



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

Res.

FACULTAD DE CIENCIAS

UNA COMUNIDAD DE MURCIELAGOS EN UNA
" CUEVA DE CALOR " COMO FACTOR
DETERMINANTE EN EL SOSTENIMIENTO DE LA
DIVERSIDAD ANIMAL CAVERNICOLA .

TESIS CONJUNTA
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A N :
SAUL AGUILAR MORALES
ADA ALICIA RUIZ CASTILLO



MEXICO, D.F.



JUNIO DE 1995

FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENENCIA DE
MEXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: Una comunidad de murciélagos

en una "Cueva de Calor" como factor determinante en el sostenimiento de la
diversidad animal cavernícola.

realizado por Aguilar Morales Saúl y Ruiz Castillo Ada Alicia.

con número de cuenta 8335825-8 y pasante de la carrera de biología.
8752609-3

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis	
Propietario	M. en C. Livia Socorro León Paniagua.
Propietario	M. en C. Juan Bibiano Morales Malacara.
Co-director	
Propietario	Dr. Rodrigo Antonio Medellín Legorreta.
Suplente	Bísl. Jesús Al [redacted] Mendoza.
Suplente	M. en C. Ignacio Mauro [redacted] Boías.

Handwritten signatures and stamps of the coordinators, including a stamp that reads "COORDINACIÓN GENERAL DE BIOLOGÍA".

M. en C. Alejandro Martínez Mena.
COORDINACIÓN GENERAL
DE BIOLOGÍA

A mis padres por el amor y la ayuda que me brindan.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

A mi hermana, por su comprensión.

A todos mis amigos.

A la memoria de mi papá,
que seguramente estaría orgulloso
de ésto y más.

A mi mami, por todo su apoyo,
cariño y amistad. Con amor.

A mis hermanos, por la fortuna
de tenerlos.

A Saúl.

AGRADECIMIENTOS.

De manera muy especial queremos agradecer a aquellas personas que de alguna forma colaboraron en la realización de este trabajo.

Damos especial reconocimiento a los miembros del comité evaluador: M. en C. Livia León Paniagua quien con su valioso tiempo, apoyo y paciencia hizo posible que este trabajo llegara a su fin; M. en C. Juan Morales Malacara por las facilidades brindadas durante el trabajo de campo y de gabinete, además de las sugerencias y continua motivación; Dr. Rodrigo Medellín L. por las valiosas asesorías que nos alentaron para continuar con nuestro trabajo; M. C. Ignacio Vásquez por sus apreciados comentarios, sugerencias e ideas y Biol. Jesús A. Monterrubio por sus invaluable observaciones al trabajo y por la compañía durante las estancias en el campo.

A Laura del Castillo por lo que hemos pasado juntos, y lo que nos falta.

Agradecemos a los doctores Sergio De la Cruz, Armando Rodríguez D., Luis O. Grande y a Rodrigo Medellín por los comentarios al trabajo y la información otorgada.

Al M. en C. Armando Luis M. que constantemente nos animaba a seguir adelante y al M. en C. Adolfo Navarro S. por su valiosa asesoría y el prestamo de su equipo de cómputo.

Agradecemos a los proyectos de DGAPAIN-203493 del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", DGAPAIN-203593 del laboratorio de Acarología y a PADEP 003 007 año 1994, PADEP 003 001 año 1995 que financiaron gran parte de esta tesis. De igual forma agradecemos a Jorge Llorente y Armando Luis por el apoyo logístico del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" y a la Dra. Anita Hoffman y a Juan Morales Malacara del laboratorio de Acarología de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

A los integrantes del Museo de Zoología que contribuyeron en mayor o menor medida a que esta tesis llegara a concluirse, en especial a Gabriel Pérez, Hugo Ruiz (carnalitos) y Luis Godínez quienes nos asesoraron en el manejo de programas de computadora. Al "profe" Octavio Rojas y a "Memo" Guillermo López por la elaboración de los dibujos. A Blanca Hernández que siempre nos ha dado valiosos consejos y con quien salimos innumerables veces al campo; a Ubaldo Guzmán, Maciel Magaña, Livia León, Reinaldo García, Alfonso Delgadillo, Maribel Castillo, Claudia Rodríguez e Isabel Vargas.

Al Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" y del Laboratorio de Acarología por brindarnos el espacio y material técnico necesarios para el trabajo de campo y gabinete.

..... a todos nuestros amigos, Gracias.

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	7
OBJETIVOS	12
AREA DE ESTUDIO	13
Descripción del Área de Estudio	13
Localización	13
Clima	14
Suelo	15
Vegetación	15
Geología	15
Hidrología	16
Descripción de la Cueva	16
MATERIAL Y MÉTODO	21
RESULTADOS	27
Condiciones físicas de la cueva	27
Censos	28
Abundancia relativa	32
Distribución	32
Reproducción	34
Diversidad cavernícola	36
Interpretación de nutrientes	41
Relación de los murciélagos con la abundancia de la fauna guanobia	44
Cadena trófica	48
DISCUSIÓN	49
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	63
LITERATURA CITADA	66

RESUMEN.

Los estudios bioespeleológicos en México son escasos y más aún los que intentan determinar la relación que existe entre las especies que habitan una cueva. El propósito del presente estudio es conocer la relación directa o indirecta de la comunidad de murciélagos en el mantenimiento de la diversidad animal en una "cueva de calor" en el estado de Veracruz. La comunidad de murciélagos y la topografía característica de esta cueva mantiene condiciones físicas promedio anuales de 34° C y 88% de humedad relativa, constituyendo una de las llamadas cuevas de calor.

Se registraron cuatro especies de murciélagos de la familia Mormoopidae y una de la familia Natalidae. La estimación del número de individuos de la colonia de murciélagos se realizó con un nuevo método de grabación en video dentro y fuera de la cueva con lo que se obtuvo un número aproximado de 121 500 individuos en la época de secas mientras que en la época de lluvias se registraron un total de 100 050 individuos. La abundancia de cada una de las especies fue calculada tomando el promedio de individuos para ambas estaciones. Aproximadamente el 32.74% de los individuos corresponde a la especie *Mormoops megalophylla*, 24.84% a *Pteronotus davyi*, 18.18% a *Pteronotus personatus*, 8.48% a *Pteronotus parnellii* y 15.76% a *Natalus stramineus*.

La diversidad faunística de esta cueva está representada por 63 taxa distribuidos de la siguiente manera: Acari 47.6%; Insecta 27%; Arachnida 12.7%; Diplopoda, Crustacea, Gastropoda, Anguilliformes y Marsupialia con 1.6% para cada grupo; y Ophidia con 4.7%.

La variación del número de organismos de un grupo de artrópodos encontrados a lo largo del año dentro de la cueva, varía con respecto a la cantidad de guano depositado. Este abastecimiento es dado cíclicamente por la presencia y abundancia relativa estacional de los quirópteros dentro de la cueva.

