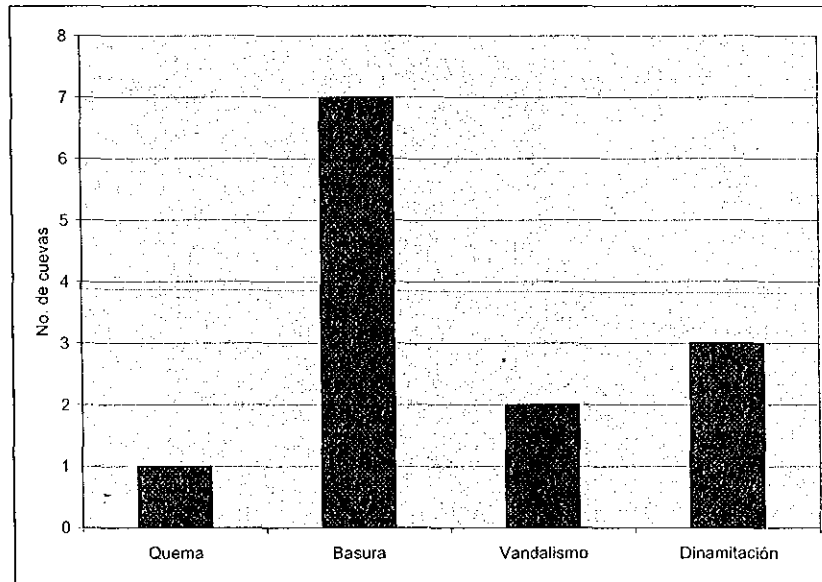


Fig. 11.-Incidencia de disturbios internos en cuevas del CVC.

En cuanto a tipos de caminos aledaños a las cuevas se encontró que en cinco se accedía por medio de veredas, en cuatro de ellas por brechas, solo una (Argúm) por carretera y en otra (Cueva de la barranca del Cristo) por ningún tipo, ya que el camino más cercano se encontraba a más de un kilómetro de distancia. En siete cuevas se reconoció por parte de los pobladores con acceso humano, cuatro de ellas (Argúm y cuevas del Apastepetl) de tipo turístico local y tres con acceso ocasional a ellas (cueva de los jabalíes, cueva de piedra ancha y túnel del río la lumbre).

Para la cueva de la barranca del Cristo no se reconoció que se visitara o tuviera acceso por personas.

Las evidencias de disturbio externo de las cuevas encontradas fueron ganadería, agricultura y extracción de material. En la cueva de la barranca del Cristo no se encontró disturbio externo alguno. Las cuevas con mayor número de disturbios fueron las cuevas del Apastepetl, Argúm y el túnel del río la Lumbre, con más de seis tipos. La cueva de la barranca del Cristo fue la de menor influjo antrópico, sólo presentó un disturbio (Figura 12).

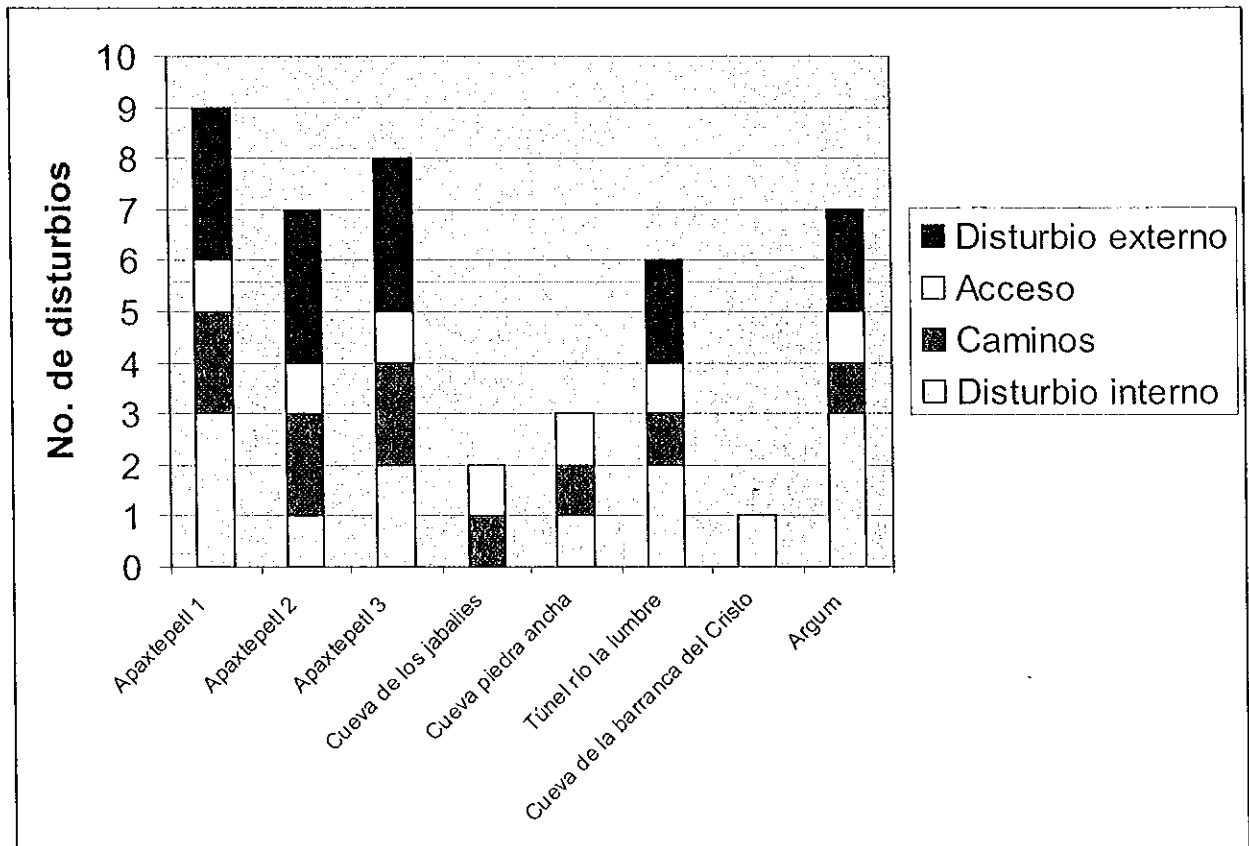


Fig. 12.-Incidencia de disturbios en cuevas del CVC.

Bosque

Abundancia relativa en bosques del CVC

Con redes de niebla se capturaron un total de 556 individuos pertenecientes a 15 especies de murciélagos con hábito de percha en cuevas. Las abundancias proporcionales estimadas para cada localidad de muestreo se resumen en el cuadro 11.

Cuadro 11.-Abundancia proporcional de las especies por sitio en el CVC.

Abundancia proporcional (%)								
Sitio	Chino	Huescalapa	Floripondio	Llano los pajaritos	Lomas del cerrito	Borbollón Cafetal	Borbollón Mesófilo	Borbollón margen Río la Lumbre
Esfuerzo de muestreo*	2268	6000	4320	4320	4320	6900	6000	5400
<i>Micronycteris microtis</i>						0.3	0.9	0.6
<i>Desmodus rotundus</i>						2	4.6	6
<i>Anoura geoffroyi</i>		11.6	17.2	12.7	1.5	3.3	2.3	6
<i>Hylonycteris underwoodi</i>								1.2
<i>Artibeus hirsutus</i>						0.6		
<i>Artibeus intermedius</i>						26.5	28.1	27.1
<i>Artibeus jamaicensis</i>						2.9	0.9	5.5
<i>Chiroderma salvini</i>						3.3	0.5	0.6
<i>Dermanura azteca</i>					1.5	4.9	2.8	7.2
<i>Dermanura tolteca</i>						24.6	6.4	3
<i>Corynorhinus mexicanus</i>		53.8						
<i>Eptesicus fuscus</i>			20.7	33.3	66.2	1.6	0.5	0.6
<i>Idionycteris phyllotis</i>		11.5	20.7	2.9	1.5		0.5	
<i>Myotis californicus</i>	3.4			2	4.7			0.6
<i>Myotis velifer</i>				2		0.3		0.6
Especies no cavernícolas	96.6	23.1	41.4	47.1	24.6	29.7	52.52	41

*Esfuerzo en unidad de metros lineales de red por horas de muestreo (Medellín, 1993).

Abundancia promedio

Las abundancias promedio de las especies fueron variables, desde valores muy bajos cercanos al cero (*Micronycteris microtis*, *Artibeus hirsutus* y *Myotis velifer*) hasta valores por encima del 50% (*Corynorhinus mexicanus*) (Cuadro 12).

