

**Universidad Autónoma de Nuevo León**

**Facultad de Ciencias Biológicas**

**División de Estudios de Postgrado**



**LAS MINAS ABANDONADAS COMO HÁBITAT DE MURCIÉLAGOS  
(CHIROPTERA) EN LA REGIÓN DE GUANACEVÍ, DURANGO**

**TESIS**

**QUE PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE VIDA SILVESTRE**

**ING. HUMBERTO NAME ZAPATA.**

**SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, NUEVO LEÓN, MÉXICO, MARZO DEL 2004.**

2004

2004



2004

IA  
Z5320  
FCB  
2004  
.N3



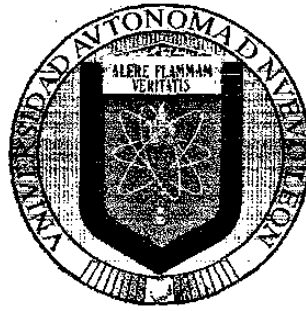
1020112273

m

**Universidad Autónoma de Nuevo León**

**Facultad de Ciencias Biológicas**

**División de Estudios de Postgrado**



**LAS MINAS ABANDONADAS COMO HÁBITAT DE MURCIÉLAGOS  
(CHIROPTERA) EN LA REGIÓN DE GUANACEVÍ, DURANGO.**

**TESIS**

**QUE PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE VIDA SILVESTRE**

**ING. HUMBERTO NAME ZAPATA.**

**SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, NUEVO LEÓN, MÉXICO, MARZO DEL 2004.**

978473

TM

Z5320

FEB

2004

.N3

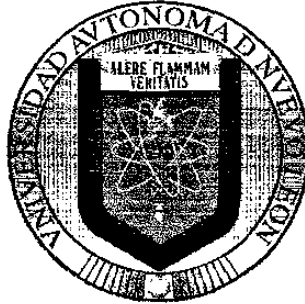


FONDO  
YESIS

# Universidad Autónoma de Nuevo León

## Facultad de Ciencias Biológicas

### División de Estudios de Postgrado



#### LAS MINAS ABANDONADAS COMO HABITAT DE MURCIÉLAGOS (CHIROPTERA) EN LA REGION DE GUANACEVÍ, DURANGO.

TESIS QUE PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO  
EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE VIDA SILVESTRE

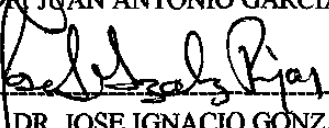
ING. HUMBERTO NAME ZAPATA.

#### COMISIÓN DE TESIS:

DIRECTOR

  
DR. JUAN ANTONIO GARCÍA SALAS

SECRETARIO

  
DR. JOSE IGNACIO GONZÁLEZ ROJAS

VOCAL

  
M. C. ANTONIO GUZMÁN VELAZCO

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, NUEVO LEÓN, MÉXICO MARZO DEL 2004.

## **DEDICATORIA**

**Dedico este modesto esfuerzo .....**

**A mis padres Hilda y Humberto:**

Por apoyarme en las diferentes etapas de mi vida y en mi formación profesional.

**A mis queridos hermanos:**

Elizabeth, Eunice, Eliézer, Efraín y Omar.

**A mis hijos David, Karime, Helué:**

A quienes siempre tengo presentes y han enriquecido mi existencia.

**A mi esposa Juanita:**

Por su comprensión y apoyo en el transcurso de estos años de estar juntos.



## **AGRADECIMIENTOS**

A la **Universidad Autónoma de Nuevo León**, la División de estudios de postgrado y la Facultad de Ciencias Biológicas, que me dieron la oportunidad de seguir superándome profesionalmente. Expreso mi gratitud a todos los profesores, investigadores, y personal administrativo que contribuyeron a mi formación y me apoyaron en el transcurso de la maestría, especialmente el **MC. A. Jiménez Guzmán** y el **Dr. A. J. Contreras Balderas**.

De manera muy especial a la **Dirección General de Escuelas Tecnológicas Agropecuarias (DGETA)** la cual me ha brindado numerosas oportunidades de superación personal a lo largo de 20 años de servicio y que en su momento me dio la oportunidad de estudiar el postgrado y la autorización para gozar de la prestación de año sabático con la que he podido desarrollar parte de este trabajo.

**Al Instituto Tecnológico Forestal No.1** el cual me brindo en su momento el soporte y apoyo oficial necesario para realizar los estudios de maestría.

**Al Centro de Bachillerato Tecnológico Forestal No. 4** y a mis compañeros de trabajo por su apoyo en la propuesta para realizar el año sabático.

**Al CIIDIR-IPN Unidad Durango** por la oportunidad de desarrollar mi estancia de año sabático en sus instalaciones.

A la Doctora **Celia López González** por permitirme participar en su proyecto y por su valiosa asesoría.

**Al CONACYT** por el financiamiento otorgado a la Dra. Celia López en el proyecto I-35560-N el cual hizo posible el desarrollo del trabajo de campo.

A la **Comunidad y Autoridades** del municipio de Guanaceví Durango, por las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

Al Dr. **J. A. García Salas** Director del presente trabajo por sus valiosos consejos y el gran apoyo brindado para la conclusión del trabajo.

A la Biól. **Laura Torres Morales** por su valiosa aportación con el trabajo del inventario de los murciélagos de Guanaceví y su apoyo en el trabajo de campo.

Al MC. **M. Márquez Linares** por su apoyo en la descripción de la vegetación del área de estudio.

Al Dr. **Jesús Navar Chaidez** por su amistad, generosa paciencia y profesionalismo que fueron un apoyo determinante en el desarrollo de la parte estadística del trabajo.

Al Dr. **Ignacio González Rojas** secretario de la comisión de tesis por sus comentarios y valiosas aportaciones en la revisión del documento.

Al MC. **Antonio Guzmán Velazco** vocal de la comisión de tesis por sus comentarios y participación.

Al Dr. **Jorge Servín** Jefe del Departamento de Desarrollo Sustentable de la Universidad Juárez del estado de Durango por sus aportaciones en la revisión del presente documento, sus valiosos consejos y su especial amistad.

Al Lic. **David Omar Name Zapata** por su apoyo en el diseño de los mapas y figuras del trabajo.

Al Ing. **Gerardo García Carrillo** por su valiosa asesoría en el manejo computacional.

Al Dr. **S. T. Álvarez Castañeda** por su valiosa información.

Al MC. **Toni Piaggio** de la Universidad de Colorado, EUA. por su oportuna y valiosa información.

A **Faith Watkins** de la BCI por su apoyo bibliográfico.

Al Ing. **Juan Alarcón Jaimes** del Fideicomiso de Fomento Minero por sus finas atenciones y observaciones técnicas respecto a la actividad minera.

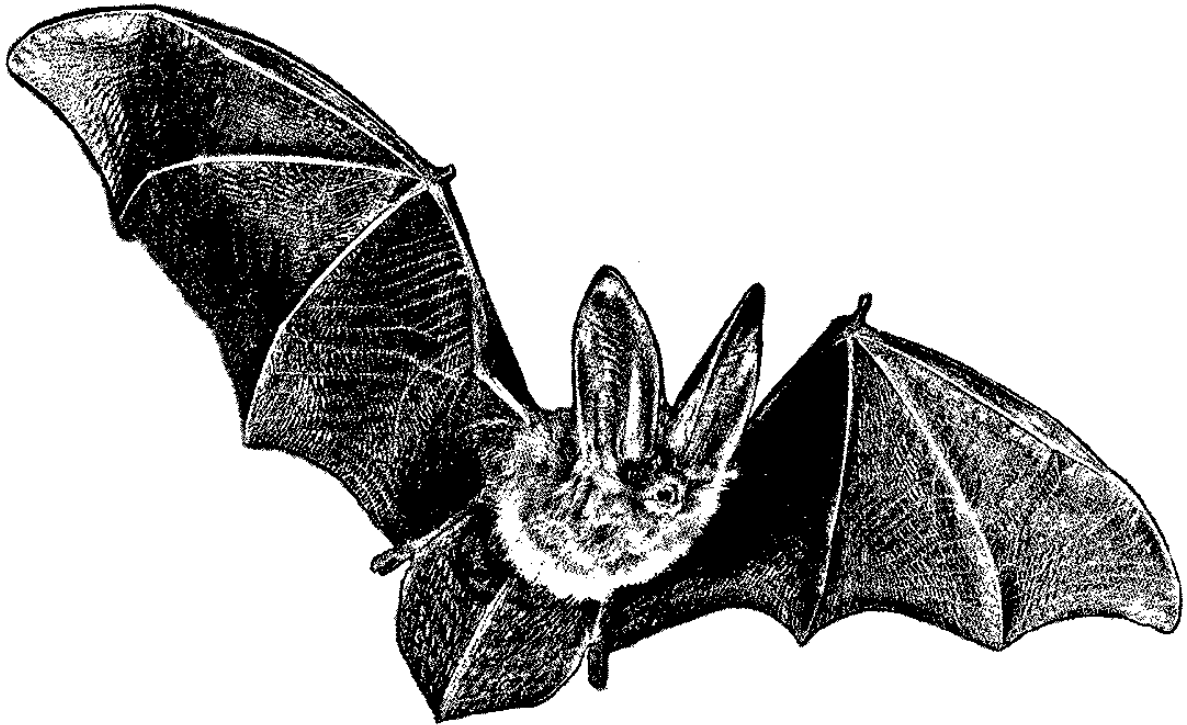
A la Geóloga **Brenda Ruth Trujillo González** del Consejo de Recursos Minerales por su ayuda en la caracterización geológica de las minas estudiadas.

Al Ing. **Manuel Contreras y Cortés** Subdirector de Minería de la Secretaria de Economía en el estado de Durango, por su amable atención y permitirme revisar los expedientes de las minas de estudio.

A **Javier Salazar** por su gran ayuda en el reconocimiento de las minas de la región.

A **Félix Hernández** por su apoyo en el trabajo de campo.

A la señora **Magdalena Macho** de Guanaceví y familia por su generosa hospitalidad.



*“La selección del hábitat es uno de los factores determinantes para la existencia de las especies, el conocer los factores que influyen al respecto, permite establecer las estrategias de manejo y conservación de las mismas”*

***M. Brock Fenton.***

## RESUMEN

Se estudiaron 25 minas abandonadas en el Municipio de Guanaceví, Durango, de enero del 2001 a enero del 2002 con el propósito de determinar su importancia como hábitat o refugio para los murciélagos (Chiroptera). Se realizaron cuatro revisiones coincidentes con las estaciones del año para buscar murciélagos en cada una de las minas, se midieron 14 variables que describen sus características, condiciones ambientales, presencia de actividades humanas y tiempo de abandono. En una submuestra de diez minas se colocaron redes por la noche para determinar su ocupación por murciélagos. Se registraron 230 individuos en el transcurso del año, de los cuales se observaron 130 y se colectaron 100 ejemplares de ocho especies de la familia Vespertilionidae: *Corynorhinus mexicanus*, *C. Townsendii*, *Myotis ciliolabrum*, *M. velifer*, *M. californicus*, *M. volans*, *M. auriculus* y *Eptesicus fuscus*. Para determinar si las especies que ocupan las minas son una muestra al azar de las especies que ocupan la región (H 1) se utilizó una prueba de hipótesis tipo Montecarlo (Manlig, 1997) que se aplicó a la media de la distribución de los datos obtenidos de las especies con 10,000 repeticiones y un nivel de confianza  $\alpha=0.05$ , obteniéndose resultados de  $P=0.0024$  lo cual indica que es altamente improbable que las especies registradas en las minas sean una muestra al azar y prefieren las minas como refugios; Para determinar si la diversidad de las especies es similar entre las minas (H 2) se aplicó el índice de Shannon-Weiner (Lambshead et al., 1983) encontrándose que la diversidad de quirópteros es diferente entre las minas ( $\chi^2=3.00$ ;  $gl=8$ ;  $p<0.05$ ), la mina que mostró una mayor diversidad fue la 20 ( $H'=2.322$ ) aún cuando el 40% de ellas no mostró presencia de quirópteros, las especies más comunes fueron *Corynorhinus mexicanus*, *C. townsendii* y *M. ciliolabrum*; Para determinar la diversidad estacional en las minas (H 3) se aplicó el índice de Shannon-Winner (Lambshead et al., 1983) a la tabla de los períodos estacionales, se observa que la diversidad de las especies de quirópteros en las minas no es constante ( $\chi^2=4.13$ ;  $gl=3$ ;  $P=<0.05$ ) el período estacional que presentó una mayor diversidad fue el Otoño con 8 especies y 22 individuos capturados ( $H'=2.331$ ); En el análisis de las características y variables ambientales (H 4) se aplicó un análisis de correspondencia canónica (DCCA) (Ter Braak, 1995) con 200 reiteraciones ( $F=1.569$ ;  $P=0.1095$ ) el cual muestra una correlación no significativa, los resultados indican que el tiempo de abandono, la presencia-ausencia de corrientes de aire y el número de túneles a las minas, son características que influyen en determinar la composición de la comunidad de murciélagos que las habita a lo largo del año. En conclusión podemos mencionar que algunas minas se constituyen como un refugio o hábitat indispensable para *Corynorhinus mexicanus*, *C. townsendii* y *M. ciliolabrum* que son las especies permanentes y que se registraron en las minas durante los cuatro períodos estacionales. Durante los meses de primavera, verano y otoño las especies estacionales utilizan las minas como refugios temporales durante las noches y como sitios de descanso durante el día. En los meses fríos (Diciembre a Febrero) las minas son utilizadas como lugar de hibernación por las especies de *Corynorhinus* y *M. ciliolabrum*, en esta temporada la temperatura desciende significativamente en algunas minas y los murciélagos ocupan aquellas con temperaturas menores a los 10° C. De las especies registradas el *C. townsendii* se encuentra señalada en el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza como especie vulnerable (Tuttle et al., 2000).