Consideramos que la remoción o alteración de la comunidad de murciélagos puede actuar seriamente sobre el balance natural y conducir a la extinción del 70% de la fauna cavernícola, mientras que el 24% y 6% que corresponde a parásitos de murciélagos y a la fauna externa , respectivamente, no se ven afectados directamente.

INTRODUCCIÓN

En México existen 134 especies de murciélagos (Arita, 1993) de las 942 especies existentes en el mundo (Nowak y Paradiso 1983). De estas 134 especies, 60 (45%) utilizan cuevas que constituyen excelentes sitios para refugio diurno, que sin duda alguna, son una de las más curiosas e interesantes maravillas de la naturaleza (Ramírez-Pulido *et al.*, 1986; Arita, 1993). Las cuevas se forman por tres principales procesos: las que están excavadas en roca caliza, que se conforman durante la caída de la lluvia y la filtración a través del suelo, absorbiendo bióxido de carbono formando un ácido débil que disuelve la roca caliza. El segundo tipo de formación ocurre por corrientes de lava, a medida que ésta se derrama por las pendientes, su superficie se enfría y endurece antes que la parte central y cuando dicha corriente cesa, puede dejar atrás huecos originando túneles. También existen rocas metamórficas donde el proceso de formación puede deberse a presiones externas de la corteza terrestre, conjuntado con movimientos tectónicos que ocasionan fracturas o fisuras en los tres tipos de roca, constituyendo así algunos tipos de cuevas de pequeño tamaño (Llopis, 1970).

En las cuevas se pueden distinguir varias zonas, el tramo cercano a la entrada que es muy parecido al exterior (zona de luz) en donde la luz del sol, lluvia y temperatura exterior afectan directamente a esta zona. Un poco más adentro, la intensidad de la luz disminuye, el aire es más húmedo y fresco conocido como zona de penumbra, siendo un punto intermedio entre el ambiente interior y el exterior. Más adentro los últimos rayos de luz se desvanecen y se llega al fondo de la cueva donde hay total oscuridad y las condiciones físicas permanecen casi constantes durante todo el año (zona de total oscuridad) (Núñez, 1984).

Dentro de una cueva hay cámaras o galerías cavernarias de una sola entrada que alcanzan valores de temperatura y humedad relativa del aire más altos y más estables que los que se obtienen comúnmente en cuevas de acceso múltiple, a éste tipo de cuevas térmicamente anómalas se les conoce como "cuevas de calor", "grutas de calor" o "cavernas de calor" (De la Cruz, 1991; Núñez, 1984), lo más distintivo de estas cuevas o grutas es que el clima interno es modificado por condiciones biológicas, ya que al aprovechar un accidente espeleomorfológico de un sólo acceso, se establecen poblaciones de animales que cambian radicalmente las condiciones físicas de la cueva, modificando así, la ecología existente, tornándola exclusiva por su composición, densidad y dinámica poblacional. No se conoce ninguna otra comunidad faunística que mantenga, en un sitio cerrado, una biomasa semejante y con características tan propias (De la Cruz y Socarras, en prensa). Esas poblaciones de animales varían de acuerdo al tipo de cueva y a la zona; de los habitantes de las cuevas quizá los mejor conocidos sean los murciélagos ya que se les puede encontrar a lo largo de toda la cueva, a pesar de su marcada preferencia por la zona de penumbra (Núñez op. cit.). Estas comunidades de murciélagos tienen características comunes desde el punto de vista ecológico como son:

- Exigencia y fidelidad a las características del refugio diurno.
- Especies muy gregarias, aunque sin tendencia a la formación de grupos compactos.
- Excelentes termorreguladores, manteniendo actividad durante el reposo diurno, con temperaturas corporales superiores a los 30°C, y con gran evaporación por los patagios (De la Cruz, 1991).

Muchos de los animales que nunca abandonan el interior de la cueva son conocidos como troglobios. Todas las cuevas dependen de un reaprovisionamiento de energía procedente del exterior, ya sea a través de corrientes subterráneas o de alimentos introducidos por aves y algunos mamíferos que frecuentan las cuevas conocidos como troglófenos, sin embargo son los murciélagos los que principalmente salen a alimentarse, vuelven a refugiarse y a través del guano, aportan la mayor cantidad de materia orgánica necesaria para el sustento de las demás comunidades de la cueva (Gnaspini-Netto, 1989a).

La ausencia de plantas fotosintetizantes hace que los animales cavernícolas encuentren otras formas de alimento; en algunas cuevas el guano principalmente de murciélagos o aves puede formar grandes cúmulos que constituyen esta fuente de energía (Cinet y Decou, 1977). Las complejas relaciones que se establecen entre los componentes inertes y los organismos vivos de un ecosistema, imprimen un dinamismo característico a su funcionamiento. Las cuevas como ecosistemas heterótrofos, se distinguen del resto de los ecosistemas terrestres. Los ecosistemas están inmersos en un constante proceso de ajuste, buscando siempre maximizar y optimizar la utilización de la energía, de los nutrientes y de otros materiales por parte de todos sus componentes. Un claro reflejo de este proceso es la extensa gama de adaptaciones y especializaciones que desarrollan los organismos vivos, cumpliendo con su importante papel dentro de la economía de la naturaleza (Pérez et. al., 1984). Los organismos troglobios son considerados eucavernícolas, puesto que dependen de las cavernas desde el punto de vista ecológico (Gnaspini-Netto, 1992). Las cuevas permanentemente habitadas por grandes colonias de murciélagos favorecen la formación de una comunidad específica de artrópodos, limitada a la explotación de los recursos provenientes de los troglóxenos. Los murciélagos aseguran un constante aprovisionamiento de energía alóctona al ecosistema cavernícola por alimentarse de furtas, insectos y otros nutrientes (Braack, 1989). De acuerdo con Bernath y Kunz (1981) el guano proviene del desperdicio evacuado y de productos nitrogenados excretados del metabolismo animal. El guano de murciélago es rico tanto en nutrientes inorgánicos como orgánicos, e históricamente ha sido extraído de las cuevas como un valioso fertilizante para la agricultura. Los depósitos de guano se acumulan durante largas temporadas y pueden modificar el medio ambiente en donde es depositado, llegando a crear un microclima particular, con una temperatura adecuada para que se desarrollen una gran cantidad de organismos (Gnaspini-Netto, 1989a). El guano sirve de alimento a los individuos coprófagos; de hábitat a individuos coprobióntes; proporciona substrato para el crecimiento de hongos los cuales servirán de alimento a numerosos organismos micófagos, que a su vez conforman el sustento de muchos depredadores primarios y estos de la misma forma de depredadores secundarios, estableciéndose así, las cadenas tróficas que constituyen las biocenosis de las cuevas (Gnaspini-Netto, 1989b).

Ginet y Decou (1977) definieron los términos guanobio: cuando una especie realiza todo su ciclo biológico únicamente en guano de cuevas; y guanófilo cuando no se encuentra solamente en guano, sino también en otros biotopos dentro de la cueva.