Para los casos de *Eptesicus fuscus*, *Dermanura tolteca* y *Anoura geoffroyi* presentan datos con alta desviación promedio, por lo que su abundancia promedio no es representativa (Cuadro 12).

Cuadro 12.-Abundancia promedio y desviación promedio de las especies por sitio en el CVC.

Especie	A. promedio ± D. P.	Especie	A. promedio ± D. P.
<i>Micronycteris microtis</i>	0.6 ± 0.2	<i>Dermanura azteca</i>	4.1 ± 1.9
<i>Desmodus rotundus</i>	4.2 ± 1.5	<i>Dermanura tolteca</i>	11.3 ± 8.8
<i>Anoura geoffroyi</i>	7.8 ± 5.2	<i>Corynorhinus mexicanus</i>	53.8 ±
<i>Hylonycteris underwoodi</i>	1.2 ±	<i>Eptesicus fuscus</i>	20.5 ± 19.6
<i>Artibeus hirsutus</i>	0.6 ±	<i>Idionycteris phyllotis</i>	7.4 ± 7
<i>Artibeus intermedius</i>	27.2 ± 0.6	<i>Myotis californicus</i>	2.6 ± 1.3
<i>Artibeus jamaicensis</i>	3.1 ± 1.5	<i>Myotis velifer</i>	0.9 ± 0.7
<i>Chiroderma salvini</i>	1.4 ± 1.2		

De acuerdo con las abundancias promedios anteriores se obtuvo una media geométrica de 4.153, dato con el cual se clasificó en lo siguiente: siete especies raras localmente (*Micronycteris microtis*, *Hylonycteris underwoodi*, *Artibeus hirsutus*, *Artibeus jamaicensis*, *Chiroderma salvini*, *Myotis californicus* y *Myotis velifer*). Dos especies con cifra cercana a la media *Desmodus rotundus* y *Dermanura azteca*. Además de seis especies localmente abundantes (*Anoura geoffroyi*, *Artibeus intermedius*, *Dermanura tolteca*, *Corynorhinus mexicanus*, *Eptesicus fuscus* e *Idionycteris phyllotis*) figura 13.

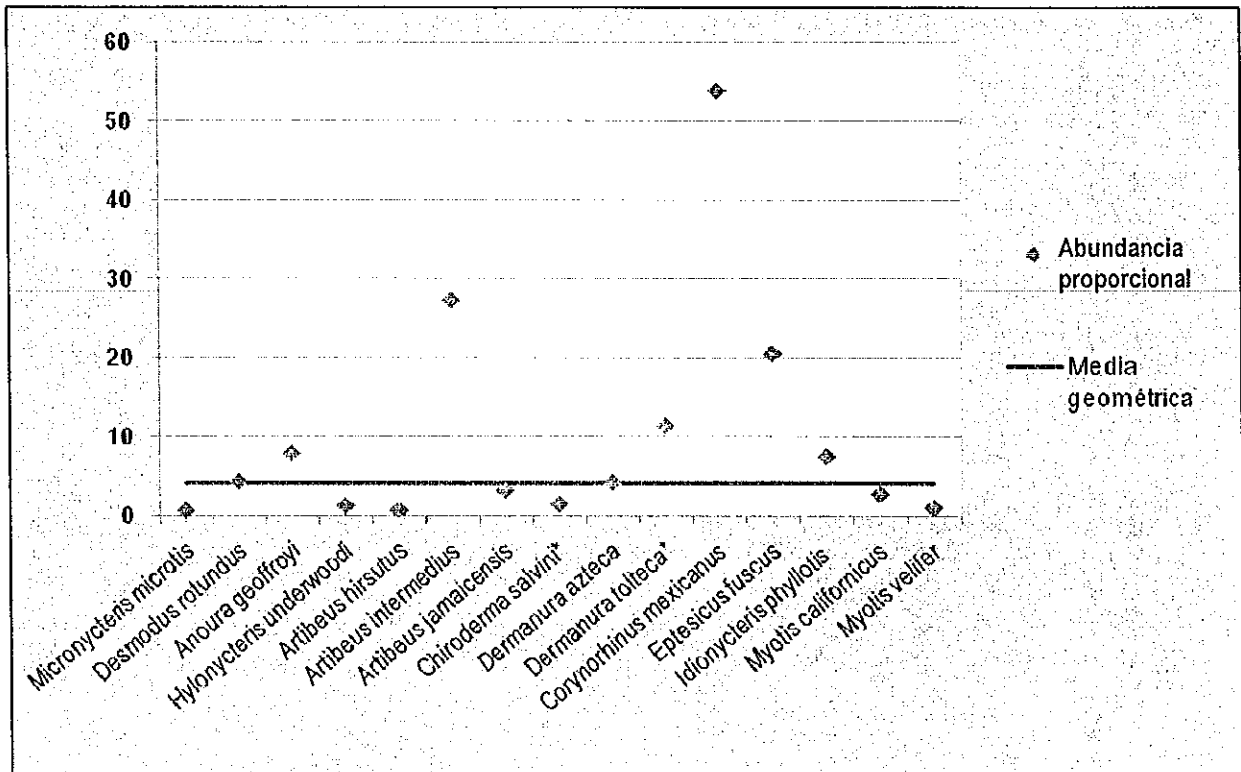


Fig. 13.-Abundancia promedio de cada especie en el CVC. Valores arriba de la media; especies abundantes y debajo de la misma, especies localmente raras en el CVC.

Distribución

Solo tres especies se presentaron en un solo punto de muestreo (*Hylonycteris underwoodi*, *Artibeus hirsutus* y *Corynorhinus mexicanus*). El resto en más de tres puntos, ubicándose por encima de la media calculada. Las especies con presencia en mayor número de puntos de muestreo fueron *Desmodus rotundus*, *Eptesicus fuscus* e *Idionycteris phyllotis* (Figura 14).

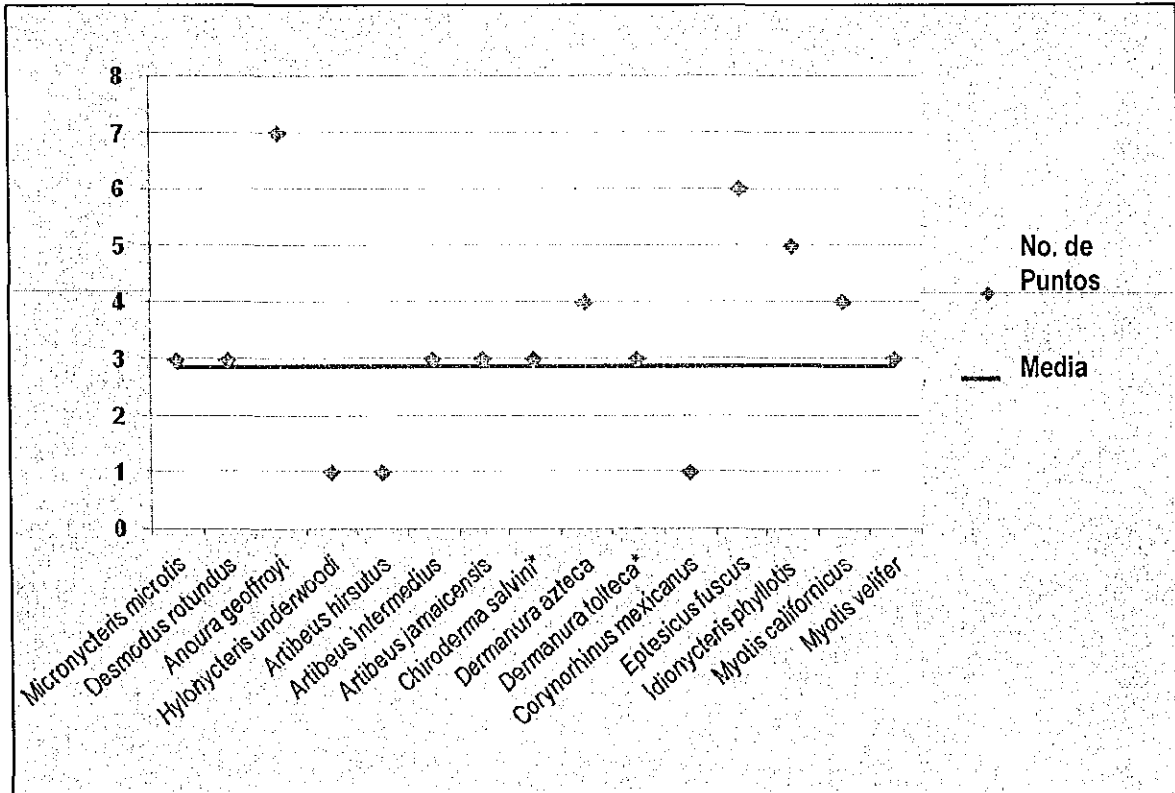


Fig. 14.-Distribución de las especies en el CVC. Valores arriba de la media; especies extensas y debajo de la misma restringidas en el CVC.