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- ANTECEDENTES	4
3.- OBJETIVOS	11
4.- HIPOTESIS	12
5.- ÁREA DE ESTUDIO	13
5.1.- Ubicación	13
5.2.- Clima	13
5.3.- Hidrología	16
5.4.- Fisiografía	16
5.5.- Geología y suelos	16
5.6.- Vegetación	17
5.7.- Minería	18
6.- METODOLOGÍA	20
6.1.- Caracterización de las minas	20
6.1.1.- Características generales	20
6.1.2.- Características microclimáticas	21
6.2.- Determinación de presencia de quirópteros	22
6.2.1.- Observaciones visuales	22
6.2.2.- Captura e identificación de las especies	22
6.3.- Análisis estadístico	22

6.3.1.- Las minas como refugio	22
6.3.2.- Diversidad de quirópteros en las minas	23
6.3.3.- Diversidad estacional de quirópteros en las minas	24
6.3.4.- Las características de las minas en la diversidad de los quirópteros.	24
7.- RESULTADOS	26
8.- DISCUSIÓN	33
9.- CONCLUSIONES	39
10.- RECOMENDACIONES	41
11.- LITERATURA CITADA	42
12.- ANEXOS	50

## **INDICE DE TABLAS Y FIGURAS**

	Página
TABLA 1. Especies y número de individuos capturados en las minas.	26
TABLA 2. Número de individuos y especies de quirópteros capturados por temporada en 15 de las 25 minas monitoreadas en el municipio de Guanaceví.	27
TABLA 3. Ocurrencia estacional de las especies de quirópteros en las minas estudiadas de la región de Guanaceví.	29
TABLA 4. Resultados estadísticos por eje del análisis de correspondencia canónica (DCCA) entre especies y variables ambientales en las minas de estudio.	31
FIGURA 1. Mapa de localización del municipio de Guanaceví, Dgo.	14
FIGURA 2. Área de estudio.	15
FIGURA 3. Diversidad de las especies de quirópteros de acuerdo al índice de Shannon-Weiner en las minas de estudio.	28
FIGURA 4. Diversidad estacional de las especies de quirópteros en las minas de estudio.	30
FIGURA 5. Análisis de correspondencia canónica (DCCA) para las especies, minas y sus características físicas, ambientales, actividades humanas y tiempo de abandono en las minas de estudio.	32



## **1. INTRODUCCIÓN**

Los murciélagos (Orden Chiroptera) constituyen uno de los grupos más diversos de mamíferos a nivel mundial, siendo el segundo orden más numeroso después de los roedores (Rodentia) y los únicos mamíferos capaces de volar (Vaughan, 1988). Habitan en todos los continentes, con excepción de la Antártica, y se les encuentra en casi todos los ambientes terrestres, desde las selvas tropicales hasta el Círculo Polar Ártico, incluyendo islas oceánicas, y desde el nivel del mar hasta altitudes de más de 3500 m. Se han descrito más de 927 especies en el mundo y se reconocen dos subórdenes: Megachiroptera, que incluye los murciélagos frugívoros del Viejo Mundo y Microchiroptera, cuya distribución es cosmopolita e incluye animales frugívoros, nectarívoros, carnívoros e insectívoros. Hay dos diferencias de particular importancia entre ambos subórdenes, los megaquirópteros no hibernan, sino que mantienen su temperatura corporal dentro de límites bastante estrechos y la mayoría utilizan la vista como principal mecanismo de orientación. En cambio muchos de los microquirópteros son capaces de hibernar o estivar y recurren a la ecolocalización, mecanismo que a través de pulsos ultrasónicos emitidos por la laringe les permite percibir el entorno en la oscuridad y en pleno vuelo (Vaughan, 1988).

Para México se han registrado 137 especies de quirópteros, que representan casi una cuarta parte de los mamíferos del país (Ceballos et al., 2002). La gran diversidad de especies de este orden se refleja también en la variedad de funciones ecológicas que desempeñan en los diferentes ecosistemas del país; existiendo murciélagos que se alimentan de insectos, fruta y polen, así como carnívoros y hematófagos (Villa-Ramírez, 1966).

Los murciélagos desempeñan un papel importante dentro de los ecosistemas de

México, por ejemplo como reguladores de plagas agrícolas como las del maíz y del jitomate: una colonia de murciélagos de cola libre (*Molossidae*) es capaz de consumir hasta 200 toneladas de insectos en una sola noche. Otros juegan un papel polinizador de gran importancia para plantas como el plátano la papaya, varias especies de cactus y el agave del que se extrae el tequila. También dispersan las semillas de las frutas que se comen, permitiendo la regeneración de bosques, por lo que su presencia es determinante en los ecosistemas tropicales (Medellín et al., 1997).

Para el estado de Durango se han documentado 51 especies de quirópteros (López – González, 2003) tan alta diversidad se explica en parte por la extensión del estado (el cuarto más grande del país), pero también por las condiciones fisiográficas del mismo: la mitad de su área se halla sobre la Sierra Madre Occidental, mientras que la otra se incluye dentro de la altiplanicie Mexicana. Desde el punto de vista biogeográfico, en la Sierra Madre Occidental de Durango convergen las zonas Neotropical y Neártica, lo que produce asociaciones faunísticas que incluyen componentes de ambas regiones, además de elementos propios (Ortega y Arita, 1998; Servín et al. 1996). Estas características crean las condiciones para el desarrollo de muy diversos tipos de vegetación, que van desde el matorral xerófilo hasta los bosques tropicales (González Elizondo, 1983); todos ellos usados por un diverso número de especies de murciélagos.

Una gran variedad de sitios son utilizados por los murciélagos como refugios diurnos; estos pueden ser ramas altas de los árboles, troncos huecos y el envés de las hojas amplias, así como toda suerte de agujeros naturales como pozos, cuevas y grietas. Las cuevas, por ser generalmente los refugios más amplios y de características microclimáticas más constantes, albergan una mayor variedad de especies de murciélagos (Medellín y

López-Forment, 1985). Existen además otras estructuras artificiales, como edificios, casas viejas, sótanos y minas inactivas o abandonadas que pudieran resultar adecuadas como refugios para los murciélagos. La alteración y desaparición de su hábitat, la destrucción directa, el uso de plaguicidas y el vandalismo en sus refugios, ha hecho que en muchos lugares disminuyan dramáticamente las poblaciones de murciélagos, lo cual pone en peligro su permanencia. Por esto es imperativo el desarrollo de investigaciones ecológicas que contribuyan a su conservación (Medellín et al., 1997). Una de las primeras actividades económicas del estado de Durango fue la minería, por lo que existe una gran cantidad de minas abandonadas, las cuales no se sabe si representan un refugio para los murciélagos ya que no existen estudios al respecto en el estado y en general para México. Es por ello que el propósito de este estudio es evaluar una muestra de minas abandonadas del Municipio de Guanaceví, Durango, para determinar su importancia como refugios para las especies del orden Chiroptera; dicha región es una de las más importantes regiones mineras del estado, por lo que presenta un gran número de minas abandonadas, con una diversidad de características que pudieran proveer información para detectar preferencias ecológicas de las especies.

## **2. ANTECEDENTES**

En algunos países se ha encontrado que las minas subterráneas inactivas representan un hábitat esencial para muchas especies de murciélagos. Para algunas especies amenazadas los túneles abandonados de viejas minas constituyen los refugios más importantes para las pocas colonias que sobreviven. En 1993, el Fondo Internacional para la Conservación de los Murciélagos (BCI) y el Departamento de Manejo de Tierras de los EUA, fundó el proyecto denominado Murciélagos y Minas (Bats and Mines), el cual es desarrollado en coordinación con el gobierno federal, estatal y agencias privadas de la industria minera norteamericana. En algunos estados de la Unión Americana, como Colorado, Arizona, Nevada, Montana, California, Wisconsin y otros más, se están identificando y protegiendo las minas abandonadas que son refugios para las diferentes especies de murciélagos. Estas representan en algunos casos refugios transitorios para especies en migración, otras son los lugares de hibernación o refugios permanentes durante todo el año (Belwood y Waugh, 1991).

En el estado de Wisconsin, mas del 95 % de los murciélagos que hibernan usan minas abandonadas, algunas de estas poblaciones incluyen cerca del millón de individuos y están entre las concentraciones más grandes que se conocen en el mundo. Treinta de las 17 especies registradas para el estado de Colorado usan las minas en algún grado (Belwood y Waugh, 1991).

Pierson y Brown (1992) destacan que las minas abandonadas son importantes para las especies de murciélagos en Norteamérica, ya que 29 de las 43 especies que se registran para los EUA y Canadá dependen en mayor o menor grado de las minas, las cuales proveen condiciones adecuadas para el descanso y la hibernación. Algunas de las minas que se

encuentran en el Parque Nacional Forestal de Sequoia son el hábitat esencial para *Corynorhinus townsendii*, el cual figura entre las especies amenazadas.

En la región minera de los Grandes Lagos, EUA, se han detectado 20 sitios clave como áreas de hibernación en las minas de cobre abandonadas, las cuales proveen las condiciones adecuadas para que varias especies de murciélagos que llegan de varios estados de la Unión Americana y provincias de Canadá pasen el invierno, dando como resultado una de las áreas de hibernación más importantes que se conocen.

De las especies amenazadas en los EUA, ninguna es tan dependiente de las minas abandonadas como la especie *Macrotus californicus* de la parte desértica del suroeste, de la cual se conocen menos de 20 sitios, todos ellos minas abandonadas, que usan como refugios de invierno (Brown et al., 1993).

En varios países europeos existen programas destinados a la protección de las especies que utilizan las minas como habitáculo, especies que en su mayoría son insectívoras y que representan importantes controladores biológicos de plagas agrícolas. En España el personal de la Estación Biológica de Doñana desarrolla un inventario de los refugios de murciélagos cavernícolas en la región de Andalucía, el cual incluye de manera importante la evaluación de las minas de la región con fines de protección y conservación (Ibáñez et al., 1995).

Navo et al. (1995) mencionan que en el estado de Colorado, USA, durante cuatro años de estudio se registraron ocho especies de murciélagos habitando en las minas, cuatro especies comprendieron el 85 % del total capturados en las minas: *Corynorhinus townsendii*, *Myotis volans*, *M. evotis* y *M. ciliolabrum*. Estos autores concluyeron que es necesario proteger las minas como sitios vitales para la conservación de los murciélagos en

Norteamérica y Europa.

Brown et al. (1995) mencionan a las minas abandonadas como hábitat de diferentes especies silvestres en el sur de California y el sureste de Arizona, EUA. Estos investigadores reportan las siguientes especies de murciélagos: *Myotis thysanodes*, *M. evotis*, *M. californicus*, *M. yumanensis*, *M. velifer*, *M. volans*, *Pipistrellus hesperus*, *Eptesicus fuscus*, *Antrozous pallidus*, *Leptonycteris curasoae* y *Tadarida brasiliensis*. Además señalan a *Corynorhinus townsendii* y *Macrotus californicus* como especies que viven exclusivamente en las minas, ambas se consideran amenazadas.

En el estado de Illinois, EUA, la mina Black ball ha sido designada como área protegida, estimándose que 23,000 murciélagos hibernan ahí, incluyendo la especie amenazada *Myotis sodalis* (Taylor, 1996).

Altenbach (1998) comenta que las minas abandonadas han sido reconocidas como hábitat para un gran número de especies de murciélagos por parte de organizaciones como el "Nevada Abandoned Mine Lands Bureau" las cuales han dado facilidades para clausurar algunas minas que son usadas por estos como refugios. Menciona que las minas abandonadas proveen un refugio a los murciélagos ante la pérdida del hábitat natural. Veintiocho de las 45 especies que se encuentran en EUA tienen su lugar de descanso en minas subterráneas, y todas las colonias de maternidad conocidas de la especie amenazada *Leptonycteris curasoae* en EUA, se encuentran en minas abandonadas. De igual manera la mayoría de colonias de maternidad y de descanso de *Corynorhinus townsendii* en Nuevo Mexico, ocupan minas abandonadas.