De acuerdo al tipo de alimentación de los murciélagos los cúmulos de guano pueden ser de tres tipos: hematófagos que es de consistencia pastosa y rico en compuestos nitrogenados; de frugívoros que puede contener semillas con restos de pulpa y de insectívoros que está constituido por exoesqueletos triturados y/o por partes desarticuladas de insectos, es rico en urea, quitina y otros compuestos nitrogenados (Gnaspini-Netto, 1989a).

ANTECEDENTES

El estudio de las cuevas desde el punto de vista geológico, mineralógico, estratigráfico y paleontológico ha sido muy difundido por la fuente de hallazgos e información que han generado; la bioespeleología (estudio físico y biológico dentro de cuevas) también ha arrojado valiosa información para muchos países del mundo, no así en México, a pesar de ser un país rico en este tipo de formaciones y de poseer una de las faunas cavernícolas más variadas e interesantes de la Tierra (Hoffmann et al., 1986). No se tienen registros de trabajos que abarquen toda la fauna existente dentro de cavidades incluso en las llamadas "cuevas de calor". Si en un país como Cuba (el cual contiene gran cantidad de grutas de calor) los trabajos realizados acerca de la diversidad faunística de las cuevas son muy escasos (Armas et al., 1988), en México es aún más precaria la información, pues la gran mayoría de los trabajos relacionados con fauna cavernícola sólo presentan escuetos listados de ella (Rains, 1982).

Respecto a los datos referentes a las cuevas de calor, es Cuba, como ya mencionamos, uno de los países que contiene gran cantidad de este tipo de cuevas y por lo tanto la mayoría de la información procede de ahí (Armiñana y Grande, 1990). El primer trabajo hecho en cuevas calientes que se registra en este país es el de Silva y Pine en 1969, quienes caracterizan como tal a dichas cuevas; nueve años después Sampedro Marín y colaboradores conforman un trabajo ecológico sobre dos especies que predominan en cuevas de calor.

Armas y colaboradores (1989) señalan las características de una de las cuevas que han estudiado en la provincia de Guanahacabibes, algunas de ellas son de entrada muy reducida a la cueva, temperaturas que oscilan de 26 a 36.3°C y una humedad relativa de alrededor de 97%. Con respecto a su fauna encontraron a la especie de quiróptero *Phyllonycteris poeyi*, típica de éstos sitios que prevalece en la parte más caliente de la cueva, mencionan que el suelo de estos salones esta totalmente cubierto por garrapatas

(*Antricola* sp y *Parantricola marginatus*) con pequeños grupos de ácaros trombicúlidos y uropódidos.

El mismo autor (Armas et al., 1988) registra 60 taxa encontrados en otra cueva de calor de la provincia de Pinar del Río y da un listado de toda la fauna encontrada, de donde algunos constituyen nuevos registros para esta provincia. Los murciélagos encontrados fueron *P. poeyi* que es el murciélago más común en el salón caliente, *Brachyphylla nana*, *Eptesicus fuscus*, *Pteronotus parnellii* y *Pteronotus macleayi*.

Armiñana y Grande (1987 a; 1987 b) citan un estudio realizado en la cueva de "Los Bichos" en la provincia de Villa Clara y presentan un listado taxonómico de 11 especies del Phylum Arthropoda. En otro estudio muy similar pero en la cueva "La Maja" en la misma provincia registran 13 especies diferentes de artrópodos; para ambos estudios hacen toda la topografía de las cuevas pretendiendo dar a conocer la Bioespeleología en Cuba, la influencia antrópica en las cuevas y las consecuencias que ésta puede traer en la fauna de dichos refugios. Un tercer trabajo de Armiñana y Grande (1987b) y Grande (1993) es hecho en la cueva "del Gato" donde mencionan que las paredes están ocupadas por colonias de murciélagos hasta la saturación, registran temperaturas de 28 a 40°C y humedades relativas de 90 a 99%. La colonia de murciélagos la constituye *P. poeyi* quien en parte modifica las condiciones de su refugio diurno con marcada especialización; los artrópodos que predominan son las cucarachas *Periplaneta americana* y *Byrsotria fumigata*.

Distintos estudios hechos en cuevas de calor que presentan las relaciones entre la fauna asociada, son los realizados por De la Cruz (1991), quien menciona que los murciélagos son la base de la comunidad dentro de la cueva, encontrando a *Pteronotus poeyi*, *P. quadridens*, *P. macleayi* y *Mormoops blainvillii* especies que saturan los techos y paredes de los salones de calor, el número global aproximado de individuos que registra es entre 15 000 y varios cientos de miles de individuos, haciendo hincapié que nunca tienen contacto con el substrato ni forman grupos compactos aunque la separación de las colonias por especies si es muy clara. Otro estudio realizado en cuevas de calor es el de

Avila y Pérez (1993) donde presentan sólo un listado faunístico de la cueva de las "dos Anas" en Pinar del Río, Cuba.

Otro país que ha sido propicio para realizar estudios en cuevas de calor es Puerto Rico donde Rodríguez-Durán y Lewis (1987) estudiaron varios aspectos de la ecología de tres especies de murciélagos. En este trabajo se hace una estimación de la comunidad de murciélagos con base en fotografías tomadas en intervalos de uno y cinco minutos durante la ruta de pasaje hacia el exterior de la cueva. Estimaron las densidades poblacionales de *Monophyllus redmani*, *Mormoops blainvillii* y *Pteronotus quadridens*.

Brasil es otro país en donde existe investigación acerca de la fauna asociada a depósitos de guano sin embargo son cuevas no caracterizadas como de calor. Gnaspini-Netto (1989a) hace la comparación y la lista de la fauna asociada a tres tipos de guano diferente encontrado en diversas cuevas del país. Otro estudio importante es el de Trajano y Gnaspini-Netto (1990), en donde mencionan los registros obtenidos, abundancias relativas y distribución de los taxa (vertebrados e invertebrados) encontrados en cuevas de tres provincias espeleológicas de Brasil. Posteriormente Gnaspini-Netto (1992) pone en cuestión una hipótesis cubana que dice que el guano de murciélago ha sido considerado una importante fuente de alimento en algunas cuevas de regiones tropicales, estas cuevas son eutróficas, sin embargo en Brasil no se confirma totalmente esta hipótesis ya que sus cuevas no cumplen con las características de las llamadas cuevas de calor en donde existe una gran abundancia de nutrientes. Además menciona el problema de la actual clasificación de los habitantes del guano y da su punto de vista para nombrarlos según su localización dentro de la cueva. El estudio de Trajano y De Alencar (1992) se enfoca a la compleja cadena alimenticia que se presenta en las cuevas.