Evaluación del estado de conservación

Identificación de cuevas críticas

Se reconocen dos cuevas críticas para la conservación local. La cueva de Argúm que sirve de refugio para un número mayor de murciélagos y cuenta con la mayor riqueza, al albergar a dos especies. Además presenta un alto número de evidencias de disturbio. Mientras que la cueva Apastepetl 2 presenta alto grado de disturbio y es la única cueva habitada por una especie frágil *Glossophaga morenoi* (Cuadro 13).

Cuadro 13.- Análisis de parámetros para la identificación de cuevas críticas para la conservación local de los murciélagos cavernícolas en el CVC.

Nombre de la Cueva	Número de individuos	Riqueza	Especies frágiles	Disturbio
Apastepetl 1*	92-461	1		9
Apastepetl 2	422-2113	1	1	7
Apastepetl 3	316-1585	1		8
Cueva de los jabalíes*	891-4463	1		2
Cueva piedra ancha*	1104-5533	1		3
Túnel río la lumbre	333-1670	1		6
Cueva de la barranca del Cristo*	¿400?	1		1
Argúm	10940-62585	2		7

* = Cuevas en las que el número de especies se basó en el número de perchas y/o número de tipos de guano presente en ellas.

¿? Especulación del número de individuos de la cueva por el tamaño de la percha.

Se debe tener en cuenta que en cuatro cuevas (Apastepetl 1, Cueva de los jabalíes, Cueva piedra ancha y Cueva de la barranca del Cristo) no fue posible determinar que especies las habitaban, esto a causa de no haber contado con individuos ni con cráneos durante los muestreos, que permitiera su conocimiento.

Especies críticas en cuevas

Se encontró que las especies de murciélagos del CVC tienen un tamaño poblacional bajo-moderado (Cuadro 14). Las especies determinadas se encuentran en cuevas que tienen más de seis tipos de disturbio. La especie *Desmodus rotundus* fue la que se encontró dentro de una de las cuevas con mayor número de disturbios (ocho), le siguen *Balantiopteryx plicata*, *Glossophaga morenoi* y *Artibeus jamaicensis* en habitar cuevas con número alto de disturbios (siete).

La especie *Glossophaga morenoi* se considera la especie de mayor preocupación de conservación local en cuevas por ser la única especie frágil encontrada, por formar una de las dos poblaciones más bajas del CVC y por encontrarse en una de las cuevas con número alto de disturbio. En cuanto a importancia por número bajo de individuos estimados es *Micronycteris microtis*, sin embargo la cueva que habita presenta un número menor de disturbios que la anterior (Cuadro 14)

Cuadro 14.- Parámetros para la determinación de especies críticas en cuevas del CVC.

Especies de cuevas del CVC	Estatus UICN ^a	Distribución ^b	Individuos calculados	Cueva	Disturbio
<i>Balantiopteryx plicata</i>	LR:lc	SA	111-8339	Argúm	7
<i>Micronycteris microtis</i>	LR:lc	SA	333-1670	Túnel río la lumbre	6
<i>Glossophaga morenoi</i>	LR:nt	MX	422-2113	Apastepetl 2	7
<i>Desmodus rotundus</i>	LR:lc	SA	316-1585	Apastepetl 3	8
<i>Artibeus jamaicensis</i>	LR:lc	SA	10818-54294	Argúm	7

^a Categorías de protección de acuerdo con la UICN 2001: LR:lc =Bajo riesgo: preocupación menor; LR:nt = Riesgo bajo: casi amenazada.

^b Distribución de la especie; SA (compartida con Sudamérica); MX (endémica de México).

Especies críticas en bosque

Conforme a la abundancia y distribución en bosques del CVC se clasifica a las especies de la siguiente manera para asignarle un estado de conservación local: dos especies (*Hylonycteris underwoodi*, *Artibeus hirsutus*) son localmente raras y restringidas; cinco se clasificaron como localmente raras y extensas; una como localmente abundante y restringida; y siete como especies abundantes y extensas (Cuadro 15).

Cuadro15.- Estado de Conservación de los Murciélagos Cavernícolas del CVC.

Categoría de conservación local	Especies
Localmente rara y restringida	<i>Hylonycteris underwoodi</i> <i>Artibeus hirsutus</i>
Localmente rara y extensa	<i>Micronycteris microtis</i> <i>Artibeus jamaicensis</i> <i>Chiroderma salvini</i> <i>Myotis californicus</i> <i>Myotis velifer</i>
Localmente abundante y restringida	<i>Corynorhinus mexicanus</i>
Localmente abundante y extensa	<i>Desmodus rotundus</i> <i>Anoura geoffroyi</i> <i>Artibeus intermedius</i> <i>Dermanura azteca</i> <i>Dermanura tolteca</i> <i>Eptesicus fuscus</i> <i>Idionycteris phyllotis</i>

Discusión

Cuevas y Riqueza

Las cuevas del CVC distan de tener la magnitud y complejidad de las cuevas de importancia para la conservación de murciélagos que México. Esto debido, generalmente, al origen geológico del CVC y por ende a la composición del suelo que hay en el área, que carece de las características químicas necesarias para la conformación de grandes cuevas. Los fragmentos de cuevas del Apaxtepetl atienden una situación particular, ya que su origen geológico es diferente, éste es de origen volcánico conformado por tubo de lava. Este tipo de estructura suelen formar cavidades complejas, inclusive algunas de las cuevas más grandes del mundo son de éste origen. Por lo que los fragmentos de cueva del Apaxtepetl, por sus dimensiones y distancia entre ellos, indican que pudieron constituir la cueva más grande e importante del CVC en tiempos pretéritos a la explotación de este volcán.

En términos generales los murciélagos cavernícolas han sido discretamente estudiados en el CVC. Con un registro de 25 especies de murciélagos, sin embargo el número potencial de especies basado en mapas de distribución nos indica para el área un número mayor de especies (37). El número de especies encontradas en cuevas y bosque en este trabajo fue de 17 de las cuales seis no contaban con registro en el área y ocho especies de las que ya se tenía registro no se capturaron en los muestreos realizados. Estas diferencias en el número de especies se explica principalmente por el sesgo dado por el estado del conocimiento de la distribución de las especies de murciélagos (Arita, 1991), la rareza de dichas especies en el área, la falta de muestreos sistemáticos en los tipos de vegetación poco muestreados en el CVC y la falta de implementación de técnicas de muestreo como la de registros acústicos y arpas trampa necesarias para un inventario complementario en el CVC de especies que vuelan alto y por lo cual no son comúnmente capturadas con el método de redes (Kalko *et al.* 1996).

La riqueza fue mayor en bosque debido a que los murciélagos que forrajean en el área no necesariamente habitan las cuevas que se encuentran en el CVC.

La riqueza de especies en cuevas parece estar relacionada, de las variables medidas, con el tamaño de la cueva, ya que la cueva del Argúm al ser la de mayor tamaño es la única que alberga a dos especies de murciélagos, el resto que son de menor tamaño, por evidencia de percha o/ y reporte de especie, dan refugio a una sola especie.

La riqueza de especies cavernícolas en bosque se encontró influida por patrones bien determinados como es la confluencia de la región neártica y neotropical y la distribución dentro del área en disposición al factor altitudinal tal como se ha demostrado en trabajos anteriores para otras regiones (Medellín, 1993; Iñiguez, 1993; Utzurrum, 1998). Por lo que la riqueza del CVC alcanza sus puntos máximos dentro de los bosques mesófilos de montaña.

Número de individuos en cuevas

El método para estimar el número de individuos de murciélagos por cobertura de guano nos indica que las poblaciones de murciélagos en las cuevas del CVC son de tamaño bajo a moderado (con base a la clasificación de Arita, 1993); que las especies *Balantiopteryx plicata* y *Artibeus jamaicensis* conforman poblaciones de tamaño moderado; así como *Micronycteris microtis* y *Glossophaga morenoi* tienen un bajo número de individuos (Cuadro 15 y figura 15). Sin embargo se advierte que el estimado está basado para otras especies de murciélagos, esto debido a la carencia de estimaciones para las especies aquí encontradas, y que se utilizaron los referentes a dos especies ampliamente estudiadas, con diferentes rangos en sus estimados. Este índice únicamente se utilizó con el propósito de describir de forma rápida y general cómo es que se encuentran las poblaciones de murciélagos en las cuevas del CVC, para dar un aproximado del número de individuos que las ocupan y así realizar una comparación entre ellas y a partir de ello sugerir las estrategias de muestreo y manejo para la conservación de sus especies.