Harvey et al. (1999) en su trabajo de Murciélagos de los Estados Unidos mencionan la ocurrencia de 45 especies en este país, de las cuales 23 incluyen a las minas como sitios

de descanso, lugares de hibernación o algún otro uso. Este número de especies representa el 51% del total registrado para EUA, entre ellas se encuentran *Mormoops megalophylla*, *Macrotus californicus*, *Choeronycteris mexicana*, *Leptonycteris curasoae*, *L. nivalis*, *Antrozous pallidus*, *Eptesicus fuscus*, *Idionycteris phyllotis*, *Myotis auriculus*, *M. californicus*, *M. ciliolabrum*, *M. evotis*, *M. leibii*, *M. lucifugus*, *M. septentrionalis*, *M. thysanodes*, *M. velifer*, *M. volans*, *M. yumanensis*, *Pipistrellus hesperus*, *P. subflavus*, *Corynorhinus rafinesquii* y *C. townsendii*.

Sherwin et al. (2000) identificaron preferencias de hábitat para el descanso diurno de *Corynorhinus townsendii* en el Noreste de Utah, EUA. De 820 sitios muestreados, (676 minas, 39 cavernas y 105 puentes), 196 (23.9 %) fueron ocupados por *C. townsendii*. Las minas abandonadas fueron usadas como sitio de descanso en el 21% de los casos.

Tuttle et al. (2000) comentan que muchas poblaciones de murciélagos en Latinoamérica se refugian en las minas; existen por lo menos 125 especies (42 % del total) que potencialmente podrían utilizar o utilizan las minas como refugio. De las 139 especies incluidas en alguna categoría de riesgo por la UICN en su Libro Rojo, 55 especies (40%) viven en cuevas o minas abandonadas.

Para México, poco se ha estudiado con respecto al uso de tiros y túneles de minas por quirópteros. No se cuenta con inventarios de refugios de este tipo y tampoco se han documentado de manera sistemática las características que estos organismos prefieren o su importancia como refugio alternativo ante la desaparición de hábitats naturales.

Villa-Ramírez (1966), menciona haber encontrado murciélagos de los géneros *Carollia*, *Leptonycteris* y *Desmodus* principalmente en minas abandonadas de diferentes lugares de México.

Horst (1972) realizó la descripción de la mina abandonada “ Las Cucarachas”, localizada a 8 km al oeste de Álamos, Sonora, como un sistema ecológico, menciona la presencia de quirópteros como productores primarios. Esta mina contenía en forma permanente en 1971, una colonia de *Glossophaga soricina* y *Natalus stramineus*, y durante parte del año una colonia de *Leptonycteris curasoae*.

Wilson et al. (1985), colectaron murciélagos en tres minas abandonadas en los estados de Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí, encontrando en los últimos dos estados *Myotis velifer* y *Corynorhinus townsendii*.

López-Wilchis (1989), investigó la biología de *Corynorhinus mexicanus* en dos localidades del estado de Tlaxcala: “El túnel” localizado a 10 km. al este de Tlaxco, 3220 msnm., construido a inicios del siglo pasado, es un túnel de 700 m. de longitud en línea recta, y “La Trinidad,” que es un centro vacacional ubicado en el poblado de Santa Cruz, a 2250 msnm, la cual presenta una serie de 13 túneles construidos para almacenar algodón. En ambos casos son construcciones abandonadas, el autor menciona la importancia que tiene la selección del hábitat en la biología del *C. mexicanus*, agregando que el microclima es determinante para esta especie, en particular los factores ambientales como temperatura, humedad relativa y corrientes de aire.

El Consejo Internacional para la Conservación de Murciélagos en su programa educativo en México, dirigido a la protección de las cuevas o cavernas, menciona que muchos de los sitios usados por *Tadarida brasiliensis* son minas, de las que se extrae guano para fertilizantes (BCI, 1993).

Álvarez y Álvarez-Castañeda (1996) revisaron varias minas de la región de Ixtapan del Oro, al oeste del estado de México, tomando en cada mina la temperatura interior y la



humedad relativa, determinando el número aproximado de murciélagos, y en el caso de las colonias, si eran mono o poli específicas, estos investigadores encontraron *Pteronotus parnellii*, *Mormoops megalophylla*, *Glossophaga soricina*, *Anoura geoffroyi*, *Leptonycteris curasoae*, *Artibeus intermedius* y *Desmodus rotundus*, de las cuales cinco son residentes y dos ocasionales.

Álvarez-Castañeda y Patton (1999) mencionan en sus registros la ocurrencia de diez especies en minas para el noroeste de México: *Myotis auriculus*, *M. lucifugus*, *M. thysanodes*, *M. velifer*, *M. volans*, *Lasionycteris noctivagans*, *Idionycteris phyllotis*, *Corynorhinus mexicanus*, *C. townsendii*, *Antrozous pallidus*, *Pipistrellus hesperus* y *Eptesicus fuscus*, el trabajo de estos autores no incluye el estado de Durango.

Para el estado de Durango, se empiezan a realizar trabajos faunísticos a principios del siglo pasado, sin embargo solo algunos mencionan a los quirópteros, los que han sido reportados hasta la fecha son los siguientes: Allen (1903), Baker (1960), Greer (1960), Baker y Greer (1962), Jones (1963), Gardner (1965), Crossing et al. (1973), Álvarez y Polaco (1984), Muñiz-Martínez y Polaco (1996), Servín et al. (1995-1996), Muñiz-Martínez et al. (2003).

López-González (2003) reporta un listado de las especies del estado basado en registros bibliográficos y el examen de los ejemplares de dos colecciones científicas mexicanas, registrando 7 familias, 29 géneros y 51 especies.

Torres-Morales (2003) reporta los resultados de un muestreo intensivo de murciélagos en la región minera de Guanaceví, registrando 13 especies para la zona: *Eptesicus fuscus*, *Myotis auriculus*, *M. ciliolabrum*, *M. californicus*, *M. volans*, *M. velifer*, *M. yumanensis*, *Corynorhinus mexicanus*, *C. townsendii*, *Antrozous pallidus*, *Lasiurus cinereus*, *L. ega* y *Tadarida brasiliensis*.

No obstante, los trabajos mencionados anteriormente solo han sido registros de distribución de especies o de inventario; con respecto a la fauna de quirópteros en el caso del estado de Durango faltan por estudiarse la parte oeste, noroeste y sur. La región noroeste, particularmente el municipio de Guanaceví es una de las regiones mineras más antiguas e importantes, data de la época prehispánica, en esta región se encuentra el área de estudio del presente trabajo, la cual tiene mas de cien minas abandonadas e inactivas, para las cuales no hay trabajos de investigación que aparezcan publicados con respecto al uso de tiros y túneles de minas abandonadas por quirópteros. Por lo cual resulta importante realizar una primera evaluación del uso de las minas por los quirópteros de la región de Guanaceví.

### **3. OBJETIVOS**

**Objetivo general:** Evaluar de manera preliminar las minas abandonadas o inactivas de la región minera de Guanaceví, Durango, con el propósito de determinar su importancia como refugios para las especies del Orden Chiroptera.

**Objetivos particulares:**

- 1.- Determinar las especies de murciélagos y cuantificar el número de individuos presentes en una muestra de 25 minas abandonadas a lo largo de un ciclo anual.
- 2.- Evaluar un conjunto de parámetros físicos de las minas, durante el mismo ciclo, que pudieran estar asociados a la presencia de los quirópteros.
- 3.- Evaluar si existe preferencia por las minas por parte de ciertas especies de la comunidad local de murciélagos.
- 4.- Evaluar si existe una relación estadísticamente significativa entre los parámetros medidos y la composición de la comunidad de quirópteros que ocupa las minas.
- 5.- Determinar si hay variaciones a lo largo del año en la composición de la comunidad de quirópteros en las minas estudiadas.

#### **4. HIPÓTESIS**

Los datos generados en este estudio tienen como fin permitir la evaluación de las siguientes hipótesis:

- 1.- Las minas representan un refugio para la comunidad de quirópteros que habitan la región, i. e., la ocupación no es al azar.
- 2.- La diversidad de las especies de quirópteros es similar entre las minas.
- 3.- La diversidad de las especies de quirópteros se mantiene constante estacionalmente en el interior de las minas.
- 4.- Las características físicas, ambientales, actividad humana y tiempo de abandono juegan un papel importante en la diversidad de las especies de quirópteros en las minas de la región.

## **5. ÁREA DE ESTUDIO**

### **5.1. Ubicación.**

El estudio se desarrolló en el municipio de Guanaceví, que se ubica en la porción noroeste del estado de Durango, entre las coordenadas geográficas 25° 48' a 25° 59' latitud norte y los 105° 47' a 106° 03' longitud oeste, la Cabecera Municipal, del mismo nombre, se encuentra a 240 km al NW de la ciudad de Durango (Figura 1). El sitio está comunicado por tierra a través de la carretera Durango-Tepihuanes, la cual se continúa hasta el poblado de Guanaceví. El municipio de Guanaceví tiene una superficie de 4,885 km<sup>2</sup> y una población de 10,794 habitantes (INEGI, 2001), con una altura promedio sobre el nivel del mar de 2,060 m (Consejo de Recursos Minerales, 1993). Las principales actividades económicas de la región son la agricultura, ganadería, minería y el aprovechamiento forestal. La región está dividida en tres distritos mineros: Guanaceví, El Carmen y San Julián. Las 25 minas estudiadas en el presente trabajo se localizan exclusivamente el Distrito Minero de Guanaceví, el cual cuenta con más de 120 minas inactivas y cubre un área aproximada de 80 km<sup>2</sup> (Figura 2).

### **5.2. Clima.**

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988) en el que se basa el mapa de climas de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1997) para el estado de Durango, la región de Guanaceví presenta dos tipos básicos de climas: el BS<sub>1</sub>kw(w)(e), semiseco con lluvias de verano, temperaturas medias anuales entre 12° y 18° C con verano cálido, precipitaciones con