Dalquest y Hall (1949) son los únicos autores que han registrado un estudio con características bioespeleológicas de una cueva de calor para México y en particular para Veracruz, mencionan textualmente: "al este de San Andrés Tuxtla, encontramos una cueva con características especiales, donde había temperaturas aproximadas de 33 a 35°C, paredes

muy húmedas y sudorosas. El piso estaba cubierto de larvas blancas en forma de pequeñas moscas y el techo estaba lleno por miles de murciélagos de la especie *Pteronotus personatus* y *Pteronotus davyi fulvus* y con escasos organismos de *Mormoops megalophylla megalophylla*. La colecta tenía que ser rápida por la temperatura tan alta y el olor tan insoportable, así como por los millones de mosquitos que acosaban al colector. De 100 especímenes colectados ninguna hembra estuvo preñada".

Diferentes estudios de cuevas en México para determinar conteos de murciélagos son los de Bateman y Vaughan (1974), Medellín y colaboradores (1983), Medellín y López-Forment (1986), donde realizan estimaciones visuales de murciélagos. También existen trabajos acerca de ecología y conservación de murciélagos como los de Medellín y López-Forment (1986); Wilson et al (1985); Best, et al (1992); Arita (1993) y el estudio de la biología de *Plecotus mexicanus* dentro de un tunel, es el realizado por López-Wilchis. (1989).

En cuanto a estudios de taxonomía, biología y conducta de cada especie de la familia Mormoopidae y Natalidae han sido perfectamente esclarecidos con diversos trabajos hechos por: Rehn (1902 y 1904); Ward (1904); Dalquest (1950); Dalquest y Warner (1954); Hall y Dalquest (1963); Davis (1964); Lackey (1970); Vaughan y Bateman (1970); Smith (1972); Wilson (1973); Bateman y Vaughan (1974); Jones (1977); Griffiths (1978); Herd (1983); Garrido y Fuentes (1984); Adams (1989). En específico, el trabajo de Bateman y Vaughan (1974), que es el trabajo más relacionado con el presente estudio; mencionan el tiempo de salida, observaciones en el refugio y separación espacial de las especies.

Otro aporte importante y reciente a la bioespeleología mexicana son los informes publicados desde 1989 hasta el segundo semestre de 1992, como Biologías de Campo de Bioespeleología en la Facultad de Ciencias (Morales-Malacara y Monterrubio, 1992), realizados en diferentes estados; también los trabajos de Palacios-Vargas y Morales-Malacara, 1983; Palacios-Vargas, et. al. 1985, los cuales incluyen diversos estudios en cuevas del país, tomando en cuenta los parásitos de murciélagos y la fauna asociada al guano; y un trabajo

sobre la bioespeleología de seis cuevas de Veracruz donde citan datos faunísticos
preliminares de la cueva del Arroyo del Bellaco (Morales-Malacara, et. al., 1993).

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Describir la biospeleología de la cueva de calor del Arroyo del Bellaco."

Objetivos Particulares:

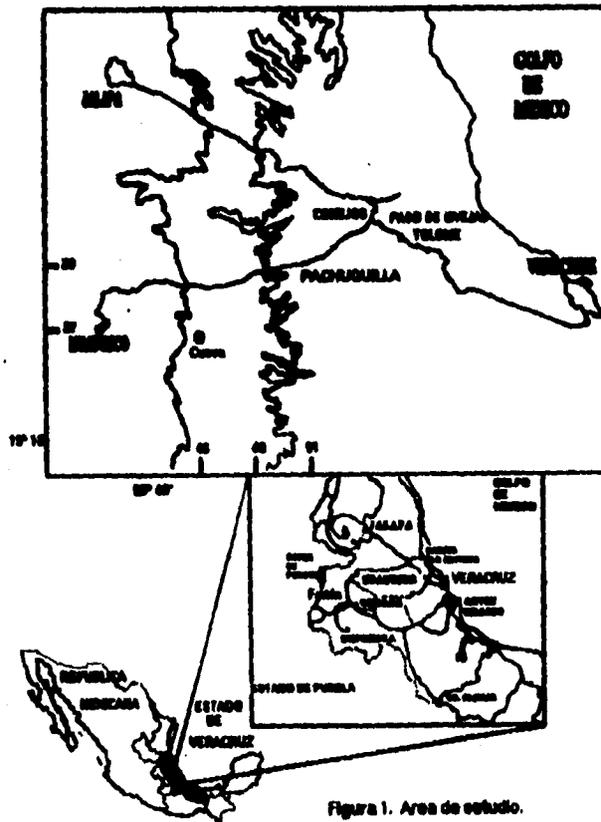
- Determinar la distribución y cantidad de murciélagos dentro de la cueva.
- Discutir algunos aspectos reproductivos generales de cada especie de murciélago.
- Determinar abundancia relativa y diversidad biológica presente en la cueva.
- Relacionar la abundancia de murciélagos con la composición de la fauna guanobia y guanófila.

AREA DE ESTUDIO.

Descripción del área de estudio.

Localización.

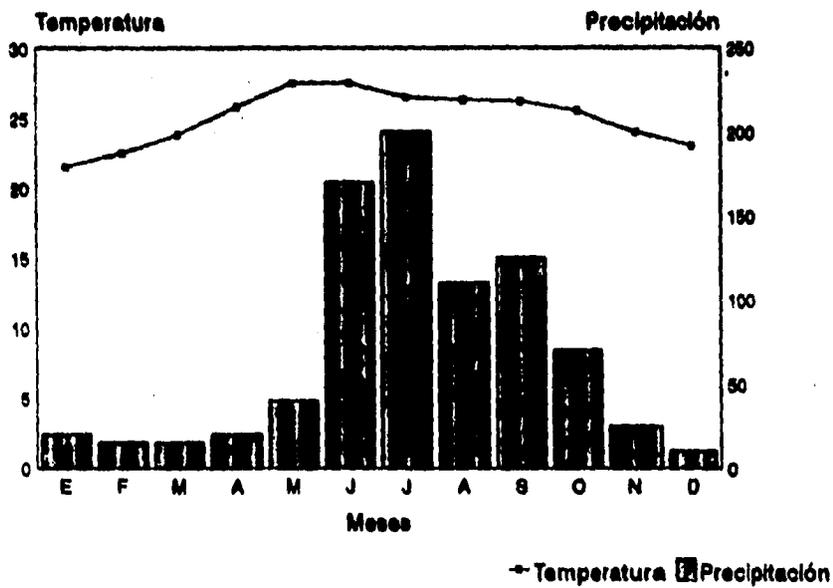
La cueva se encuentra dentro del Municipio de Soledad de Doblado, estado de Veracruz, el cual se localiza geográficamente entre las coordenadas $19^{\circ}10'04''$ de latitud norte y los $96^{\circ}10'27''$ longitud oeste. Su altitud promedio sobre el nivel medio del mar es de 300 m (Gobierno del estado de Veracruz, 1979) (Figura 1).



Clima.