La presencia de especies en cuevas pudiera estar en función de las condiciones abióticas existentes en su interior; como su dimensión y clima, elementos que han sido reconocidos fundamentales para la selección de refugios por parte de los murciélagos. Los cuales necesitan condiciones concretas en las cuevas en función a sus características metabólicas y reproductivas principalmente (Kunz, 1973; Humprey, 1975, 1978; Ávila-Flores y Medellín, 2004; Ortiz-Ramírez *et al.* 2006). Como es el caso de las especies encontradas *Micronycteris microtis* y *Glossophaga morenoi* que al formar colonias de bajo número de individuos se encuentran en cuevas de menores dimensiones.

Disturbio en cuevas

No se encontró un patrón claro entre el número de individuos estimados y el número de disturbios en cuevas. Sin embargo dos de las cuevas con menor número de disturbio, Cueva piedra ancha y Cueva de los jabalís, son la segunda y la tercera (respectivamente) cueva con mayor número de murciélagos estimados. Para el caso de la cueva con mayor número de murciélagos estimados, Argúm a pesar de ser la tercera en presentar mayor número de disturbios fue la de mayor número de individuos calculados, probablemente por que es la de mayor dimensión de las encontradas. Lo que sugiere que el número de individuos en las cuevas obedecen a factores relacionados al nivel de impacto que ejerce cada tipo de disturbio y como éstos afectan las condiciones internas de las cuevas, como se ha propuesto en estudios anteriores (Martín *et. al.* 2003). Lo cual es evidente al comparar el caso de la cueva Apaxtepetl 1 y Apastepetl 3 que exhiben un número de disturbio alto y la primera es de mayor dimensión que la segunda. Sin embargo para la cueva de Apaxtepetl 1 se calcula un número muy inferior al de la otra cueva, lo cual se podría explicar con la diferencia de impacto que originó la dinamitación en cada caso. Ya que para el primero, la cueva quedo expuesta a mayor luminosidad solar y la segunda permanece guarecida de este factor.

La mayoría de las especies se encontraron en las cuevas de manera segregada, es decir sin compartir la cueva con alguna otra especie, solo dos especies (*Balantiopteryx plicata* y *Artibeus jamaicensis*) se encontraron que ocupan la misma cueva (Argúm) sin embargo no se encontraron perchando al mismo tiempo dentro de la cueva.



Fig. 15.- Murciélagos capturados en las cuevas del CVC; *Balantiopteryx plicata*, *Micronycteris microtis* y *Glossophaga morenoi* (de derecha a izquierda). Fotografías por Cristina Contreras y Cintya Segura

Abundancia y distribución

En base a los resultados en bosque de los murciélagos cavernícolas se encontró patrón de relación entre la amplitud de distribución y la abundancia para nueve especies, tal como se ha planteado en otros trabajos (Briones-Salas *et. al.* 2004). Por ejemplo las especies *Hylonycteris underwoodi* y *Artibeus hirsutus* que presentaron abundancias bajas y su distribución se restringió y para el caso de correlación de abundancia alta y distribución amplia fueron aquellas especies clasificadas como localmente abundantes y extensas (cuadro 15).

El caso contrario, de que no se encontró patrón de relación entre estas dos variables, ocurrió en seis especies (especies clasificadas como localmente raras y extensas y especies localmente abundante y restringida). Como ocurre en la especie *Corynorhinus mexicanus* que fue muy abundante pero solo se presentó solo en un sitio de muestreo. Sin embargo se debe de tener en cuenta que debido al sesgo del muestreo no sistemático en algunos de los puntos de muestreo, en los que no se realizó un inventario completo, no se tiene adecuadamente registrada la riqueza para estos sitios.

Importancia en la conservación de cuevas

La situación de riesgo para las poblaciones de murciélagos en las cuevas del CVC es variada y parece encontrarse a las cuevas más deterioradas aledañas a carreteras y brechas además con turismo local, como es el caso de: las tres cuevas del Apastepetl que se encuentran en constante riesgo, ya que la cueva se sitúa en un lugar donde tradicionalmente se extrae material para construcción. Por la dinamitación para la extracción de material de construcción en éstas es que cuentan con derrumbes en su interior. El caso de la cueva Argúm, sin embargo con situación de impacto antrópico diferente ya que en éste es originado por la extracción de formaciones rocosas de la cueva. Otro patrón encontrado es para las cuevas con menor grado de disturbio (ver Cuadro 13), que tienen en común el estar asociadas a sistemas hídricos: el de la barranca del río la Lumbre y el de la barranca del Cristo que posiblemente por ser su acceso más sinuoso el influjo antrópico es menor.

Importancia en la conservación de especies

En el presente trabajo, de las 15 especies que se capturaron en los sitios de monitoreo con redes, se encontró analogía entre la evaluación del estado de conservación mundial (UICN, 2000) y la evaluación del estado local al encontrar a las especies, *Hylonycteris underwoodi* y *Artibeus hirsutus* que bajo ambas perspectivas son especies con problemas de riesgo y además son especies endémicas; la primera de México y la segunda de Mesoamérica. Además estas dos especies ubicadas en la categoría de mayor riesgo local están dentro de las especies consideradas por Arita y Ortega; 1998 y Arita y Santos-Del-Prado, 1999 con importancia y con problemas de conservación a nivel nacional y a nivel de Mesoamérica. El caso contrario ocurre con la perspectiva de legislación nacional (NOM-059-ECOL-SEMARNAT-2001) en la que no se incluye bajo sus categorías a ninguna de las especies consideradas con riesgo local en el CVC (especies localmente raras y restringidas, y especies localmente raras y abundantes). Tal discrepancia nos sugiere la existencia de un hueco en la protección de especies de murciélagos cavernícolas a nivel nacional lo que confirma la necesidad de evaluación y propuesta de especies que actualmente no se consideran bajo el amparo de la norma nacional, argumento anteriormente ya sugerido y reconocido por los elaboradores de dicha evaluación (Sánchez *et. al.* 2007).

Casi la mitad de las especies de murciélagos evaluados se encontraron dentro de las dos categorías de mayor riesgo local (cuadro 15) por lo que es necesario que se realicen estudios para identificar que factores contribuyen a la baja población de esas especies y de esta manera tomar las medidas de conservación local, además de monitoreos a largo plazo para determinar si las poblaciones de esas especies están declinando localmente.

De las especies con registro en el CVC, el 48% tienen como refugio principal las cuevas, 44% ocupan también otros tipos de refugios además de las cuevas (alternativo) y de las dos especies que se incluyen como cavernícolas se desconoce el tipo de uso que le den a las cuevas. Que por su alta dependencia a las cuevas, las de refugio principal se deben de considerar con mayor peligro que aquellas que sus características les han permitido adecuarse a diferentes tipos de refugios y que por ende disponen de un mayor número de refugios potenciales.

Importancia del CVC en la conservación de murciélagos cavernícolas

El CVC constituye un área que por su naturaleza geológica carece de cuevas grandes que posibiliten el cobijo a grandes poblaciones de murciélagos, las cuales son en las que se centra el programa de conservación de murciélagos vigente en México (PCMM). Solo una cueva (Argúm) se estimó con un número alto de murciélagos. A pesar de ello el número de cuevas encontradas en el área fue mayor a lo esperado, y conforme al estimado del número de individuos de las cuevas encontradas, en total ellas se estima que albergan aproximadamente 25,040 – 78,410 murciélagos y por lo menos a cinco especies, y de las cuales una es especie frágil (*Glossophaga morenoi*). Ante esta condición el complejo podría abordarse como una unidad de importancia en la conservación de murciélagos cavernícolas con características próximas a las de las 12 cuevas más importantes para la conservación de murciélagos en México (Arita, 1993). Ya que el número de individuos y el número de especies frágiles es equiparable al de ellas, sin embargo el número de especies conocidas solo es próximo al mínimo de ellas (ocho especies) pero que con el monitoreo de las cuevas que aún se desconocen sus especies habitantes, esta cifra podría aumentar.

En los bosques mésofilos del CVC fue donde se registró un mayor número de especies cavernícolas, además fue donde se encontraron a las especies que se categorizan con importancia para la conservación local (Cuadro 16). Por lo que en cuanto a tipo de bosque, el mesófilo representaría el más importante para la conservación de especies de murciélagos cavernícolas que forrajean en el CVC.

La conservación efectiva del CVC no solo implicaría la conservación equivalente a la de una cueva importante para la conservación de murciélagos de México, si no además implicaría la protección de área de forrajeo de otras especies más.