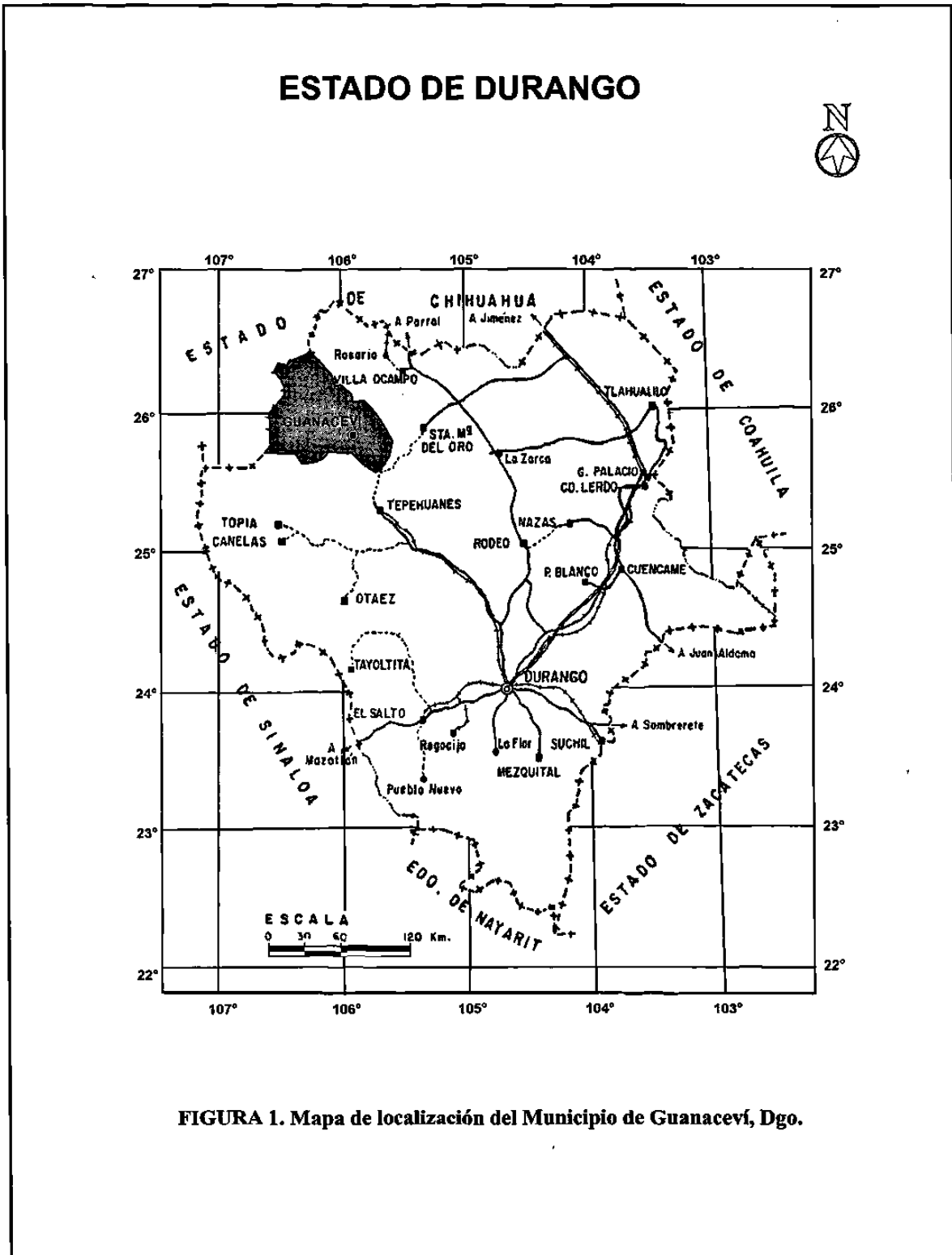
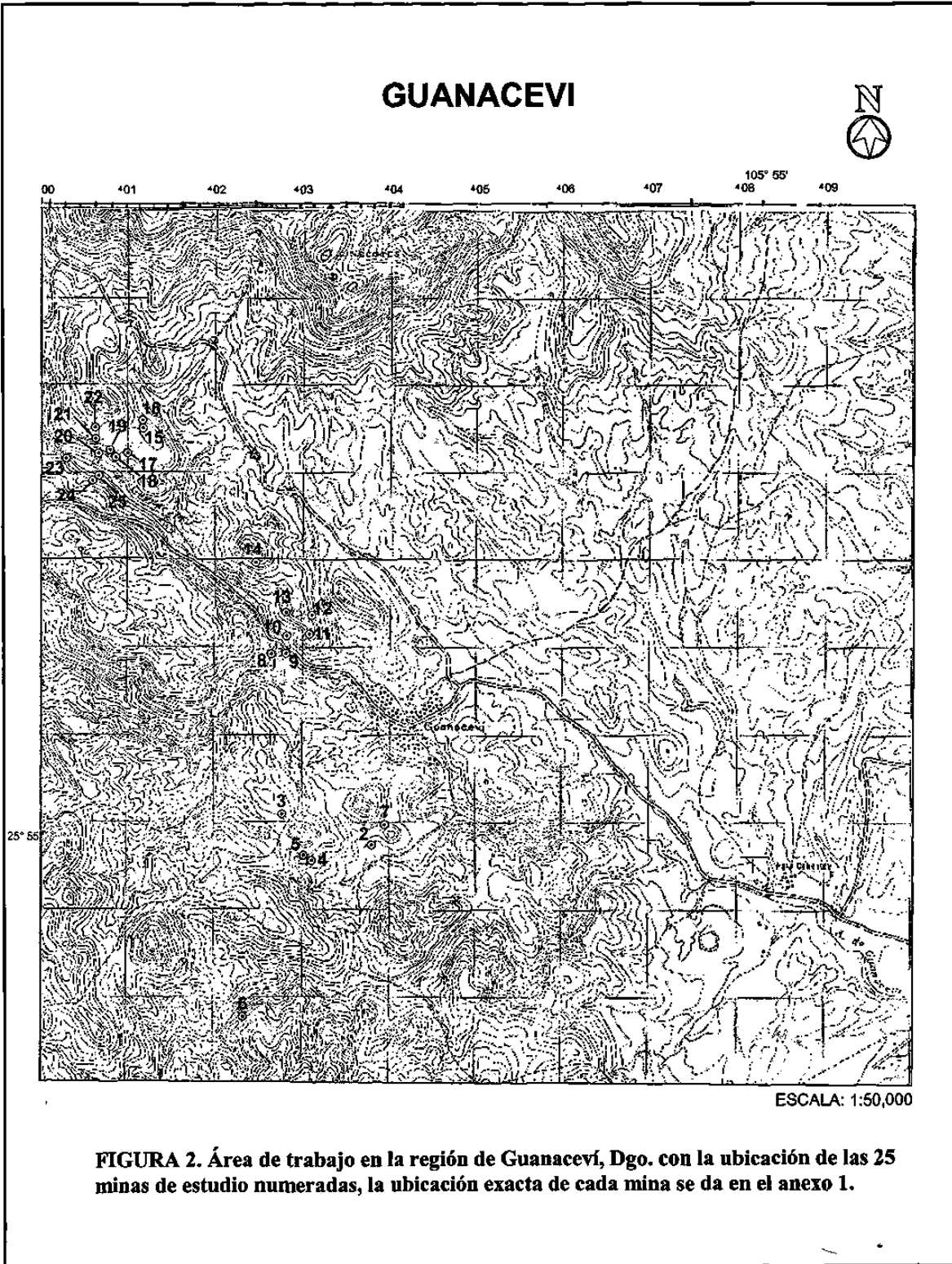


FIGURA 1. Mapa de localización del Municipio de Guanaceví, Dgo.



promedio anual de 400 mm, este clima se presenta en las partes bajas del sur y sureste del municipio; y el C(wo)(w)(e) subhúmedo con verano fresco largo, temperaturas medias anuales entre 5° y 12° C y una precipitación promedio anual de 750 mm presentando una sequía larga durante el invierno (Cruz Cisneros, 1983).

### **5.3. Hidrología.**

La zona es un valle fluvial elevado que cuenta con algunos afluentes importantes: por el norte el Río Sistín, que proviene del municipio de San Bernardo y el arroyo de Guanaceví, éste último atraviesa la cabecera municipal, en la porción oriental corre el Río Zape, afluente del Oro, ambos pertenecientes a la cuenca hidrológica del Río Nazas. En la región Occidental se localiza el arroyo Biogame, que corre hacia la parte sureste del municipio (Consejo de Recursos Minerales, 1999).

### **5.4. Fisiografía.**

El municipio de Guanaceví pertenece a la provincia de la Sierra Madre Occidental, incluye parte de las Subprovincias de la Altiplanicie y Llanuras Altas, en esta región se presentan las cumbres más elevadas del estado, como el "Cerro de la Chorrera" que tiene 3,200 msnm y el "Cerro de los Ocotes" con 2,900 msnm (Centro Nacional de Estudios Municipales, 1988).

### **5.5. Geología y Suelos.**

Estratigráficamente las rocas que afloran pertenecen al llamado Conglomerado Guanaceví, el cual constituye la parte basal del paquete rocoso que es un conglomerado polimítico,



formado por fragmentos angulosos de cuarzo, esquistos, filitas y cuarcitas. El espesor de la unidad se estima mayor a los 450 m y aflora en la porción oeste, siendo un pilar tectónico importante y a la vez roca de algunas de las principales vetas de oro y plata del Distrito, lo cual constituye la causa principal de los aprovechamientos minerales de la región; su edad tentativa se ubica en el Jurásico (Consejo de Recursos Minerales, 1993).

La mayor parte del municipio esta constituido por suelos del tipo Litosoles, limitados por la profundidad del perfil, los cuales presentan la roca madre continua dentro de los primeros 10 cm de la superficie, y por Fluvisoles, formados por depósitos aluviales recientes de origen fluvial, que reciben aportes de sedimentos a intervalos regulares, por lo que muestran una estratificación, su pH es ácido y pueden ser ligeramente salinos (Flores et al., 1974).

#### **5.6. Vegetación.**

En la región se distinguen tres tipos de vegetación principales, (Márquez-Linares, 2000, com. per.): bosques de pino-encino (*Pinus* spp. y *Quercus* spp.) en altitudes superiores a los 2300 m, bosques de piñón-junipero-gatuño (*Pinus cembroides*, *Juniperus* spp, *Mimosa disocarpa*) en altitudes menores a los 2300 m y vegetación riparia a las orillas de los ríos y arroyos. En algunos lugares la vegetación llega a tener elementos xéricos como *Mammillaria* spp. (González-Elizondo et al., 1983).

Los bosques de pino-encino muestran diversos grados de perturbación por extracción de madera, pastoreo y actividades mineras. En los lugares más conservados las especies arbóreas son *Pinus engelmannii*, *P. teocote*, *P. cooperi*, *Quercus arizonica*, *Q. crassifolia*. *Q. chihuahuensis* y *Arbutus xalapensis*, con alturas de 15 a 20 metros y densidades altas. En

las áreas deforestadas se encuentran elementos arbóreos relictos de las mismas especies y arbustos como *Arctostaphylos pungens* (manzanita) y *Quercus deppressipes*, con abundantes gramíneas y compuestas en el estrato bajo.

Los bosques de Piñón-junipero-gatuño alternan su dominancia en función de la topografía y grado de perturbación: mientras que en la ladera de los cerros el *Pinus cembroides* es el dominante, en los pies de monte y cerritos lo es *Juniperus deppeana* y en los sitios con mayor perturbación (cerca de las minas, jales, y poblados) domina *Mimosa disocarpa* (gatuño) el cual se vuelve muy común en las cercanías del poblado de Guanaceví. En algunos sitios de los bosques de Piñón-juniperus-gatuño se encuentran elementos de *Prosopis laevigata* (mezquite), *Acacia schaffneri* (huizache), *Yuca* spp., *Opuntia* spp. y cactus rosetófilos (*Mammillaria* spp). En algunos lugares estos elementos pueden llegar a ser los dominantes. Las riberas del arroyo Guanaceví y Río Sistín están dominadas por *Stevia amblyolepis* y *Baccharis salicifolia* (jarilla), con elementos arbóreos de *Populus tremuloides* y *Salix* spp.

### **5.7. Minería.**

El estado de Durango tiene una historia minera que se remonta a épocas prehispánicas, la minería fue la primera actividad económica del estado y la principal hasta finales del siglo XVIII. Actualmente el estado de Durango cuenta con 18 regiones mineras, el Distrito minero de Guanaceví es considerado uno de los más importantes del Estado, con más de 130 minas. El sacerdote Jesuita Francisco J. Clavijero menciona que hacia el año 1616, Guanaceví ya era un mineral famoso (Consejo de Recursos Minerales, 1993), las minas Chamole, Nuestra Señora, Aguaje, Soto, Barradón, Capuzaya, Quebradilla, Soledad

y Santa Cruz, Chamole, Capuzaya, Soto, Nueva Australia, Mexicana, Barradón, San José, Desengaño, Predilecta y Arianaña datan de esa época (Consejo de Recursos Minerales, 1993).

Debido a la gran cantidad de estructuras minerales existentes, así como a las altas leyes de éstas en cuanto a oro y plata, se tuvieron haciendas de beneficio y fundiciones que llegaron a producir hasta 200 toneladas diarias (Consejo de Recursos Minerales, 1993) . Para 1993, la gran mayoría de las minas habían suspendido sus actividades, quedando en operación tan sólo San Rafael, Los García, Nuevo Porvenir, Coloradas, La Martha y Mexicana (Consejo de Recursos Minerales, 1993). Aunque el Distrito sigue presentando un potencial minero de importancia regional, la rentabilidad de dicha actividad depende básicamente del comportamiento de los precios del oro y la plata en los mercados nacionales y extranjeros. En la actualidad la baja en los precios del oro y la plata ha provocado una vez más el cierre y abandono de casi todas las minas, trayendo consigo un estancamiento en esta actividad productiva, por lo que resultan de particular interés para evaluar su importancia como hábitat para los quirópteros. En el Distrito continúan operando dos plantas de beneficio, una de la Comisión de Fomento Minero, con capacidad instalada de 600 toneladas por día y la Compañía Minera Tayahua S.A. de C. V., con una capacidad de 200 toneladas por día, la cual se encuentra trabajando las minas de Santa Cruz, Barradón y La Prieta (F. Salazar, 2001, com. per.).

## **6. METODOLOGÍA**

El estudio se llevó a cabo durante un ciclo anual, de enero del 2001 a enero del 2002. Se seleccionaron 25 minas que fueron visitadas a través de cuatro períodos de muestreo con duración de 10 días cada uno, coincidentes con las estaciones del año (mayo, julio, noviembre del 2001, y enero del 2002). Los criterios para la selección de las minas a revisar fueron: que estuvieran inactivas o fuera de aprovechamiento y que sus condiciones permitieran acceder a su interior para su revisión (sin derrumbes o inundaciones) y que fueran túneles horizontales (se descartaron los tiros verticales).

### **6.1. Caracterización de las minas.**

#### **6.1.1 Características Generales.**

Cada una de las minas de estudio fue numerada con el propósito de establecer un control en su manejo. Con apoyo de personas de la región se investigaron y registraron los siguientes datos en una hoja de control de campo (Anexo 2) por cada mina:

- 1.- Coordenadas Geográficas, tomadas con un GPS (Sistema de Posicionamiento Geográfico marca Garmin) en la entrada de cada una de las minas.
- 2.- Exposición cardinal de la entrada, tomada con brújula de mano (marca Rossbach).
- 3.- Número de entradas a la mina mediante inspección visual.
- 4.- Altura sobre el nivel del mar de la mina, medida con altímetro.
- 5.- Alto y ancho de la(s) entrada(s), en metros.
- 6.- Longitud del(os) túnel(es) en metros a partir de la entrada de la mina.
- 7.- Pendiente ( en %) con respecto a la horizontal de la entrada en cada mina, usando un clisímetro de nivel (Marca Rossbach).