Su clima es (BSW) cálido-seco-regular, con lluvias solamente en verano y período prolongado de secas por estar dentro de la zona semiárida del centro del estado con la consecuente escasa precipitación pluvial (García, 1988), con una temperatura media anual de 25°C y una precipitación media anual de 887 milímetros (Islas, 1990) (Figura 2).

**Figura 2. Temperatura y precipitación.
Municipio de Soledad de Doblado**



Suelo.

Esta unidad corresponde a una secuencia continental de conglomerados polimícticos, que lo forman clastos redondeados a sub redondeados de basalto, andesita, caliza y travertino en una matriz arenosa; son cementados escasamente por carbonatos. Las areniscas son de grano medio a grueso, de color gris y pardo claro, con clastos de feldespato y plagioclasa. Estos materiales han sufrido poco transporte por lo que sus tamaños varían ampliamente desde fragmentos del tamaño de gránulos hasta bloques (Inst. Nal. Est., 1981).

Vegetación.

En zonas donde no hay perturbación provocada por el hombre se encuentra Selva Baja Subcaducifolia, que está rodeada por cultivos de papaya (*Carica papaya*), maíz (*Zea mays*), pastizales y otros árboles frutales. La vegetación del exterior de la cueva está conformada por Bosque mediano o bajo subperennifolio (Gómez, 1965). Algunas de las especies arbóreas encontradas son: *Enterolobium cyclocarpum* (huanacaxtle), *Croton draco* (sangreado), *Bursera simaruba* (mulato), *Heliocarpus donell-smithii* (jonote), entre otras; además representantes de los siguientes géneros *Capparis*, *Cordia*, *Acacia*, *Ficus*. Entre las especies arbustivas se encuentran representantes de las familias Piperaceae, Leguminosae, Solanaceae, Melastomataceae, Urticaceae, algunas epífitas de las familias Bromeliaceae, Orchidaceae, Araceae y trepadoras de las familias Liliaceae, Bignoniaceae, Ranunculaceae, etc (Rzedowsky, 1988).

Geología.

La cueva fue originada por derrumbes del cerro que lleva el nombre de Arroyo del Bellaco a 350 msnm, sobre el río conocido con el mismo nombre. Al sur y este limita con elevaciones de 200 a 300 msnm, y al oeste con una serie de lomeríos y cañadas con orientación noreste-suroeste. La cueva pertenece al periodo Cuaternario, con asociaciones de rocas sedimentarias y vulcano-sedimentarias como areniscas y conglomerados (López, 1983; SPP, 1982).

Hidrología.

La mayor parte del drenaje en época de secas se efectúa por circulación subterránea, por lo que es muy frecuente encontrar manantiales. Al norte del cerro del Bellaco corre un arroyo que es un ramal del Arroyo del Bellaco, conocido como Boca del Cántaro. (Gobierno del estado de Veracruz, 1979).

Descripción de la cueva.

El camino hacia la Cueva del Arroyo del Bellaco o Cueva del Abono se encuentra en el Km 18 del entronque Paso de Ovejas de la carretera Puente Nacional-Huatusco, pasando por un pueblo llamado Pachuquilla. En dicho kilómetro se llega a una desviación a la izquierda para llegar a una cañada conocida como "Bajada de Gabino". La cual se baja caminando 45 minutos aproximadamente hasta llegar al Arroyo del Bellaco, se siguen otros 20 minutos siguiendo una vereda que va junto al río, esta vereda va a su vez acompañada de una serie de tuberías de plástico negras que van a dar directamente a la salida de agua que tiene la cueva del Bellaco; además, unos 40 m antes de llegar a la cueva se empieza a percibir un aroma a guano de murciélago. Su localización exacta es de 19° 10' 27" de latitud norte y 96° 40' 46" de longitud oeste y a 183 msnm.

De acuerdo con la clasificación espeleométrica de Núñez (1984), se indica que efectivamente es una CUEVA, ya que es una cavidad formada por varios salones y galerías hasta un largo total que no excede el kilómetro. La génesis está basada en tipología de cavidades cársticas hipógeas, considerando: hidrogeología y geomorfología; en la primera tiene un fluido permanente hídrico ya que durante todo el año el agua está presente; este caudal es de origen alóctono puesto que el agua procede fundamentalmente de fuera del macizo cárstico. La geomorfología de la cueva es predominantemente horizontal porque no hay grandes desniveles ya que sólo existe el tiro de 6 m. a la entrada de la cueva. El génesis

La cueva en su sección transversal (Figura 4) se encuentra orientada de este a oeste en la parte sur del cerro del Bellaco. La entrada de aproximadamente 20 m de ancho por 20 m de largo y 18 m de alto presenta un derrumbe de grandes rocas formando una gran escalinata (Zona A) dirigida hacia una boca estrecha a manera de embudo de 90 cm de diámetro y 6.5 m de profundidad. Al pasar dicha entrada se vuelve a agrandar la cueva paulatinamente sobre una repisa de 4.30 m de ancho por 6.5 m de largo y 2.50 m de alto que termina en el borde de un tiro de 6 m (Zona B), al bajar este tiro empieza la zona C donde el salón se agranda nuevamente y alcanza una longitud de 72 m por 9 m de ancho con altura de 8.50 m en el inicio de la bóveda y 11 m en la parte más alta que es casi a la mitad de la cueva y todavía corresponde a la zona C. La Zona D empieza con el estrechamiento de este salón se hace otra vez evidente quedando de 5 m de ancho por 1.60 m de alto, que coincide con el inicio de un cuerpo de agua turbia de 8 m de largo y 50 cm en su parte más profunda. Al final de este cuerpo de agua inicia otra bóveda, con una altura de 6 m y dos bifurcaciones: la del lado izquierdo es una gatera ascendente en unos 30 grados dirección SO que va reduciendo su altura de 70 cm a 30 cm con una longitud de 3 m y un ancho de 70 cm; y por el lado derecho se continua el cuerpo de agua hasta el final de esta bóveda con una altura de 1.20 m, 6.50 m de ancho y 9 m de largo. La longitud total de la cueva es de 120.00 m. En la Figura 5 se muestra un corte longitudinal o de planta de la cueva.

Cueva del Arroyo del Bellaco.
 Soledad de Doblado, Veracruz
 183 msnm.
 28-VI-1994
 Sección Transversal
 Espeleología de la Cueva.