Métodos de muestreo y evaluación del estado de conservación

Los estudios en los refugios (cuevas) y lugares de forrajeo (bosques) son complementarios pues en captura por redes se inventariaron 15 especies y en cuevas cinco de las cuales dos especies que no se capturaron en las redes de niebla, lo cual se ha comprobado en varios inventarios. Que con el muestreo de murciélagos en cuevas se logra el registro de especies que no

se capturan con el método de redes de niebla colocadas en fragmentos de bosque (López-González y García-Mendoza, 2006; Wilson *et. al.* 1985).

Las especies que se consideraron dentro de las categorías de riesgo local (localmente rara y restringida y localmente rara y extensa) sus valores de abundancia respecto a su promedio presentaron una desviación promedio baja, lo que nos indica que éste es representativo y por lo que es un dato tanto confiable para utilizarlo en la categorización realizada. El caso contrario lo representan las especies *Eptesicus fuscus*, *Dermanura tolteca* y *Anoura geoffroyi* que se categorizaron como especies localmente abundantes y extensas. Cuyas abundancias presentan una desviación promedio alta, por lo que su abundancia promedio no es representativa para estos casos. Esto puede estar ocasionado por el sesgo dado por el esfuerzo de muestro que fue disímil para lagunas localidades. Además se debe de considerar que las abundancias de especies del género *Myotis* encontradas, que vuelan sobre el dosel, pueden estar subestimadas dado a que su tasa de captura baja puede estar ocasionada por el método de captura utilizado con el cual es difícil capturarlas (redes de niebla).

Otros trabajos proponen evaluaciones del estado de conservación de los murciélagos más complejas, en las que se incluye información adicional como: nivel de dependencia del bosque, estado de conservación del ecosistema, estado de conservación de ecoregiones, grado de amenaza de las ecoregiones y presencia de áreas protegidas, variación poblacional, plasticidad de la especie, etc. (Aguilar y Taddei, 1995; Aguirre, 1999, UICN, 2000, Sánchez *et. al.* 2007). Pero la gran limitante para aplicar esos métodos de evaluación es la falta de esa información. Además la generación de la misma implicaría años de investigación. Por lo que aquí se considera una mejor estrategia invertir esfuerzos en generar información básica que permitan un análisis oportuno del estado de conservación de las especies, pero que no solo se limiten a la generación de inventarios.

Por lo que el presente trabajo propone una evaluación del estado de conservación de las poblaciones de especies partiendo de unidades de área de menor tamaño, con el fin de registrar los patrones de abundancia y distribución local de éstas para reconocer las necesidades y problemáticas de conservación local y dar solución desde esta perspectiva. Lo que significaría contribuir al mantenimiento de los procesos ecológicos, en el que contribuyen las especies que decrecen en el área. Así mismo las acciones de conservación local implementadas desde este

nivel repercutirían en la conservación a nivel nacional e internacional. También desde esta visión se podría evitar la futura amenaza a la extinción de otras especies, al reconocer tempranamente, mediante evaluaciones como ésta, qué especies y/o poblaciones han disminuido su abundancia o su distribución local y facilitar la toma oportuna de acciones de conservación. De ésta forma no sería necesario esperar a las evaluaciones nacionales e internacionales que son más complejas y requieren periodos más largos para su generación y publicación.

Conclusiones

Las cuevas del CVC deben sus dimensiones a dos factores, el origen geológico y a la dinamitación.

La riqueza de especies en cuevas del CVC es mayor en la cueva de mayor dimensión encontrada.

La riqueza de murciélagos en el CVC es mayor en los bosques mesófilos de montaña, esto debido a la confluencia de especies de origen neártico y neotropical y a su ubicación altitudinal que favorece la presencia de un mayor número de especies, respecto a los otros tipos de vegetación muestreados.

El estimado de número de individuos por cobertura de guano sólo ofrecen una punto de vista general de cómo es que se encuentran las poblaciones de murciélagos en las cuevas. Para conocer el número de individuos exactos de las cuevas del CVC es necesario profundizar en su estudio.

El número de individuos en cuevas obedece a diferentes factores como, el grado de disturbio, tamaño de la cueva y tamaños poblacionales propios de las especies ocupantes.

En el CVC se distribuyen potencialmente alrededor del 40% de las especies de murciélagos cavernícolas, sin embargo solo cinco habitan sus cuevas, por lo que la importancia del área para este grupo es principalmente como área de forrajeo.

Las especies *Hylonycteris underwoodi* y *Artibeus hirsutus* necesitan atención y estudio para su conservación local.

La aplicación del método de Arita y Ortega (1998) para evaluar el riesgo de las especies de murciélagos, se encontró de utilidad para el CVC a pesar de que consiste en una unidad geográfica de menor tamaño a las planteadas en los trabajos en que se ha aplicado con

anterioridad. Esto debido a que se cumple en el presente trabajo con características formuladas en las evaluaciones realizadas por Arita y Ortega (1998) y Arita y Santos-Del-Prado (1999):

- La composición de especies de murciélagos de América media.
- La aplicación de la evaluación a un grupo de murciélagos considerado por sus características con tendencia a la extinción

Sin embargo se advierte que es necesario que para la aplicación de éste método se contemple el esfuerzo de muestreo sistemático para una mayor confiabilidad en los resultados.

Recomendaciones

- Realizar monitoreos a largo plazo, de las cuevas encontradas para conocer el resto de las especies de murciélagos que ocupan las cuevas CVC de las cuales aún se desconocen sus especies ocupantes. Así como para generar información sobre el tipo de uso que le dan a las cuevas y qué eventos de su ciclo de vida desempeñan ahí. Además para la realización de conteos por observación directa y/o fotografía para generación de estimados del número de individuos por cobertura de guano propios para cada especie.
- Ampliar los estudios de murciélagos del CVC a sitios donde existen tipos de vegetación en donde han sido poco estudiados, para poder evaluar el estado de conservación de un número mayor de especies.
- Extender la evaluación del estado de conservación local a murciélagos con otros hábitos de percha. Sin embargo se tendrá que plantear un análisis diferente para conocer sus refugios en el área, estimar cuántos individuos perchan en el área y medir los disturbios que afectan sus refugios.
- Constituir políticas de protección local de los murciélagos y sus cuevas en el CVC.
- Establecer estrategias de conservación local para las especies que se presentaron en este trabajo como especies localmente raras y restringidas y localmente raras y extensas así como planes de acción para el estudio y recuperación de sus poblaciones naturales.
- Tomar medidas inmediatas de protección a la cueva del Apasteptl 2, ya que se encuentra en latente riesgo de derrumbamiento y modificación además del uso turístico local que pone en riesgo a la población del murciélago lengüetón (*Glossophaga morenoi*) que es la especie de mayor importancia para conservación, encontrada que habita en las cuevas del CVC. Por que además se sabe muy poco de sus características biológicas.

- Se sugiere evitar la difusión de la ubicación de las cuevas a personas que carezcan de interés científico o de conservación, esto como medida para menguar el impacto antrópico a las cuevas; como la quema, derrumbe y demás disturbios que perjudiquen a las poblaciones residentes de murciélagos del CVC. Así como no alentar el aprovechamiento turístico de las mismas.
- La implementación de talleres educativos en la región es indispensable sustento como parte de las medidas de conservación, así como evitar la continuidad de los derrumbamientos de cuevas, o como localmente se le conoce “aterramientos”. Además de difundir los resultados de este estudio a las comunidades del CVC para que conozcan que la composición de murciélagos de las cuevas del área, en su mayoría son de especies con otros hábitos alimenticios diferentes a las del murciélago “vampiro” (*Desmodus rotundus*). Esto permitiría enfatizar que no representan una amenaza para su salud ni para la de sus animales domésticos, y que la disminución de las poblaciones de los murciélagos se traduce en alteraciones del medioambiente local que a la vez puede tener repercusiones económicas.
- Aparte de los registros biológicos, uno de los aspectos más interesantes que aporta la presente investigación es el reporte de hallazgos de restos arqueológicos de la región como: vasijas, ollas, caracoles, ornamentaciones como collares, etc. Que no han sido reportados a las autoridades locales. Los cuales están expuestos al saqueo, venta ilegal y a la destrucción debido a que el Apastepetl es una fuente de explotación de material para la construcción. Aspecto por el cual este volcán requiere medidas para la preservación de material antropológico.