- 8.- Presencia-ausencia de corrientes de aire en el interior de las minas, mediante sensación corporal en cada una de ellas.
- 9.- Porcentaje de la entrada de la mina cubierto por vegetación.
- 10.- Tipo de vegetación circundante en cada mina.
- 11.- Tiempo (años) sin actividades productivas a partir de los expedientes de cada mina contenidos en los archivos de la Secretaría de Economía, Delegación Durango, y de los representantes de las compañías mineras que operan actualmente en Guanaceví.
- 12.- Distancia en línea recta de cada mina al cuerpo permanente de agua más cercano, estimada a partir de la carta topográfica de Guanaceví G13 C17 escala 1: 50,000 (INEGI, 1981).
- 13.- Características geológicas de las minas con base en la carta geológico-minera de Guanaceví G13 C17 escala 1: 50,000 (Consejo de Recursos Minerales, 1999).
- 14.-Indicios de actividad humana reciente en el interior de cada mina, de acuerdo a las evidencias visuales registradas en cada temporada.
- 15.- Fecha.
- 16.- Hora.
- 17.- Condiciones climáticas externas.

#### 6.1.2 Características microclimáticas.

Se registró además la temperatura (°C) y humedad relativa de cada mina utilizando un termómetro-higrómetro marca Brannan. La lectura se realizó en la parte media del túnel de mayor longitud permitiendo una ambientación de los instrumentos de 15 minutos antes de realizar la lectura.

## **6.2. Determinación de la presencia de quirópteros en las minas.**

### **6.2.1 Observaciones visuales.**

En cada temporada de muestreo se revisó durante el día el interior de cada mina, llegando tan profundamente como fue posible, empleando linternas de mano y cabeza para estimar el número y ubicación de los murciélagos presentes, así como para buscar excrementos, restos de insectos en el piso o cualquier otra evidencia de su presencia.

### **6.2.2. Captura e identificación de las especies.**

Durante el día se capturaron ejemplares de murciélagos perchando en las minas con una red de mano o tomando los ejemplares directamente con la mano. En una submuestra de 10 minas se capturaron murciélagos durante la noche usando una red de niebla de 6 m colocada en la entrada de las minas. Las redes se abrieron del crepúsculo hasta la media noche, con intervalos de revisión de media hora. Los individuos capturados se colocaron en bolsas de manta para su inspección y preparación al día siguiente, algunos ejemplares fueron sacrificados y preparados como ejemplares de museo, para posteriormente ser identificados en el Laboratorio de Fauna Silvestre del CIIDIR-IPN Durango. Los ejemplares colectados están depositados en la colección de mamíferos del CIIDIR-IPN los ejemplares que no se colectaron fueron identificados, sexados, se les tomó la longitud del antebrazo derecho y posteriormente fueron liberados.

## **6.3. Análisis Estadísticos**

### **6.3.1. Las minas como refugio.**

Para determinar si las especies que ocupan las minas son una muestra al azar de las especies

que habitan la región, se generó una distribución de probabilidad utilizando la técnica de “bootstrapping” (Manly, 1997) con los datos disponibles. Con la información de registro de especies de las minas, se generó una tabla de presencia-ausencia estacional de las especies registradas en la región para las 25 minas (Tabla 2). Las especies de quirópteros presentes se tomaron del inventario de la región de Guanaceví (Torres-Morales, 2003). El análisis se realizó con 10,000 repeticiones y un nivel de confianza de  $\alpha = 0.05$ , utilizándose el programa de Matlab for Windows ver.4.2 c.

### 6.3.2. Diversidad de quirópteros en las minas.

Para estimar la diversidad de quirópteros en las minas estudiadas, se utilizó el índice de Shannon-Wiener (Lambhead et al., 1983), el cual se eligió por tomar en cuenta a las especies raras y además porque su aplicación requiere de un inventario de las especies del área de trabajo, aspectos determinantes para su aplicación en este estudio; dicho índice toma en cuenta los dos componentes de la diversidad: número de especies y uniformidad de la distribución del número de individuos en cada especie, su ecuación es:

$$H' = \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_2 P_i)$$

En donde:

$H'$  = índice de diversidad de especies para cada mina.

$P_i$  = proporción del número de individuos de la especie  $i$  con respecto al total de la muestra.

$i$  = especie “ $i$ ”

$s$  = número de especies en la muestra.

$\log 2 = .301029$

Dicho índice se aplicó solamente a las minas que tuvieron presencia de más de dos

especies de quirópteros en el ciclo de estudio, mediante la aplicación del programa Metodología Ecológica de Krebs (1989). Una vez tomados los índices de diversidad de las minas se les aplicó un análisis no paramétrico mediante la prueba de hipótesis de Ji cuadrada ( $\chi^2$ ) que acepta distribuciones poblacionales no normales, con el propósito de evaluar la relación entre la variable minas y la diversidad de quirópteros.

#### 6.3.3. Diversidad estacional de quirópteros en las minas.

Para determinar si la diversidad de quirópteros es constante o varía entre los periodos estacionales del año, se utilizó de igual manera el índice de Shannon-Wiener (Lamshead et al., 1983). Dicha ecuación se aplicó a los valores obtenidos en los cuatro periodos estacionales del estudio (Tabla 3), aplicándose de igual manera un análisis no paramétrico mediante la prueba de Ji cuadrada con el propósito de evaluar la relación entre los periodos estacionales y la diversidad de quirópteros.

#### 6.3.4. Las características ambientales de las minas en la diversidad de quirópteros.

Para determinar si existe relación entre la presencia de los murciélagos y las características físicas o ambientales y ausencia de actividades humanas, a los datos obtenidos para cada mina se les aplicó un análisis de correspondencia canónica (DCCA) (Ter Braak, 1995) el cual es un procedimiento para un análisis simultáneo de especies y gradientes medioambientales, los cuales se grafican en un sistema de ordenación canónica de dos ejes en donde las flechas indican las variables ambientales y su longitud la importancia de la variable, los puntos indican las diferentes especies y los círculos las minas de la muestra, definiéndose las interrelaciones entre ellos en base a la ubicación y distancia de las flechas



o variables ambientales; con esta técnica se detectaron agrupamientos y tendencias entre especies y minas, y las características de las minas que determinan los agrupamientos y tendencias. Este análisis se realizó en el programa CANOCO ( Ter Braak, 1995) con 200 reiteraciones.

## 7. RESULTADOS

Se capturaron 100 ejemplares de murciélagos en las minas, correspondientes a 8 especies de la familia Vespertilionidae (Tabla 1), realizándose observaciones visuales de 230 individuos más que no se incluyeron en los registros, de los cuales aproximadamente 217 pertenecían a una colonia de maternidad de *Corynorhinus mexicanus*.

Especie	Número de individuos capturados en minas
<i>Corynorhinus mexicanus</i>	58
<i>C. townsendii</i>	15
<i>Myotis ciliolabrum</i>	11
<i>M. velifer</i>	3
<i>M. volans</i>	4
<i>M. auriculus</i>	2
<i>M. californicus</i>	2
<i>Eptesicus fuscus</i>	5

**TABLA 1. Especies y número de individuos capturados en las minas de estudio en la región De Guanaceví, Dgo. La nomenclatura sigue a Ceballos et al., 2002.**

Cabe mencionar que de las especies capturadas, *C. townsendii* se encuentra señalada como especie vulnerable en el Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Tuttle et al., 2000) y las especies de *Myotis californicus*, *M. ciliolabrum*, *M. volans*, *M. velifer* y el *Corynorhinus townsendii* se encuentran en el listado de los Estados Unidos de América, como especies de interés especial (“special concern”) (Harvey et al., 1999). Sin embargo ninguna de estas especies se incluye en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001(SEMARNAT 2001) para la protección de las especies silvestres.

**7.1. Las minas como refugio.**

Durante la inspección de las minas se encontró que durante el otoño, 9 minas fueron ocupadas como refugios de murciélagos, siendo este período el que mayor ocupación tuvo en el año (Tabla 2). En invierno 7 minas albergaron murciélagos, en primavera 6, en verano sólo en 5 minas se encontraron ejemplares. Estos resultados se resumen en la Tabla 2.

PERIODOS	PRIMAVERA					VERANO					OTOÑO					INVIERNO					TOTAL							
	4	6	9	15	16	25	4	6	20	21	25	4	5	6	7	11	16	20	22	25		4	6	7	10	13	22	24
No. de Minas	4	6	9	15	16	25	4	6	20	21	25	4	5	6	7	11	16	20	22	25	4	6	7	10	13	22	24	
<i>C. mexicanus</i>	2	3	1	1	1	1	1	1		1	17	3	3	1	1	1	1			1	13	1	1		1		3	58
<i>C. townsendii</i>	4	1											1	4							1	1			1		2	15
<i>Myotis ciliolabrum</i>	1	1					3	1	3		1										1							11
<i>M. velifer</i>								1	1										1									3
<i>M. volans</i>	2							1							1													4
<i>M. auriculus</i>	1																	1										2
<i>M. californicus</i>													1	1														2
<i>Eptesicus fuscus</i>	1						1	1	1				1															5
No. de indivs.	6	9	2	1	1	1	5	4	6	17	4	1	9	2	2	1	1	1	1	1	1	14	2	1	1	1	100	
No. de sps.	4	4	2	1	1	1	3	4	4	1	2	1	4	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1		

**TABLA 2. Número de individuos y especies de quirópteros capturados en 15 de 25 minas estudiadas durante el año 2001 en la región de Guanaceví, Dgo.**

Las especies que tuvieron el mayor número de individuos en las minas fueron *C. mexicanus* (n=58; 58 %) encontrándose en 12 minas, *C. townsendii* (n=15; 15 %) encontrándose en 6 minas, *M. ciliolabrum* (n=11; 11 %) encontrándose en 4 minas (Tabla 2), las especies que presentaron una abundancia menor fueron *E. fuscus* (n=5; 5 %) encontrándose en tres minas, *M. volans* (n=4; 4 %) encontrándose en tres minas, *M. velifer* (n=3; 3 %) encontrándose en tres minas y *M. auriculus*, *M. californicus* (n=2; 2 %) que se encontraron en dos minas cada una. En los resultados de la aplicación del “bootstrapping”

se determinó que las especies encontradas en las minas no responden a un patrón aleatorio ( $\bar{x}=3.25$ ;  $P=0.0024$ ) lo cual sugiere que la ocupación de las especies en las minas no es al azar.

## 7.2. Diversidad de quirópteros en las minas.

Se encontró que la diversidad de especies de quirópteros varió significativamente entre las minas ( $\chi^2=3.00$  ;  $gl.=8$  ;  $p<0.05$  ). La mina que mostró una mayor diversidad de acuerdo al valor del índice de Shannon-Weinner fue: la número 20 ( $H'=2.322$ ); Siguiéndole las minas: 21 ( $H'=1.792$ ), 6 ( $H'=1.757$  ), 4 ( $H'=1.730$ ), 7 ( $H'=1.500$ ); las minas que mostraron menos ocurrencia de especies (16%) fueron: 9 ( $H'=1.000$ ), 11 ( $H'=1.000$ ), 22 ( $H'=1.000$ ) y 24 ( $H'=.971$ ) (Fig. 3); para el caso de las minas: 5,10,13,15, 16 y 25 que mostraron la ocurrencia de una sola especie (24%) no fue posible la aplicación del índice de Shannon-Weiner. Las minas que no mostraron presencia de quirópteros (40 %) son: 1, 2, 3, 8, 12, 14, 17, 18, 19 y 23.

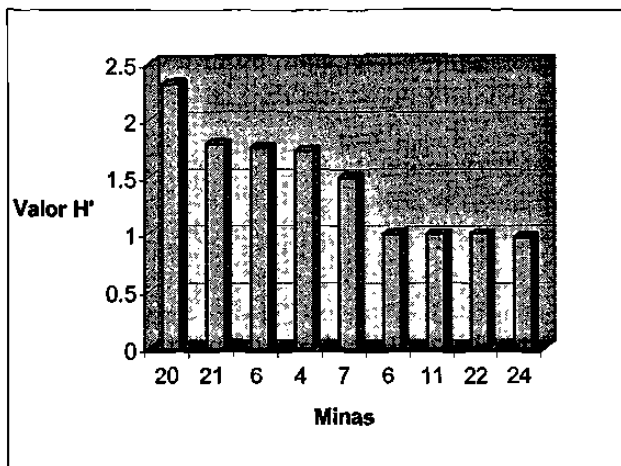


FIGURA 3. Diversidad de especies de quirópteros de acuerdo al índice de Shannon-Weinner en las minas de estudio.