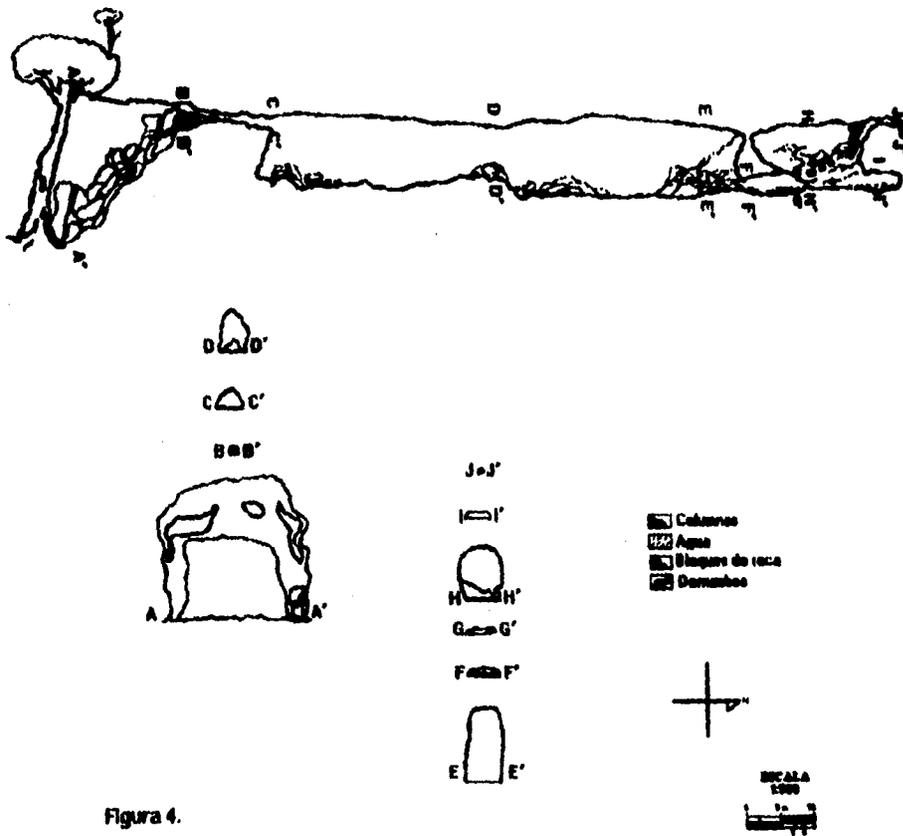


Figura 4.

Cueva Arroyo del Bellaco.
 Soledad de Doblado, Veracruz
 163 metros
 26-VI-1994
 Sección Longitudinal.

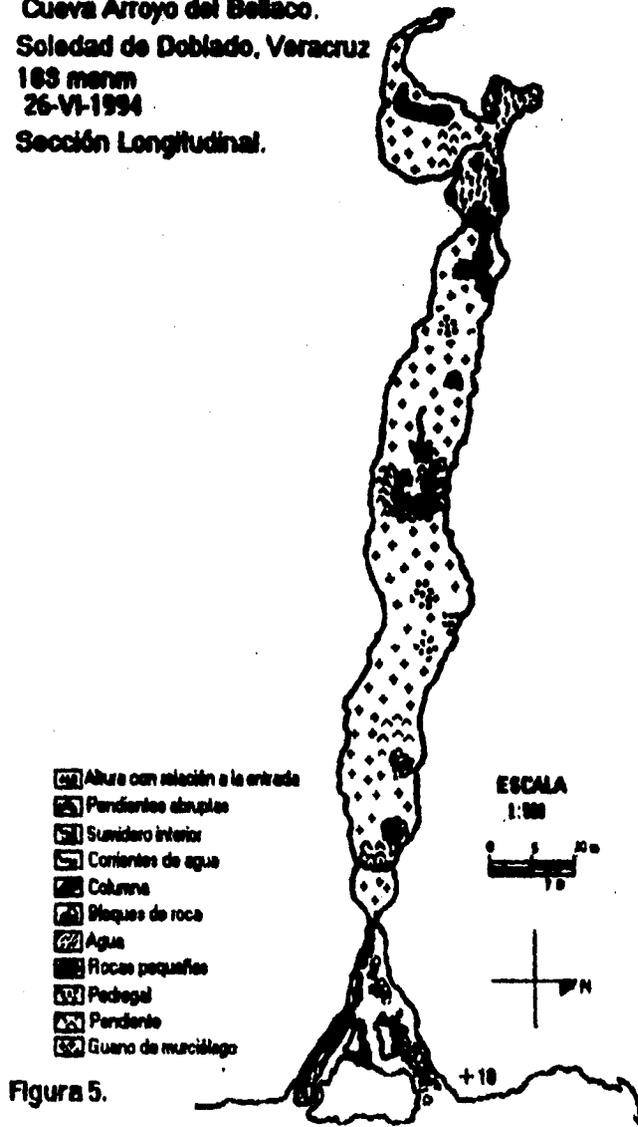


Figura 5.

MATERIAL Y MÉTODO.

Con base en los datos del climograma para el municipio de Soledad de Doblado, se definieron 2 épocas contrastantes para la zona de estudio y se tiene que invierno y primavera corresponden a la época seca y verano y otoño corresponden a la época de lluvias.

El trabajo de campo se realizó de enero de 1992 a noviembre de 1993. Se realizaron siete muestreos durante las estaciones seca y húmeda del año obteniendo un total de 39 horas de estudio (sólo dentro de la cueva), distribuidas en 31 días de trabajo efectivo. El tiempo de permanencia promedio dentro de la cueva fué de 6 horas dependiendo básicamente de las colectas de murciélagos, fauna de guano y tipo de observación y grabaciones que se estuvieran haciendo (Cuadro 1).

Cuadro (1). Horas de trabajo dentro de la cueva.

Salidas al campo	7-11 enero 1992	8-12 junio 1992	11-14 agto 1992	18-22 enero 1993	15-18 marzo 1993	14-17 junio 1993	28-31 agto. 1993
Horas de Trabajo en la Cueva	7.15 hrs	4.30 hrs	3.30 hrs	4.30 hrs	8.10 hrs	6.25 hrs	5.02 hrs

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, se realizó la zonación de la cueva para obtener los datos meteorológicos (independientemente de la hora del día), se colocó en cada zona una estación de lectura a 160 cm de altura del suelo; el registro de datos ambientales se efectuó una vez que se estabilizaron los aparatos (aproximadamente de 10 a 20 minutos después de colocarlos). La temperatura ambiental se midió utilizando termómetros marca Widder con una amplitud de -10 a +110°C; para la humedad relativa se utilizaron dos tipos de higrómetros: uno fue el de tipo circular Alemán Suff modelo 3310-00, donde la mitad de arriba proporciona temperatura en grados Fahrenheit de 10 a 170 y la mitad de abajo da el porcentaje de humedad relativa de 0-100, y el otro fue el de dos bulbos, seco y húmedo.

Para la elaboración de la topografía se utilizó una cinta métrica para ingeniero con la que se tomaron medidas de largo y ancho de la cueva; la altura se obtuvo con un globo metálico inflado con helio y para la orientación de la cueva se utilizó una brújula Brunton; todos los datos fueron registrados con tinta indeleble en libretas de campo. El método que se siguió para topografiar la cueva fue el que sugiere Núñez (1984) para levantamiento de cuevas. Donde se eligió un punto a la entrada de la cueva (estación 1). Posteriormente se situó en el punto con la brújula y el suunto. La estación 2 se eligió lo más lejos posible en el interior de la galería de manera que pueda ser visto claramente desde el punto 1, se midió el azimut, la distancia y el desnivel entre los puntos. Se midió el ancho y la altura en las galerías (Núñez, 1984).