Literatura citada

- Álvarez, T., S. T. Álvarez-Castañeda y J. C. López-Vidal. 1994. *Claves para murciélagos mexicanos*. Centro de investigaciones del noroeste, S. C. y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N. Distrito Federal. 64 pp.
- Aguiar, L.M.S. y V. A. Taddei, 1995. Workshop sobre a conservação dos morcegos Brasileiros. *Chiroptera Neotropical* 1(2): 24-30.
- Aguirre, L. F. 1999. Estado de conservación de los murciélagos de Bolivia. *Chiroptera Neotropical* 5(1-2): 108-112.
- Arita, H. T. 1991. Spatial segregation in long-nosed bats, *Leptonycteris nivalis* and *Leptonycteris curasoae*, in Mexico. *Journal of Mammalogy* 72: 706-714.
- Arita, H. T. 1993. Conservation biology of the cave bats of Mexico. *Journal of Mammalogy* 74(3): 693-702.
- Arita, H. T. 1994. Escalas y la diversidad de mamíferos de México. Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Ecología Departamento de Ecología funcional y Aplicada Laboratorio de Ecología de Mamíferos. Base de datos SNIB-REMIB-CONABIO. Proyecto P075. México. Distrito Federal.
- Arita, H. T. y J. Ortega. 1998. The Middle American Bat Fauna: Conservation in the Neotropical-Nearctic Border. Pp. 295-308. En: T. H. Kunz y P. Racey (Eds.). *Bat Biology and Conservation*. Smithsonian Institution Press. Washington.
- Arita, H. T. y K. Santos-Del-Prado. 1999. Conservation biology of nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Mammalogy* 80: 31-41.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (Coord.). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Arizmendi, M. del C. y L. Márquez-Valdemar (Eds). 2000. *Áreas de importancia para la conservación de las aves de México*. CIPAMEX. Distrito Federal. 440 pp.
- Ávila-Flores R. Y R. Medellín. 2004. Ecological, taxonomic and physiological correlatos of cave use by mexican bats. *Journal of Mammalogy*. 85(4): 675-687.
- Baker, R. H. y C. J. Philips, 1965. Mammals from el Nevado de Colima, México. *Journal of Mammalogy* 46: 691-693.

- Barbour, R. W. y W. H. Davis. 1969. *Bats of America*. University of Kentucky Press. Lexington. 286 pp.
- Bogan, M. A., P. M. Cryan y E. W. Valdez. 2003. Western crevice and cavity-roosting bats. Pp 69-77. En: O'Shea, T. J. y M. A. Bogan (Eds.). 2003. *Monitoring trends in bat populations of the United States and territories: problems and prospects: U.S. Geological survey, Biological resources discipline information and technology report*. USGD/ITR—2003-003.
- Burton, A. M., S. Navarro y A. Chávez. 2003. Bobcat ranging behavior in relation to small mammal abundant on Colima, Volcano, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. Mex. Ser. Zool.* 74 (1): 67-82.
- Ceballos G., T. H Fleming C. Chávez y J. Nassar. 1997. Population dynamics of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Jalisco, Mexico. *Journal of Mammalogy* 78(4): 1220-1230.
- Ceballos G. y G. Oliva (Coords.). 2005. *Los Mamíferos silvestre de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Enonómica. Distrito Federal. 986 pp.
- Ceballos G., P. Rodríguez y R. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemicy, and endangerment. *Ecological Applications* 8: 8-17.
- Cházaro B. M. y Guerrero-Nuño, J. 1995. Los tipos de vegetación en Jalisco. Pp 30-35. En: Cházaro B. M., E. M. Lomelí, R. Acevedo R. y S. R. Ellerbracke (Eds.). 1995. *Antología Botánica del estado de Jalisco*. Departamento de Geografía, Universidad de Guadalajara. Guadalajara.
- CIPAMEX-CONABIO. 1999. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Escala 1: 250000. Distrito Federal.
- Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. Diario oficial, de Marzo: 1-56.
- CONABIO. 2000. Regiones Terrestres Prioritarias. Escala 1: 1000000. Distrito Federal.

- CONAFOR. 2006. Desarrollo forestal sustentable en México. Avances 2001-2006. Zapopan. 182 pp.
- Constantine, D. G. 1967. Activity patterns of the Mexican free-tailed bat. University of New Mexico Publications in Biology 7:1-79.
- Cox, C. B. 2001. The biogeographic regions reconsidered. *Journal of Biogeography* 28: 511-523.
- Estrada-Villegas, S., J. Pérez-Torres y P. Stevenson. 2007. Dispersión de semillas por murciélagos en un borde de bosque montano. *Ecotrópicos* 20(1): 1-14.
- Espinosa, D., J. J. Morrone, C. Aguilar y J. Llorente. 2000. Regionalización biogeográfica de México: provincias bióticas. Pp 61-94. En: Llorente, J., E. González y N. papayero (Eds.). *Biodiversidad, Taxonomía y biogeografía de artrópodos de México*. Hacia una síntesis de su conocimiento. CONABIO. Distrito Federal.
- Fa J. E. y L. M. Morales. 1993. Patterns of mammalian diversity in Mexico. Pp 319-361. En: Ramamoorthy T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*, Oxford University Press, Nueva York.
- Fenton, M. B. 2001. *Bats, revised edition*. Fitzhenry and Whiteside. Markham, Ontario. 224 pp.
- Fleming, T. H., T. Tibbitts, Y. Petryszyn y V. Dalton. 2003. Current status of pollinating bats in southwestern north America. Pp 63-90 En: O'Shea, T. J. y M. A. Bogan (Eds.). 2003. *Monitoring trends in bat populations of the United States and territories: problems and prospects: U.S. Geological survey, Biological resources discipline information and technology report*. USGD/ITR—2003-003.
- Flores-Villela O. 1993. Herpetofauna of Mexico: Distribution and endemism. Pp 253-280. En: Ramamoorthy T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*, Oxford University Press, Nueva York.
- Gardner, A. L. 1962a. Bats records from the Mexican states of Colima and Nayarit. *Journal of Mammalogy* 43: 102-103.
- Gardner, A. L. 1962b. Correction. Bats records from the Mexican states of Colima and Nayarit. *Journal of Mammalogy* 43: 537.
- Genoways, H. H y J. Jones. 1967. Notes on Distribution and Variation in the Mexican Big-Eared Bat, *Plecotus phyllotis*. *Southwestern Association of Naturalists* 12:477-480.
- Global Biodiversity Information Facility. 2008. Biodiversity occurrence data provided by: LACM Mammal Collection Natural. History Museum of Los Angeles County, KU

- Mammal Collection. DiGIR data provider for the University of Kansas Museum of Natural History and Biodiversity Research Center (KUNHM), UMMZ Mammal Collection. MaNIS data provider for the University of Michigan Museum of Zoology, CNMA/Colección Nacional de Mamíferos. Colecciones Biológicas Nacionales, Instituto de Biología, MSU Vertebrate Collection. Michigan State University Museum DiGIR provider, Louisiana State University Museum of Natural Science. (*Accezado a través de GBIF Data Portal, www.gbif.net, 2009-01-30*).
- Guerrero S. y F. A. Cervantes. 2003. Lista comentada de los mamíferos terrestres del estado de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* 89: 93-11
- Hallan, J. F. 1986. Geology of the northern Colima and Zacoalco grabens, southwest Mexico: Late Cenozoic rifting in the Mexican belt. *Geological Society of American Bulletin* 97: 473-485.
- Humphrey, S. R. 1975. Nursery roost and community diversity of nearctic bats. *Journal of Mammalogy* 57: 470-494.
- Humphrey, S. R. 1978. Status winter habitat, and management of the endangered Indiana bat (*Myotis sodalis*). *Florida Scientists* 41: 65-76.
- Humphrey, S. R. y T. H. Kunz. 1976. Ecology of a Pleistocene relic, the western big-eared bat (*Plecotus townsendii*), in the southern Great Plains. *Journal of Mammalogy* 57: 693-711.
- Hutson, A. M., S. P. Mickleburg y P. A. Racey (Com.). 2001. *Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan*. UICN/SSC Chiroptera Specialist Group. UICN, Gland, Switzerland y Cambridge. 256 pp.
- Iñiguez, I. 1993. Patrones ecológicos en la comunidad de murciélagos de la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Pp. 355-370, En: Medellín, R. y G. Ceballos (Eds.). *Publicaciones especiales, Asociación Mexicana de mastozoología*, Vol. 1. D. F.
- Jones, J. K., H. H. Genoways y L. C. Watkins. 1970. Bats of the genus *Myotis* western Mexico, with a key to species. *Kansas Academy of Science* 73(4): 409-418.
- Jones, C. 1976. Economics and conservation. Pp 133-142. En: Baker, R. J., J. K. Jones Jr, J. Knox y D. C. Carter (Eds.). *Biology of bats of the new world family Phyllostomatidae. Part I. Special publications the museum Texas Tech University*. Texas tech press.