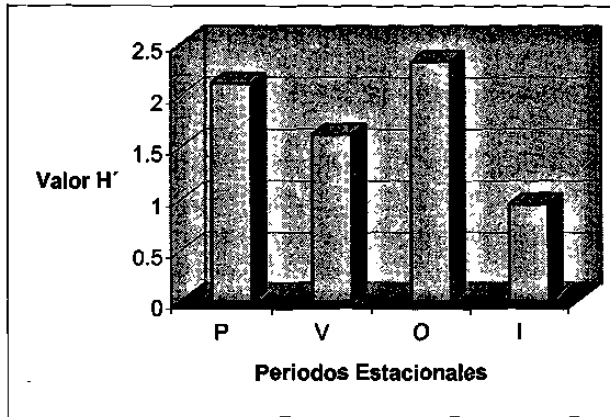
### 7.3. Diversidad estacional de quirópteros en las minas.

De acuerdo a los resultados del análisis del índice de Shannon-Wiener (Lambhead et al., 1983) aplicado a los datos obtenidos estacionalmente (Tabla 3), la diversidad de las especies de quirópteros en las minas no es constante a lo largo del año ( $\chi^2=4.13$ ; gl =3; P <0.05).

Especies	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Total
<i>C. mexicanus</i>	9	20	10	19	58
<i>C. townsendii</i>	5		5	5	15
<i>M. ciliolabrum</i>	2	7	1	1	11
<i>M. velifer</i>		2	1		3
<i>M. volans</i>	2	1	1		4
<i>M. auriculus</i>	1		1		2
<i>M. californicus</i>			2		2
<i>E. fuscus</i>	1	3	1		5
No. individuos	20	33	22	25	100
No. de Especies	6	5	8	3	

**TABLA 3. Ocurrencia estacional de las especies de quirópteros en la muestra de minas abandonadas en Guanaceví, Dgo.**

Se observa que el periodo estacional que presentó un mayor número de especies fue el otoño con 8 especies y 22 individuos capturados ( $H' = 2.331$ ), la primavera con 6 especies y 20 capturas ( $H' = 2.115$ ), el verano con 5 especies y 33 individuos presentando el mayor número de capturas ( $H' = 1.625$ ) finalmente, el invierno presentó la menor diversidad con 3 especies y 25 individuos capturados ( $H' = .951$ ) (Fig. 4). El verano e invierno presentaron la menor diversidad de especies, mientras que la primavera y el otoño presentaron la más alta.



**FIGURA 4.** Diversidad de las especies de quirópteros por período estacional en una muestra de minas abandonadas en Guanaceví, Dgo.

Las especies residentes que estuvieron presentes en los cuatro períodos estacionales, fueron *C. mexicanus* y *M. ciliolabrum*, representando el 58 % y 11% del total respectivamente. La especie *C. townsendii* estuvo presente en tres de las cuatro estaciones. El resto de las especies de quirópteros estuvieron presentes en tres (*M. volans* y *E. fuscus*), dos (*M. velifer*, *M. auriculus*) y un (*M. californicus*) periodo estacional.

#### **7.4. El papel de las características de las minas en la diversidad de quirópteros.**

Los resultados obtenidos del análisis de correspondencia canónica ( $F = 1.569$ ,  $P = 0.1095$ ) (Ter Braak, 1995) muestran una correlación no significativa, lo cual indica la poca probabilidad de que la distribución de quirópteros obedezca a lo determinado por dicho análisis (Tabla 4) lo cual se origina por la baja abundancia de las especies de *Myotis* en las minas. De acuerdo a la grafica obtenida (Fig.5) se observa que las variables de mayor importancia de acuerdo al tamaño de sus vectores son tiempo de abandono, corrientes de aire, número de túneles, tipo de vegetación, exposición, número de entradas y actividades

humanas. Las variables que resultaron de menor importancia en la grafica son área de entrada, humedad relativa promedio, pendiente, longitud del túnel y distancia al agua. Las especies estacionales *Myotis volans* y *M. auriculus* se encontraron en las minas 4, 11 y 20 (Fig. 5), dichas minas están caracterizadas por su tiempo de abandono (18, 82 y 62 años respectivamente) y sus temperaturas promedio de 14° a 16° C. *M. ciliolabrum*, *M. velifer* y *E. fuscus* que ocuparon las minas 20, 21, 22, en las que el tipo de vegetación y la exposición parecen tener una mayor importancia. *M. californicus* se encontró en las minas 6 y 7 cohabitando con la especie *C.townsendii*, la cual se presentó en las minas 5, 9,13 y 24.

Ejes	1	2	3	4
Eigen valores	.556	.276	.121	.002
Correlación especies-medioambiente	.999	.991	.996	.511
Porcentaje acumulativo de la varianza de especies	36.9	55.2	63.3	63.4
Relación de especies-medioambiente	38.7	57.9	66.4	66.5

**Tabla 4. Resultados estadísticos por eje, del análisis de correspondencia canónica (DCCA) entre especies y variables ambientales en las minas de estudio.**

En estas minas, las corrientes de aire, el número de túneles, la actividad humana y el número de entradas son los factores que las caracterizan. En el caso de *C. mexicanus* como especie residente y la más numerosa se encontró en las minas 4, 6, 7, 9, 10, 11, 15, 16, 21, 22, 24 y 25 en las cuales la pendiente y la longitud del túnel se manifiestan como las variables de importancia, es posible que algunas de las variables que se analizaron

estén relacionadas con la exposición y la temperatura de las minas en los diferentes periodos estacionales del año.

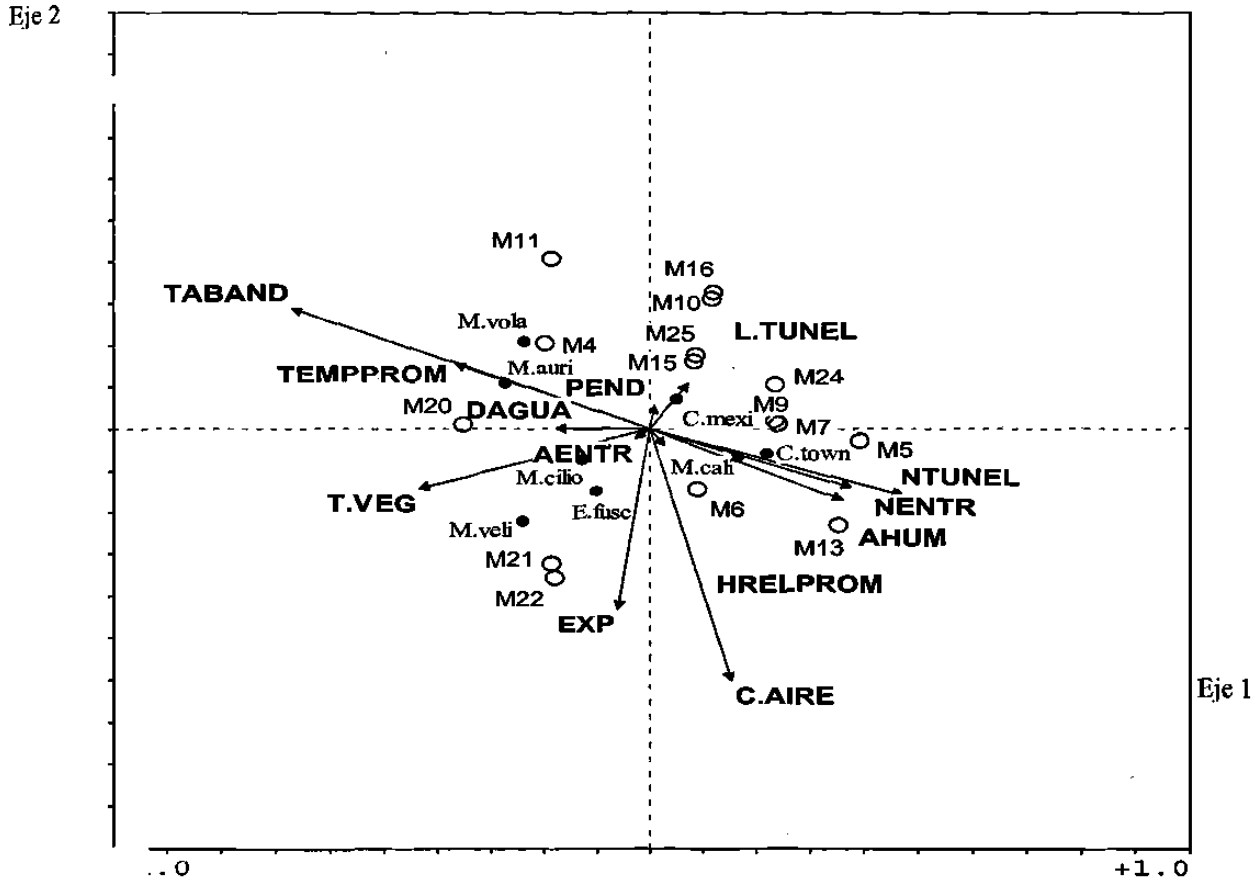


FIGURA 5. Análisis de correspondencia canónica (DCCA) para las especies, minas y sus características físicas, ambientales, actividades humanas y tiempo de abandono en la región de Guanaceví, Dgo.

→ Las flechas representan las variables medidas.

● Los puntos oscuros representan las especies de quirópteros.

○ Los círculos representan las minas.



## 8. DISCUSIÓN

### 8.1. Las minas como refugio.

De la muestra de 25 minas estudiadas el 40 % no presento quirópteros y las especies encontradas no respondieron a un patrón aleatorio de distribución lo cual sugiere que la ocupación de las especies en las minas no es al azar, ciertas especies prefieren las minas y al parecer no todas las minas cuentan con las características de hábitat adecuadas para las necesidades de las diferentes especies que las ocupan (López, 1989). Mas sin embargo el 60 % de las minas de Guanaceví representan un refugio alternativo para las especies de la región, las minas son usadas en el día como sitios de descanso y en la noche como sitios de descanso temporal, y algunas de ellas son usadas en el invierno como hibernáculos; de acuerdo a los resultados algunas minas son aparentemente el refugio permanente de las especies de *Corynorhinus* y *M. ciliolabrum*, lo cual coincide con lo que mencionan Belwood y Waug (1991); Pierson y Brown (1992); Brown et al. (1993); Navo et al. (1995); Brown et al. (1995); Altenbach (1998); Harvey et al. (1999) y Sherwin et al. (2000). En el caso de *Corynorhinus mexicanus* se observó una colonia de maternidad en la mina 25, lo cual resulta importante ya que se trata de una especie permanente en las minas de estudio y es endémica para México.

En EUA de las más de 8000 minas censadas, sólo del 30 al 80% mostraron signos de uso por los murciélagos (Tuttle et al., 2000). Algunos autores como Brown et al.(1995) señalan a *Corynorhinus townsendii* y *Macrotus californicus* como especies que viven exclusivamente en las minas, ambas en categoría de amenazadas que utilizan las minas como refugios, de las cuales cinco de ellas coinciden con las encontradas en las minas muestreadas en la región de Guanaceví (*M. californicus*, *M. velifer*, *M. volans*, *E. Fuscus*,

*C. townsendii*).

Es importante señalar que los bosques de la región de Guanaceví fueron tradicionalmente aprovechados en la actividad de la minería, en el consumo doméstico y en leña para los hornos de fundición, así como en los aprovechamientos forestales lo cual pudiera haber alterado drásticamente el ambiente natural de las especies de quirópteros induciendo el uso de refugios alternativos como son las minas abandonadas. Barbour y Davis (1969) mencionan que las minas abandonadas han sido reconocidas como sitios importantes para el descanso de los murciélagos, durante los últimos 100 años a consecuencia de la degradación o pérdida de algunos recursos naturales como los bosques maduros y cuevas, los murciélagos han colonizado minas abandonadas las cuales les proporcionan los requerimientos adecuados de su hábitat natural.

## **8.2 Diversidad de quirópteros en las minas.**

Se encontró que la diversidad de las especies en el interior de las minas es variable, solo cinco minas mostraron índices relativamente altos de diversidad (cuatro y cinco especies). Aun cuando diez de las minas (40%) no presentaron murciélagos en ninguna de las temporadas, el restante 60% las minas registraron al menos una de ocho especies diferentes de murciélagos. Algunos autores como Belwood y Waugh (1991) mencionan que las minas representan en algunos casos refugios transitorios para especies en migración, otras son los lugares de hibernación o refugios permanentes durante todo el año. Betts et al. (2000) mencionan que la diversidad de quirópteros en las minas está en función de las variables micro climáticas (temperatura, humedad relativa e intensidad lumínica) que son determinantes para considerar el lugar apropiado para algunas especies como el *C.*

*townsendii*, para el caso del presente estudio algunas de las minas estudiadas (1, 2, 3, 8, 12, 14, 17, 18, 19 y 23) no reúnen las características que demandan las especies que habitan las minas de la región y su diversidad es muy baja o nula.