Las incursiones a la cueva requirieron de equipo personal y especial como casco protector con lámpara, pilas, lámpara con pilas de repuesto, ropa resistente y cómoda, mascarilla con filtros especiales, equipo espeleológico para descenso y ascenso como son cuerdas de nylon estática de 9 u 11 mm, puños, croll, mosquetones, cintas tubulares, arnés y una muy buena dotación de agua la cual es indispensable para la permanencia dentro de la cueva (ver al final las recomendaciones).

Muchos autores han utilizado diferentes métodos para estimar el tamaño de las poblaciones de murciélagos, métodos que van desde apreciaciones visuales y conteo de los individuos en vuelo, hasta complejos métodos numéricos (Hayne, 1949; Twente, 1955; Rice, 1957; Bezem et al., 1960; Davis, 1966; Silva y Pine, 1969; Núñez y Fundora, 1970; Viña, 1970; Humphrey, 1971; Kunz, 1973, 1988; Best, et al., 1992;). En este estudio, con el propósito de obtener una estimación confiable y dadas las características de la comunidad estudiada, se decidió utilizar el método de grabación con cámara de video con dos variaciones. Para estas grabaciones se utilizó una cámara de video Sony Modelo SP9 y tres lámparas (dos de 50 y una de 35 watts) con foco de halógeno.

La primera variación se llevó a cabo dos veces en diferentes épocas del año y consistió en grabar a la entrada de la cueva a partir del momento en que comenzaban a salir los primeros murciélagos a alimentarse. El tiempo comenzó a contarse en segundos desde el inicio hasta la hora que salieron los últimos individuos. Posteriormente, con base en la cinta grabada, se realizaron conteos de individuos en imágenes fijas obtenidas cada 10 segundos, con objeto de detectar fluctuaciones notables en el número de individuos que salían de la cueva a través del tiempo. Se graficó el número de individuos estimado mediante la sumatoria acumulativa de los individuos

registrados cada diez segundos durante el tiempo que duró cada una de las fluctuaciones y en las cuales se mantuvo un flujo constante de individuos (Figura 6).

La segunda variante fue utilizada para estimar tanto la población total como la densidad de individuos por unidad de área en la colonia. Se estimó el área total que abarcaba la colonia de murciélagos mediante el establecimiento de cuadrantes en el suelo. La altura del suelo a la colonia se obtuvo mediante un globo de helio. Para estimar el área real que abarcaba el campo visual de la cámara, se midió esta área contra la pared a una distancia igual que la altura de la cueva, obteniéndose que el campo de la cámara abarcaba un área de 8 m^2 a una distancia de 11 m (la altura de la cueva en ese sitio). Se filmaron 16 cuadrantes imaginarios de 8 m^2 en la colonia, con el objeto de obtener el número total de individuos y abarcar el área total, los cuales fueron contados mediante imágenes fijas de la filmación en cada uno de los cuadrantes (Figura 7).

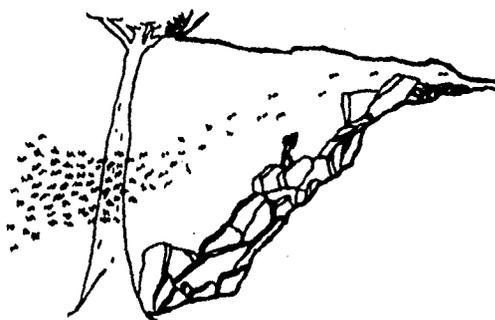


Figura 6.

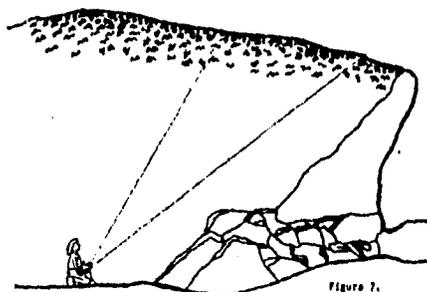


Figura 7.

Para corroborar la determinación de las especies y obtener el número de individuos de cada una de ellas, se utilizó el método de Bateman y Vaughan (1974). Se llevó a cabo su captura por medio de redes aéreas en el momento que salían los murciélagos, ya que la colocación de redes de nylon dentro de la cueva fue prácticamente imposible por la gran cantidad de murciélagos que vuelan a la vez y la facilidad de colectar a todas las especies en este momento, el hecho de utilizar este método se debió al diámetro de la entrada de la cueva, tomando en cuenta también el momento en que salían; con estos resultados de las especies capturadas se calculan las especies comprendidas en la colonia determinando las proporciones..

Una vez capturados los murciélagos se introdujeron en costales de manta, y se etiquetaron para obtener datos reproductivos, conductuales y análisis de ectoparásitos de las cinco especies. Una vez terminadas las actividades dentro de la cueva, se procedió a cepillar a los murciélagos y obtener sus ectoparásitos que fueron preservados en alcohol al 70% debidamente etiquetados y posteriormente se llenaron las hojas de registro para cada individuo colectado, los datos contenidos en los rótulos son: fecha; número de colector; sexo; longitud total (LT); longitud de la cola (CV); pata trasera (PT); oreja (O); trago (Tr); antebrazo (An); peso (P); éstas medidas se tomaron con un calibrador de metal marca MetroMex modelo Scala y fueron tomadas en milímetros. El peso se registró en gramos con una pesola marca Ohaus modelo 8261-M con capacidad de 100 gr y divisiones de 1 gr y finalmente se prepararon según la técnica descrita por Hall (1981).

Los datos de reproducción que se registraron fueron: para las hembras el grado de desarrollo mamario (prominentes y no prominentes), preñez y lactancia. Para los machos únicamente se registró la posición de los testículos (inguinales o escrotados).

La diversidad cavernícola fue analizada tomando en cuenta cuatro diferentes biotopos: BIOTOPO MURCIÉLAGO del cuál se obtuvo el número y las especies de ectoparásitos. Todos los ectoparásitos obtenidos fueron montados en líquido de Hoyer y se encuentran depositados en la colección del Laboratorio de Acarología de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Para la colecta de la fauna asociada al BIOTOPO GUANO se obtuvo la fauna asociada a este y se hizo un análisis de componentes edafológicos, para ésto se dividió la cueva en siete puntos de colecta distribuidos dentro de las zonas anteriormente descritas, de donde se extrajo una muestra

de guano de 300 gr aproximadamente y fueron puestos en botes de plástico previamente etiquetados para transportarlos al laboratorio de Acarología y Edafología. Una vez en el laboratorio se analizó el guano utilizando dos técnicas descritas por Del Castillo (en prensa) en donde menciona poner el guano en charolas de disección, a simple vista y con la ayuda de pinzas extraer los organismos más grandes, colocándolos en frascos con alcohol al 70%. Una vez hecha esta primera separación, el guano se colocó en embudos de Berlesse-Tullgren a fin de obtener la fauna más pequeña. Ya que el guano estuvo seco se volvió a pesar, se tamizó y en una caja de petri se realizó la revisión bajo microscopio estereoscópico, obteniendo los organismos más pequeños, se colocaron en frascos con alcohol al 70% para determinarlos con la ayuda de claves taxonómicas; el guano una vez revisado se guardó para el posterior interpretación de nutrientes.