- Kalko, E. K. V, C. O. Handley y D. Handley. 1996. Organization, diversity and long-term dynamics of a Neotropical bat Community. Pp. 503-553, En: Cody, M. y J. Smallwood (Eds.). *Long-term studies in vertebrate communities*. Academic Press, Los Angeles.
- Kennedy, M.L., T.L. Best, y M. J. Harvey. 1984. Bats of Colima México. *Mammalia* 48: 397-408.
- Komorowski J.C., C. Navarro, A. Cortes, R. Saucedo, J. C. Gavilanes, C. Siebe, J. M. Espindola, y S. Rodríguez. *The Colima Volcanic Complex: Quaternary Multiple Debris Avalanche Deposits and Historical Pyroclastic Sequences (1913, 1991, 1994)*. IAVCEI 1997, #3 Excursion Guide. 42 pp.
- Kunz, T. H. 1973. Population studies of the cave bat (*Myotis velifer*) reproduction, growth, and development. *Occasional papers Museum Natural History the University of Kansas* 15: 1-43.
- Kunz, T. H. 1982a. Roosting ecology of bats. Pp 1-55. En: T. H. Kunz (Ed.). *Ecology of bats*. Plenum press. New York.
- Kunz, T. H. 1982b. Little brown bat. Pp. 124-126. En: Davis, D. E. Jr. (Ed.). *Census methods for birds and mammals*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Kunz, T. H. y A. Kurta. 1988. Capture methods and holding devices. Pp. 1-29. En: T.H. Kunz, (Ed.). *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Kunz, T. H., D. W. Thomas, G. R. Richards, C. D. Tidemann, E. D. Pierson y P. A. Racey. 1996. Observational techniques for bats. Pp. 105-114. En: D.E. Wilson, J. Nichols, R. Rudrin, R. Cole, y M. Foster (Eds.). *Measuring and monitoring biological diversity*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Lewis, S. E. 1995. Roost fidelity of bats: a review. *Journal of Mammalogy* 76: 481-496.
- López-González, A. y D. F., García-Mendoza. 2006. Murciélagos de la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México. *Acta Zoológica Mexicana* S. N. 22(2): 109-135.
- Lorenzo, J. 1962. Notas sobre geología glacial del Nevado de Colima. *Boletín de Geología* 61: 77-92.
- Martin, K. W., D. M. Leslie Jr., M. E. Payton, W. L. Puckette y S. L. Hensley. 2003. Internal cave gating for protection of colonies of the endangered gray bat (*Myotis grisescens*). *Acta Chiropterologica* 5(1): 1-8.

- Martin, K. W., D. M. Leslie Jr., M. E. Payton, W. L. Puckette y S. L. Hensley. 2006. Impacts of passage manipulation on cave conservation implications for Cave-Dwelling bats. *Wildlife Society Bulletin* 34(1): 137-143.
- McCracken, G. F. 1989. Cave conservation: special problems of bats. *The National Speleological Society Bulletin* 51: 47-51.
- Medellín. R. A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. Pp. 333-354. En: Medellín, R. y G. Ceballos (Eds.). *Publicaciones especiales, Asociación Mexicana de mastozoología*, Vol. 1. D. F.
- Medellín. R. A., A. T. Arita, O. Sánchez. 1997. *Identificación de los murciélagos de México, clave de campo*. Publicaciones especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Distrito Federal. 83 pp.
- Medellín, R. A., M. Equihua y M. A. Aamín. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforests. *Conservation Biology* 66: 1666-1675.
- Medellín. R. A. 2003. Diversity and conservation of bats in Mexico; research priorities, strategies and actions. *Wildlife Society Bulletin* 31(1): 87-97.
- Mickleburgh, S. P., A. M. Hutson y P. A. Racey. 2002. A review of the global conservation status of bats. *Oryx* 36(1): 18-34.
- Moreno, A. 1996. *Murciélagos de Nuevo León*. Grupo IMSA, Monterrey. 95 pp.
- Morton, P. A. 1998 *Murciélagos Tropicales Americanos representación de un murciélago en una visita maya*. Fondo Mundial para la Naturaleza, World Wildlife Fund. USA. 48 pp.
- Ortiz-Ramírez D., C. Lorenzo, E. Naranjo y L. León-Paniagua . 20006. Selección de refugios por tres especies de murciélagos frugívoros (Chiroptera:Phyllostomidae) en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 261-270.
- O'Shea, T. J. y M. A. Bogan (Eds.). 2003. Introduction. *Monitoring trends in bat populations of the United States and territories: problems and prospects: U.S. Geological survey, Biological resources discipline information and technology report*. USGD/ITR—2003-003.
- Polanco, O. J., Arroyo-Cabrales, J. y Jones, J. K. 1992. Noteworthy records of some bats from Mexico. *The Texas Journal of Science* 44: 331-338.

- Rabinowitz D., S. Cairns y T. Dillon. 1986. Seven Forms of Rarity and their frequency in the flora of the British Isles. Pp. 182-204. En: Soulé, M. E. (Ed.). *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Ramírez-Pulido, J. y C. Mudespacher. 1987. Estado actual y perspectivas del conocimiento de los mamíferos en México. *Ciencias* 38: 49-67.
- Ramírez-Pullido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales, y F. A. Cervantes. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. *Occasional Papers, The Museum, Texas Tech University* 158: 1-62.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. Distrito Federal. 432 pp.
- Sánchez, O., R. Medellín, A. Aldama, B. Goettsch, J. Soberón y M. Tambutti. 2007. *Método de Evaluación de Riesgo de extinción de las especies silvestres en México (MER)*. SEMARNAT, INE, UNAM y CONAB IO. Distrito Federal. 170 pp.
- Sánchez-Hernández, C., M. de Lourdes Romero-Almaraz, G. D. Schnell, M. L. Kennedy, T. L. Best, R. D. Owen, y C. López-González. 2002. Bats of Colima, Mexico: new records, geographic distribution, and reproductive condition. *Occasional Papers, Sam Noble Oklahoma Museum of Natural History* 12: 1-23.
- SEMARNAT-CONANP. 2007. *Programa de conservación y manejo. Parque Nacional Nevado de Colima*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Gobierno de Jalisco. 196 pp.
- Sherwin, R. E., D. Stricklan, y D. S. Rogers. 2000. Roosting affinities of Townsend's big-eared bat (*Corynorhinus townsendii*) in northern Utah. *Journal of Mammalogy* 81: 939-947.
- Tellez-Giron, G., A. Mendoza-Duran y G. Ceballos. 1997. Registros Notables de Mamíferos del Oeste de Mexico. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2: 97-100.
- Toomey, R. S., III y G. Nolan. 2005. Environmental change at Kartchner Caverns: trying to separate natural and anthropogenic changes. Pp 264-270. En: Gottfried, G. J.; B. S. Gebow; L. G. Eskew y C. B. Edminster (Comps.). *Connecting mountain islands and desert seas: biodiversity and management of the Madrean Archipelago II*. Proc. RMRS-P-36. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

- Tuttle, M. D. 1975. Population ecology of the gray bat (*Myotis grisescens*): Factors influencing early growth and development. *University of Kansas Occasional Papers of the Museum of Natural History* 36:1–24.
- Tuttle, M. D. 1976a. Population ecology of the gray bat (*Myotis grisescens*), Phylopatry, timing and patterns of movement, weight loss during migration, and seasonal adaptive strategies. *University of Kansas Occasional Papers Museum of Natural History* 54: 1-38.
- Tuttle, M. D. 1976b. Collecting techniques. Pp 71-88. En: Baker, R. J., J. K. Jones Jr, J. Knox y D. C. Carter (Eds.). *Biology of bats of the new world family Phyllostomatidae*. Part I. Special publications the museum Texas Tech University. Texas.
- Tuttle, M. D. 1979. Status, causes of decline, and management of endangered gray bats. *Journal of Wildlife Management* 43: 1-17.
- Tuttle, M. D., D. A. R. Taylor, R. Medellín y S. Walter. 2000. *Murciélagos y minas*. Bat Conservation International. Texas. 56 pp.
- Tuttle, M. D. 2003. Estimating population sizes of hibernating Bats in caves and mines. Pp 31-39. En: O'Shea, T. J. y M. A. Bogan (Eds.). 2003. *Monitoring trends in bat populations of the United States and territories: problems and prospects: U.S. Geological survey, Biological resources discipline information and technology report*. USGD/ITR—2003-003.
- Tuttle, M. D. y A. Moreno. 2005. *Murciélagos cavernícolas del norte de México. Su importancia y problemas de conservación*. Bat Conservation International. 49 pp.
- Tuttle, M. D. y D. A. R. Taylor. 1998. *Bats and mines*. Revised edition. Resource Publication Number 3, Bat Conservation International. USA. 50 pp.
- UICN. 2001. *Categorías y criterios de la lista roja de la UICN: versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Suiza y Cambridge. ii + 33 pp.
- Utzurum, R. C. 1997. Geographic patterns, ecological gradients, and the maintenance of tropical fruit bat diversity. Pp. 342-353. En : Kunz, T. H. Y P. A. Racey. *Bat biology and conservation*. Smithsonian institution press. Washington.
- Valiente-Banuet, A. 2002. Vulnerabilidad de los sistemas de polinización de cactáceas columnares de México. *Revista chilena de historia natural* 75: 99-104.
- Villa, R, F. 1953. Distribución en México de los murciélagos vampiros Familia Desmodontidae. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*. 35: 426-432.