### **8.3. Diversidad estacional de quirópteros en el interior de las minas.**

La diversidad de las especies de quirópteros en las minas no fue constante a través de los periodos estaciones, se pudo observar que en la primavera y otoño se presentó la mayor diversidad (ocho especies) lo cual pudiera tener relación con los movimientos migratorios que presentan algunas especies (Tuttle et al., 2000), muchos lugares de descanso tienen una fluctuación estacional en tamaño y composición sexual de sus individuos ( Ceballos et al., 1997). Las minas también pueden servir como refugios de transito, cruciales durante la migración en la primavera o el otoño (Tuttle et al., 2000).

De los periodos de estudio fue el verano el que presentó el mayor número de individuos capturados (33), lo cual coincide con la temporada de mayor disposición de alimento en la región. El invierno fue el periodo que presentó la menor diversidad de especies (tres), las cuales se encontraron en estado de hibernación, observándose una aparente inactividad en el área por parte de las demás especies.

### **8.4. El papel de las características de las minas en la diversidad de quirópteros.**

Aun cuando los resultados obtenidos del análisis de correspondencia canónica ( Ter Braak, 1995) no fueron significativos, algunos de sus resultados concuerdan con las observaciones de campo. En el caso de las especies *Myotis auriculus* y *M. volans* que se encontraron en las minas 4, 11 y 20 en donde el tiempo de abandono es la variable mas ponderada del

análisis y las temperaturas promedio como las variables que más influyen para la presencia de éstas especies, la mina 20 mantuvo una temperatura de 18° C en verano y otoño, bajando dos grados en invierno (16° C ) y un grado en primavera (17° C), la mina 4 registro 15° C en los períodos de primavera y verano, subiendo un grado en otoño (16° C) y bajando 3° C en invierno (13° C), ambas minas son estables en sus temperaturas en los períodos de primavera, verano y otoño, no así en el invierno, en el caso de la mina 11 presento un patrón de temperaturas muy irregular durante el ciclo de estudio (20° C, 18° C, 16° C, 10° C), en el caso de *Corynorhinus* en el invierno se encontraron en minas (6, 7, 10, 13, 22 y 24) que registraron temperaturas de 10° C o menos en estado de hibernación, por lo que esta variable está asociada con la presencia de *Corynorhinus* en el invierno. Tuttle et al. (2000) menciona que los sitios de hibernación adecuados en todas las regiones templadas deben proteger a los murciélagos de congelarse y para la mayoría de las especies deben proporcionar temperaturas entre los 4° y los 10° C la mayor parte del invierno, las minas que proporcionan estos rangos de temperatura no son muy comunes y los murciélagos deben viajar cientos de kilómetros para llegar a ellas, especialmente la especie *Corynorhinus townsendii*. López (1989) comenta que para los murciélagos que habitan las zonas templadas, principalmente los de la familia Vespertilionidae enfrentan el problema de la conservación de la energía, por lo que la temperatura corporal y la tasa metabólica son dependientes de la temperatura de su entorno, por lo que tienen que recurrir a una eficiente selección micro climática, para el caso del *C. mexicanus* la temperatura del substrato es al parecer el factor abiótico más importante en la selección microclimática. Humphrey y Kuntz (1976) encontraron que *C. mexicanus* parece distinguirse de *C. townsendii* por tener un intervalo de temperatura ambiental más restringido, ya que este ultimo se ha localizado

entre los 2° y 26° C, lo cual hace que se le considere una especie resistente a las bajas temperaturas. De acuerdo a las observaciones de campo, los murciélagos fueron más comúnmente encontrados en minas con temperaturas arriba de los 16° C, con excepción del invierno en el que solo se encontraron las especies de *Corynorhinus* en minas con temperaturas debajo de los 10° C y el *Myotis ciliolabrum* a una temperatura de 13° C. En el caso de *M. ciliolabrum* y *M. velifer* registrados para las minas 21 y 22 las cuales tienen exposiciones muy parecidas (sur y sur sureste respectivamente) las cuales difieren en el tipo de vegetación que es vegetación secundaria para la 21 y bosque mixto de pino-juniperus-gatuño para la 22, para *Eptesicus fuscus* que se registra en el mismo cuadrante (Fig. 5) que las especies anteriores se observa en campo que difiere en las características con las que se le relacionan, la mayoría de sus capturas (3 individuos) se realizaron en la mina 6 que tiene una exposición oeste-noroeste y una vegetación de pino-encino, dicha mina fue en la que mas individuos se capturaron (37) durante el estudio. Para *M. californicus* y *Corynorhinus townsendii* registrados en las minas 6 y 13 en donde las corrientes de aire están presentes, mas sin embargo el número de túneles y entradas es diferente ( mina 6 son dos y uno para la 13 respectivamente); en el caso del *C. mexicanus* la longitud del túnel es importantes, de acuerdo a las observaciones de campo, los murciélagos fueron más comúnmente encontrados en minas (6, 7, 10, 16, 24, 25) con un mínimo de 50 m de longitud en el túnel principal. En forma general las 6 variables mas ponderadas en el estudio de acuerdo a la magnitud de su vector fueron: el tiempo de abandono de las minas, las corrientes de aire, el numero de túneles, el tipo de vegetación, exposición cardinal y la temperatura promedio.

En términos generales los resultados anteriores concuerdan con lo mencionado por

algunos autores como Clawson et al., 1980; Tuttle y Stevenson, 1978; Pierson y Rainey, 1994, los cuales comentan que aunque los requerimientos del sitio de descanso difieren entre especies, la temperatura, humedad, corrientes de aire y configuración interna del lugar ( Elevaciones, grietas, oquedades en el techo) son uno de los factores mas críticos en la selección del lugar de descanso para muchas especies.

Kunz (1982) menciona que los sitios de descanso son un recurso crítico para los murciélagos, ellos deben buscar un lugar seguro con temperatura y condiciones de humedad apropiada, en áreas de forrajeo y con disposición de agua. Ceballos et al. (1997) comenta que las especies tienen varios requerimientos medioambientales como la temperatura del lugar de descanso, humedad, dimensiones de los accesos, condiciones que varían para las especies con la estación del año y su estatus reproductivo. Burr (1997) menciona la importancia de la humedad y los bajos niveles de disturbio humano para el establecimiento de colonias de maternidad de *Myotis yumanensis*, en tres minas abandonadas en el cañón del Diablo, en los límites entre Idaho y Oregon, E.U.A.

Debe mencionarse el hecho de que la selección del lugar de descanso que se realiza por parte de las especies se da en base a la conjunción de varios factores microclimáticos y de la actividad humana.

## 9. CONCLUSIONES

Las minas representan un refugio alternativo para algunas especies de la comunidad de quirópteros que habitan la región de Guanaceví, Dgo. De acuerdo a los resultados obtenidos no se les considera una muestra al azar, ya que de las trece especies que se registraron para la región solamente ocho estuvieron presentes en las minas. No todas las minas reúnen las condiciones físicas, ambientales, actividad humana y tiempo de abandono adecuados para la presencia de quirópteros; las especies más comunes registradas en las minas fueron *Corynorhinus mexicanus*, *M. ciliolabrum* y *C. townsendii*, las cuales estuvieron presentes en 14 de las minas; ambas especies de *Corynorhinus* se encontraron juntas.

De las 14 variables analizadas, las tres más importantes de acuerdo a la magnitud de su vector fueron tiempo de abandono, presencia-ausencia de corrientes de aire y el número de túneles en la mina, por lo que pudiera existir una relación significativa entre estas características de la mina y la comunidad de murciélagos que la habitan.

Se observa que durante el otoño es la época en la que concurre en las minas el mayor número de especies, y en el verano se encuentra el mayor número de individuos. Durante los meses de primavera, verano y otoño las especies utilizan las minas durante la noche como refugios temporales y para alimentarse, y como sitio de descanso durante el día.

En los meses de invierno las minas frías son utilizadas como lugar de hibernación por las especies de *Corynorhinus* y *M. ciliolabrum*, en esta temporada la temperatura desciende en el interior de algunas minas y los murciélagos ocupan solo aquellas con temperaturas de 10° C o menos, en esta temporada no se observa actividad de las demás especies.

De acuerdo a lo anterior algunas minas se constituyen como un refugio o hábitat indispensable principalmente para las especies de *Corynorhinus mexicanus*, *C. townsendii*

y *M. ciliolabrum* que son las especies permanentes o que se encontraron en este tipo de hábitat durante los cuatro periodos estacionales, y aún cuando el *C. townsendii* no estuvo presente en el verano se pudiera considerar como una especie dependiente de las minas para su hibernación, en el caso del *C. mexicanus* que es una especie endémica y poco estudiada para México, por lo que se consideran las minas abandonadas de vital importancia para su conservación y permanencia biológica.

Los fenómenos ecológicos y factores que regulan los ciclos de la vida de los murciélagos son complejos en su naturaleza y difíciles de categorizar, por lo que todavía queda una gran cantidad de dudas por esclarecer, así como planteamientos por reafirmar y poder comprender mejor la biología de este grupo (López, 1989).



## **10. RECOMENDACIONES**

Debido a la constante transformación y destrucción del hábitat natural se considera necesario continuar con el seguimiento y evaluación de las especies de murciélagos en las minas que presentaron un mayor número de individuos y especies residentes, establecerlas como áreas de conservación y manejo que permitan a las poblaciones desarrollar las actividades biológicas de descanso, alimentación, reproducción e hibernación.

Es necesario implementar programas de educación ambiental dirigidos a la población en general, sobre la importancia y el papel ecológico que desempeñan los murciélagos, considerar la necesidad de que algunas minas permanezcan sin alteraciones, y aquellas que por alguna razón requieran clausurarse sean previamente evaluadas biológicamente para evitar daños a una posible población permanente de murciélagos, sobretodo en invierno, que es cuando las especies hibernantes están en los interiores, o en los inicios del verano cuando las colonias de maternidad pudieran estar presentes.

Se recomienda a las autoridades del municipio promover acuerdos con los dueños y propietarios de algunas minas para la instalación de pórticos o rejas de metal que eviten la entrada a las personas, con la finalidad de proteger aquellas que son de interés biológico-ecológico.

## 11. LITERATURA CITADA

- Álvarez, T. y O. J. Polaco. 1984. Estudio de los mamíferos capturados en la Michilía, Sureste de Durango, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*. 32:131-154.
- Álvarez, T. y Álvarez-Castañeda, S. T. 1996. Aspectos biológicos y ecológicos de los murciélagos de Ixtapan del Oro, Estado de México, Méx. Pp.169-182. *Contributions in Mammalogy: A memorial volume honoring Dr. J. Knox Jones, Jr. Museum of Texas Tech University. Dpto. Zoología, ENCB. CIBNOR. México.*
- Álvarez-Castañeda, S.T. y J. L. Patton .1999. *Mamíferos del Noroeste de México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., México.*
- Altenbach, J. S. 1998. Abandoned Mines as Bat Habitat. U. S. National Park Service. *Cultural Resource Management Magazine, No.7. USA. Página Web*  
<http://www.nazor.net/cerrillos/mines/bats.htm>
- Allen, J. A. 1903. List of mammals collected by Mr. J. H. Batty in New Mexico and Durango, with descriptions of new species and subspecies. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 19:587-612.
- Baker, R. H. 1960. Mammals of the Guadiana lava field Durango, Mexico. *Publications of the Museum, Michigan State University, Biological Series* 1:303-328.
- Baker, R. H. y J. K. Greer. 1962. Mammals of the Mexican state of Durango, *Publications of the Museum, Michigan State University, Biological Series* 2:1-153.
- Barbour, R. W. and W. H. Davis. 1969. *Bats of America. University of Kentucky Press, Lexington, KY, USA.*

Bat Conservation International.2000.Batsand Mines Project. Página web

<http://www.batcon.org/anreport/index.html>

Bat Conservation International. 1999. North American Bats and Mines Project. Página web

<http://www.batcon.org/mines/index.html>

Bat Conservation International. 1993. Sponsored Education Campaign in Mexico Leads to

Cave Protection. Página web <http://www.batcon.org/batsmag/v11n4-8.html>

Belwood, J. J. y Waugh, R. J.1991. Bats and Mines: Abandoned does not always mean empty. *Bats* 3:13-16.

Brown, C. P.E.Brown and R.D. Berry. 1995. Abandoned Mines as Habitat for Bats and other Wildlife in the Desert. Inactive mines as bat habitat: guidelines for research, survey, monitoring and mine management in Nevada. Biological Resources Research Center, University of Nevada, Reno. U.S.A.

Brown, P.E., R.D. Berry y C, Brown. 1993.Bats and mines: finding solutions. *Bats*, 2:10-13.