- Villa R, F. y A. Cervantes. 2003. *Los mamíferos de México*. Grupo editorial Iberoamérica. México. 140 pp.
- Walsh, A. L., C. M. Catto, T. M. Hutson, S. Langton y P. A. Racey. 2003. The United Kingdom National Bat Monitoring Programme: Turning Conservation Goals Into Tangible Results. Pp 103-118. En: O'Shea, T. J. y M. A. Bogan (Eds.). *Monitoring trends in bat populations of the United States and territories: Problems and prospects*. USGS/BRD/ITR.
- Watson, J., E. Hamilton-Smith, D. Gillieson y K. Kiernan (Eds.). 1997. *Guidelines for cave and karst protection*. UICN, Gland and Cambridge.
- Wilson, D. E., R. A. Medellín, D. V. Lanning y H. T. Atita. 1985. Los murciélagos del Noreste de México, con una lista de especies. *Acta Zoológica Mexicana* SN (8): 1-26.

Anexo I

Cuevas del CVC habitadas por murciélagos



Cueva piedra ancha



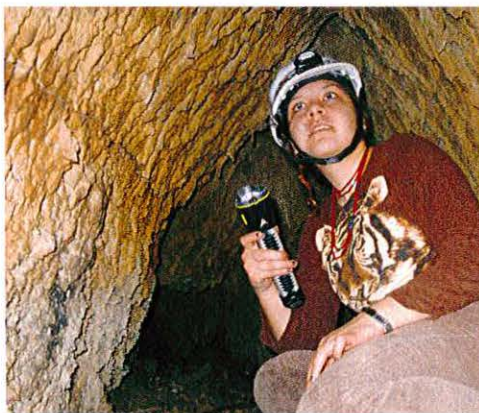
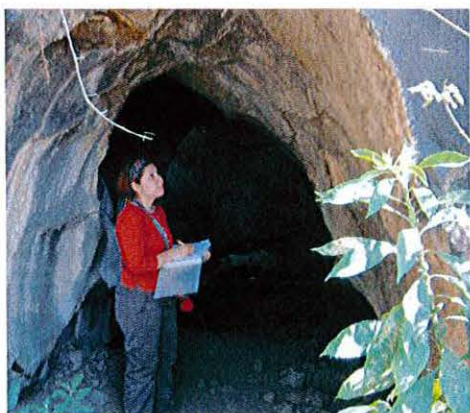
Cueva de los jabalís



Túnel río la Lumbre



Cueva de la barranca del Cristo



Cuevas del Apastepetl

Anexo II

Listado de Murciélagos Cavernícolas del Complejo Volcánico de Colima, Jalisco-Colima

Familia	Subfamilia	Tribu	Especies cavernícolas del CVC	Autor	Uso de cueva	Incidencia	Estatus IUCN	NOM-059-SEMARNAT-2001	Distribución
Emballonuridae	Emballonurinae		<i>Balantiopteryx plicata</i>	Peters, 1867	Prin.	S	LR:lc		SA
Mormoopidae			<i>Pteronotus davyi</i>	Gray, 1838	Prin.	I	LR:lc		SA
			<i>Pteronotus parnelli</i>	Gray, 1843	Prin.	I	LR:lc		SA
Phyllostomidae	Macrotinae		<i>Macrotus waterhousii</i>	Gray, 1843	Prin.	Ind.	LR:lc		MA
	Micronycterinae		<i>Micronycteris microtis</i>	Miller, 1898	Alt.	Ind.	LR:lc		SA
	Desmodontinae		<i>Desmodus rotundus</i>	Geoffroy, 1810	Prin.	Ind.	LR:lc		SA
	Phyllostominae	Glossophagini	<i>Anoura geofroyi</i>	Gray, 1838	Prin.	S	LR:lc		SA
			<i>Glossophaga commissarisi</i>	Gardner, 1962	Alt.	Ind.	LR:lc		SA
			<i>Glossophaga leachi</i>	Gray, 1844	Alt.	Ind.	LR:lc		MA
			<i>Glossophaga morenoi</i>	Martínez y Villa, 1938	Alt.	Ind.	LR:nt		MX
			<i>Glossophaga soricina</i> ^a	Pallas, 1766	Alt.	I	LR:lc		SA
			<i>Hylonycteris underwoodi</i>	Thomas, 1903	Alt.	Ind.	LR:nt		MA
			<i>Leptonycteris nivalis</i>	Saussure, 1860	Prin.	I	EN:A1c	A	NA
		Stenodermatini	<i>Artibeus hirsutus</i>	Andersen, 1906	Prin.	Ind.	VU:A2c		MX
			<i>Artibeus intermedius</i>	Allen, 1897	Alt.	I	LR:lc		SA
			<i>Artibeus jamaicensis</i>	Leach, 1821	Alt.	Ind.	LR:lc		SA
			<i>Chiroderma salvini</i>	Dobson, 1878	-	-	LR:lc		SA
			<i>Dermanura azteca</i>	Andersen, 1906	Prin.	S	LR:lc		MA
			<i>Dermanura tolteca</i>	Saussure, 1860	-	-	LR:lc		MA
Vespertilionidae	Vespertilioninae		<i>Corynorhinus mexicanus</i>	Allen, 1916	Prin.	S	LR:lc		MX
			<i>Eptesicus fuscus</i>	Beavois, 1796	Alt.	I	LR:lc		AM
			<i>Idionycteris phyllotis</i>	Allen, 1916	Prin.	S	LR:lc		NA
			<i>Myotis californicus</i>	Audubon y Bachman, 1842	Alt.	Ind.	LR:lc		AM
			<i>Myotis thysanoides</i>	Miller, 1897	Alt.	S	LR:lc		NA
			<i>Myotis velifer</i>	Allen, 1890	Prin.	Ind.	LR:lc		AM

^a Tipo de uso de las cuevas de la especie (Arita, 1993): Prin.= principal (cuando las cuevas son el principal refugio de la especie) y Alt. = alternativo (cuando la especie ocupa regularmente otros tipos de refugios).

^b Tipo de incidencia en la cueva de la especie (Arita, 1993): I = integracionista (especies que tienden a ocupar cuevas con alta riqueza de especies), S = segregacionista (especies que tienden a ser encontrados en cuevas con pocas especies), Ind. = indiferente (especies sin aparente preferencia por cuevas ricas o pobres).

^c Categorías de protección de acuerdo con la UICN. 2001. *Categorías y criterios de la lista roja de la UICN: versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Suiza y Cambridge. ii + 33 pp.

UICN 2001: LR:Ic =Bajo riesgo: preocupación menor; LR:nt = Riesgo bajo: casi amenazada ; Vu: A2c= Vulnerable: Apéndice 2; Vu: A1c = Vulnerable: Apéndice 1; EN: A1c= En peligro de extinción.

^d Categoría de protección de la especie conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2001: P = En peligro de extinción; A = Amenazada.

^e Distribución de la especie: SA = Compartida con Sudamérica; MX = Endémica de México; AM = Compartida con Norte y Suramérica; MA = Endémica de Mesoamérica; NA = Compartida con Norteamérica.

Anexo III

Especies de murciélagos cavernícolas bajo categorías de riesgo local del CVC

Especies localmente raras y restringidas del CVC



Hylonycteris underwoodii



Aribeus hirsutus

Especies localmente raras y extensas



Micronycteris microtis



Chiroderma salvini



Artibeus jamaicensis



Myotis velifer



Myotis californicus

Localmente abundante y restringida



Corynorhinus mexicanus

Localmente abundante y extensa



Desmodus rotundus



Anoura geoffroyi



Artibeus intermedius



Dermanura azteca



Dermanura tolteca



Eptesicus fuscus



Idionycteris phyllotis

BIBLIOTECA CUCBA