Burr, J. B. 1997. Microclimate in Hell's Canyon Mines used by Maternity Colonies of *Myotis yumanensis*. *Journal of Mammalogy* 78: 1240-1250.

Ceballos, G., T. H. Fleming., C. Chavez And J. Nassar. 1997. Population dynamics of *Leptonycteris curasoae* ( Chiroptera: Phyllostomidae) in Jalisco, México. *Journal of Mammalogy*, 78:1220-1230.

Ceballos, G., J. Arrollo-Cabrales and R. A. Medellín. 2002. The Mammals of México : Composition, Distribution, and Conservation Status. Occasional Papers. Museum of Texas Tech University, USA. Number 218.

Clawson, R. L., R. K. La Val, M. L. La Val and W. Caire. 1980. Clustering behavior of

hibernating *Myotis sodalis* in Missouri. *Journal of Mammalogy*. 61:245-253.

Consejo de Recursos Minerales. 1999. Carta Geológico-Minera Guanaceví G13 C17.

Durango, Dgo.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. 1997. Mapa de Climas para el Estado de Durango (Clasificación Köppen modificado por E. García).

México, D. F.

Centro Nacional de Estudios Municipales. 1988. Los Municipios de Durango. Méx. D. F.

Consejo de Recursos Minerales. 1993. Monografía Geológico-Minera del estado de

Durango. Secretaria de Energía, Minas e Industria Paraestatal, publicación M-10e.

Cruz C., R. 1983. Claves para determinar la formula climática de una estación

meteorológica, según el sistema de Köppen modificado por E. García. IPN-ENCB.

México. D. F.

Crossing, R. S., O. H. Soule, R. G. Webb y R. H. Baker. 1973. Biotic relationships in the canon del Rio Mezquital, Durango, México. *Southwestern Naturalist* 18:187-200.

Fenton, M. B. 1996. Science and the Conservation of Bats. C. Hart Merriam presentations, presented at the 76 th Annual Meeting of the American Society of Mammalogist, Grand Forks, N.D.

Flores, A. D., González, L. Q., Álvarez, T., De La Chica, F. 1974. México: panorama histórico y cultural, II. El Escenario Geográfico. SEP-INAH. Departamento de Prehistoria. México, D. F.

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana). 2a Ed. Instituto de Geografía, Publ. U.N.A.M. México.

- González E., S. 1983. La vegetación de Durango. Cuadernos de Investigación Tecnológica, CIIDIR IPN Unidad Durango 1:1-114.
- Greer, J. K. 1960. Southern yellow bat from Durango, México. *Journal of Mammalogy* 41:511.
- Gardner, A. L. 1965. New bat records from the Mexican state of Durango. *Proceedings of the Western Foundation of Vertebrate Zoology*, 1: 750-753.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*, second ed. John Wiley & Sons, New York, 1:1-600+90, 2:601-1181+90.
- Harvey, M. J., Altenbach, J. S. and T. L. Best. 1999. *Bats of the United States*. Arkansas Game & Fish Commission, U. S. Fish and Wildlife Service, USA.
- Horst, R. 1972. Bats as primary producers in an ecosystem. *Bulletin of the National Speleological Society*, 2: 49-54.
- Humphrey, S. R. y T. H. Kunz. 1976. Ecology of a Pleistocene relict, the western big-eared bat (*Plecotus townsendii*) in the southern great plains. *Journal of Mammalogy*, 57: 470-494.
- Ibáñez, Y. C., Migens, E. M., Guillén, A. S., Juste, J. B., Pérez, J. J., Ruiz, C. B., Lafuente, A. P., Lara, L. N. 1995. Inventario, seguimiento y conservación de refugios de murciélagos cavernícolas en Andalucía (Sevilla y Huelva). Memoria final Estación Biológica de Doñana, C.S.I.C. Sevilla, España (No publicado).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1981. Carta topográfica Guanaceví G13 C17. Aguascalientes, Ags.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Aguascalientes, Ags.

- Jones, J. K, Jr. 1963. Additional records of Mammals from Durango, México. Transactions of the Kansas Academy of Science 66:750-753.
- Kempton, R. A. & L. R. Taylor. 1974. Log-series and Log-normal parameters as diversity discriminants for the Lepidoptera. Journal Animal Ecology. 43:381-399.
- Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. University of British Columbia. Harper & Row, Publisher, USA.
- Kunz, T. H. 1982. Roosting ecology of bats. p.p.1-5 in Ecology of bats (T. H. Kunz, ed.). Plenum publishing corporation, New York.
- Lambshead, P.J.D. H.M. Platt K. M. Shaw. 1983. Detection of differences among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. Journal of Natural History. 17: 859-874.
- López-González, C. 2003. Murciélagos (Chiroptera) del estado de Durango, México: composición, distribución y estado de conservación. Vertebrata Mexicana, en prensa.
- López, W. R. 1989. Biología de *Plecotus mexicanus* (Chiroptera: Vespertilionidae) en el Estado de Tlaxcala, México. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México.
- Ludwing, J. A. and Reynolds, J. F. 1998. Statistical Ecology. A primer on Methods and Computing. USA. Ed. John Wiley & Sons.
- Manly, F. J. B. 1997. Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology. University of Otago, New Zealand. Ed. Chapman & Hall.
- McAleece, N. 1997. BioDiversity 2. The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science. Página Web <http://www.biodiversity.nhm.ac.uk>

- Medellín, R. A., y López-Forment, W. C. 1985. Las cuevas: un recurso compartido. An. Instituto de Biología. UAM. , Ser. Zool. , 3: 1027-1034.
- Medellín, R. A., Arita, H. T., y Sánchez, O. H. 1997. Identificación de los Murciélagos de México. Clave de Campo. Asociación Mexicana de Mastozoología.
- Medellín, R. A., Sánchez-Herrera, O. y Urbano-V, G. 1992. Ubicación zoogeográfica de la Selva Lacandona, Chiapas, México, a través de su fauna de quirópteros. Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación. Publ. Esp. Ecosfera 1: 233-251.
- Muñiz-Martínez, R. y Polaco, O. J. 1996. Nuevos registros de simpatría de dos especies del genero *Corynorhinus* (Chiroptera: Molossidae) en México. Vertebrata Mexicana, 1:13-16.
- Muñiz-Martínez, R., C. López-González, J. Arroyo-Cabrales, M. Ortiz-Gómez. 2003. Noteworthy records of free-tailed bats (Chiroptera: Molossidae) from Durango, México. Southwestern Naturalist 48: 138-144.
- Navo, K. W., Ingersoll, T. and Sheppard, J. 1995. Bat roosts in abandoned mines in Colorado. Bat Research News 36: 93.
- Ortega, J. y H. T. Arita. 1998. Neotropical-Nearctic limits in Middle America as determined by distributions of bats. Journal of Mammalogy 79:772-783.
- Pielou, E. C. 1984. The Interpretation of Ecological Data. Wiley, New York. USA.
- Pierson, E. D. y Brown, P.E. 1992. Saving Old Mines for Bats. Bats, 4: 11-13.
- Pierson, E. D. And W. E. Rainey. 1994. The distribution, status, and management of Townsend's big-eared bat (*Corynorhinus townsendii*) in California. Report to California Dept. Fish and Game, USA.

- Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1990. Bibliografía reciente de los mamíferos de México, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México.
- Ramírez-Pulido, J. R. López-Wilchis, C. Mudespacher, e I. Lira. 1983. Lista y bibliografía reciente de los mamíferos de México. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, Editorial Contraste, México.
- Ramírez-Pulido, 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, USA. No.158.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección de 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 la Federación, México.
- Servín, J., C. Huxley, E. Chacón, N. Alonso-Pérez y R. González-Trápaga. 1995. Los Mamíferos del Estado de Durango, México. Informe Técnico Instituto de Ecología, A.C. a CONABIO. Base de Datos con 6800 mamíferos georeferenciados.
- Servín, J., E. Chacón, C. Huxley, R. Muñiz, J. A. Santos y N. Alonso. 1996. Los mamíferos del Estado de Durango, México. Resúmenes del III Congreso Nacional de Mastozoología, AMMAC. Cuernavaca, Morelos, México: 79.
- Sherwin, R. E., Strickland, D. and Rogers, D. S. 2000. Roosting affinities of Townsend's big-eared bat (*Corynorhinus townsendii*) in Northern Utah, U. S. A. Journal of Mammalogy, 81: 939-947.
- Simberloff, D. 1972. Properties of the rarefaction diversity measurement. American



- Naturalist.106: 414-418.
- Taylor, D. 1996. Protecting bats in mines. *Bats*, 4: 8-9.
- Ter Braak, C.J.F. 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Torres-Morales, L. López-González, C. Name, H. 2003. *Murciélagos de la Región Minera de Guanacevi, Durango*. México. Escuela de Biología, UAP. México.
- Tuttle, M. D. and D. E. Stevenson. 1978. variation in the cave environment and its biological implications. pp. 108-121, in R. Zuber et al., eds. *Proceedings, National Cave Management Symp., Big Sky, MT, 1977*.
- Tuttle, M. D. Taylor, D. A. Medellín, R. A y Walker, S. 2000. *Murciélagos y Minas*. Bat Conservation International, Inc. Resource publication No. 3A. USA.
- Vaughan, T. A. 1988. *Mamíferos*. 3a. Ed. Editorial Interamericana. México.
- Villa- R., B. 1966. *Los Murciélagos de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología.
- Wilson, D. E., Medellín, R. A., Lanning, D. V. y Arita, H. T. 1985. Los murciélagos del Noreste de México, con una lista de especies. *Acta Zoológica Mexicana*. 8: 1-26.

## 12. ANEXOS

### Anexo 1

Relación de las minas estudiadas con sus nombres y coordenadas de ubicación geográfica.

No. MINA	NOMBRE	LOCALIZACIÓN
1	Zape chico	25° 48'. 18 N - 105° 47'.36 W
2	Ampl.Nva.Rosita	25° 55'. 06 N - 105° 57'.74 W
3	La Najareña	25° 55'. 26 N - 105° 58'.38 W
4	La Palmeña I	25° 54'. 92" N - 105° 58'.21 W
5	La palmeña II	25° 54'. 92 N - 105° 58'.21 W
6	La Mexicana	25° 53'.78 N - 105° 58'.58 W
7	Ampl.Nva.Rosita I	25° 55'.15 N - 105° 57'.69 W
8	Sn. Ignacio	25° 56'.19 N - 105° 58'.41 W
9	Sn. José Chico	25° 56'.21 N - 105° 58'.30 W
10	Sn.José	25° 56'.29 N - 105° 58'.27 W
11	S/Nombre	25° 56'.30 N - 105° 58'.12 W
12	Nva.Alava	25° 56'.39 N - 105° 58'.11 W
13	Santiago	25° 56'.47 N - 105° 58'.31 W
14	S/Nombre	25° 56'.78 N - 105° 58'.51 W
15	Sn.Joaquín I	25° 57'.64 N - 105° 59'.32 W
16	Sn.Joaquín II	25° 57'.68 N - 105° 59'.31 W
17	El Consuelo	25° 57'.42 N - 105° 59'.48 W
18	La Prieta I	25° 57'.44 N - 105° 59'.51 W
19	La Prieta II	25° 57'.45 N - 105° 59'.56 W
20	Mina de Agua	25° 57'.48 N - 105° 59'.61 W
21	Predilecta	25° 57'.58 N - 105° 59'.62 W
22	Vencedora	25° 57'.61 N - 105° 59'.64 W
23	La Carolina	25° 57'.42 N - 105° 59'.87 W
24	Sta. Elena I	25° 57'.32 N - 105° 59' 61 W
25	Sta. Elena II	25° 57'.34 N - 105° 59'.62 W

Anexo 2

HOJA DE CONTROL DE CAMPO

DATOS GENERALES

NOMBRE DEL OBSERVADOR: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE DE LA MINA: \_\_\_\_\_ No. DE SALIDA: \_\_\_\_\_

HORA DE OBSERVACIÓN: \_\_\_\_\_ CONDICIONES DEL CLIMA: \_\_\_\_\_

1 UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

6 LONGITUD: \_\_\_\_\_

2 ENTRADA: \_\_\_\_\_

7 HUMEDAD RELATIVA: \_\_\_\_\_

3 ELEVACIÓN: \_\_\_\_\_

8 TEMPERATURA: \_\_\_\_\_

4 EXPOSICIÓN: \_\_\_\_\_

9 No. DE ENTRADAS: \_\_\_\_\_

5 PENDIENTE: \_\_\_\_\_

10 PRESENCIA/AUSENCIA C/A: \_\_\_\_\_

ESPECIE	No. DE INDIVIDUOS	UBICACIÓN	OBSERVACIONES

1. Tiempo transcurrido sin actividades humanas: \_\_\_\_\_

2. Vegetación circundante: \_\_\_\_\_

3. % de la entrada cubierta de vegetación: \_\_\_\_\_

4. Características geológicas: \_\_\_\_\_