La colecta de fauna asociada a BIOTOPO ESTRUCTURAS PARIETALES, se hizo observando cuidadosamente diferentes áreas (paredes y rocas donde no había guano, etc.) de donde se recogían los organismos con pinceles muy finos y pinzas delgadas poniéndolos en frascos con alcohol al 70% perfectamente etiquetados para ser transportados al laboratorio. Una vez en el laboratorio fueron determinados con la ayuda de claves taxonómicas y personal especializado para cada grupo. La mayoría de los depredadores tales como serpientes y tlacuaches, sólo fueron registrados visualmente.

Dentro de la fauna que se encontró en el cuerpo de agua BIOTOPO AGUA solamente se colectaron organismos filtradores y depredadores. El análisis del contenido microfaunístico del agua no fue realizado, sin embargo se considera que es un factor importante dentro de la cadena trófica de la cueva.

El análisis edafológico se realizó en el laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Y sólo se basó en el estudio de pH y nutrientes de las muestras de guano.

Una vez obtenidos todos los listados faunísticos de la cueva se procedió al análisis de la relación entre los murciélagos y el resto de la fauna cavernícola, utilizando sólo los grupos más representativos para este análisis.

Finalmente se hizo una sinopsis de todos los factores físicos, químicos y biológicos que fueron encontrados dentro de la cueva del Bellaco con el propósito de proporcionar la posible cadena trófica.

RESULTADOS.

Condiciones físicas de la cueva.

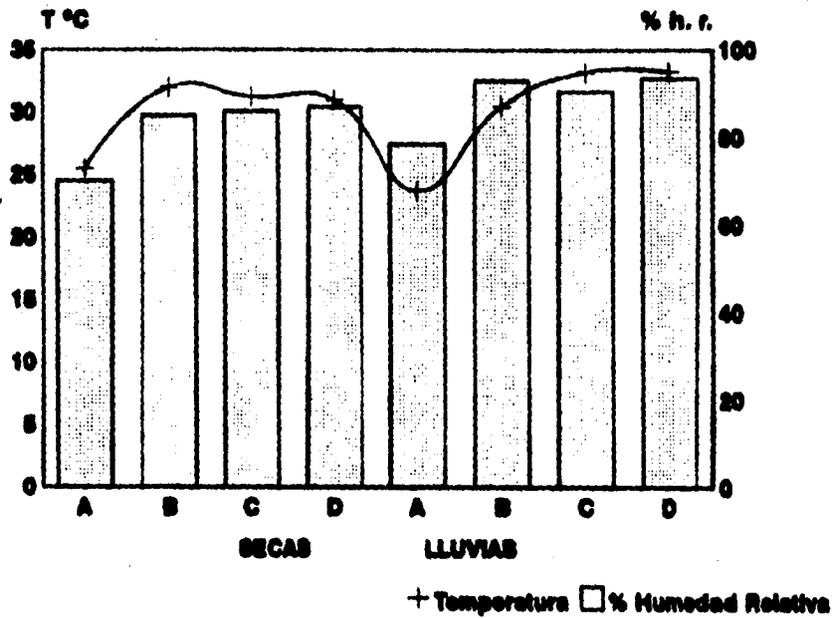
La ecología de los refugios de los murciélagos a sido ampliamente revisada por Kunz (1988). Muchos murciélagos requieren de un refugio para protegerse de los depredadores y para algunos otros los requerimientos del refugio están determinados por demandas fisiológicas de los adultos o jóvenes, por consideraciones sociales, o por cuestiones morfológicas (Findley, 1993).

La selección del hábitat es uno de los factores fundamentales en la sobrevivencia de los murciélagos. La temperatura corporal y la tasa metabólica de los quirópteros son dependientes de la temperatura de su entorno excepto cuando son modificadas por el comportamiento social gregario (López-Wilchis, 1989)

Existen algunas especies que han desarrollado una selección microclimática muy estrecha hacia refugios muy especiales y presentan adaptaciones fisiológicas y conductuales muy particulares hacia los mismos (López-Wilchis, 1989). Sin embargo las observaciones del microclima de la cueva Arroyo del Bellaco mostraron condiciones estables de temperaturas y humedades muy altas.

En el interior del refugio se registraron dos variaciones anuales en cuanto a los valores obtenidos de temperatura y humedad, para la zona A durante la época de secas (Invierno y primavera) la temperatura osciló entre 25.5 y 28°C y la humedad relativa se mantuvo entre el 68 y 70%; para la época de lluvias (verano y otoño) la temperatura osciló entre 24 y 26°C y la humedad entre 70 y 78%. Las temperaturas para las zonas B, C y D en la época de secas se encuentran entre los 31 y 32.5°C y la humedad se mantuvo entre el 87 y 90% por último los datos de temperatura registrados para la época de lluvias oscilaron entre los 32 y 33.5°C y una humedad relativa de 89 a 92% (Figura 8). En esta misma figura se nota que en la zona A, por ser el exterior de la cueva si hay influencia en las lecturas correspondientes, por otro lado, en las zonas de adentro de la cueva, se tomaron las lecturas a diferentes horas del día, lo que no influye por ser datos constantes.

Figura 8. Clima interno de la cueva Arroyo del Bellaco.



Censos.

Los estudios de conducta y ecología de murciélagos frecuentemente requieren de algún índice o del número de individuos con respecto al área. Dependiendo de los objetivos del estudio, este índice puede ser relativo y cualitativo o absoluto y cuantitativo (Thomas y LaVal, 1988). Como se mencionó en la metodología, en este estudio, a fin de poder tener una estimación confiable y dadas las características de la comunidad estudiada, se decidió probar un método con dos variantes.

Los primeros organismos se grabaron saliendo a las 18:30 hrs., como promedio para las dos épocas. En la época seca los murciélagos salen diez minutos después de la puesta del sol y en la época de lluvias salen quince minutos antes de la puesta del sol.

Con la primera variación de grabado se estimó el tamaño aproximado de toda la colonia durante la época seca del año, lo que arrojó un número de 121 500 individuos en contraste con la época de lluvias en que se obtuvo un total de 100 050 individuos.

Cabe hacer la aclaración que no se realizó conteo de los organismos que permanecieron dentro de la cueva y que estos corresponden a las crías que se quedan en las colonias de maternidad.

Durante el tiempo total de salida de los murciélagos, se notaron 16 cambios o variaciones en el flujo de salida de los mismos, para la época de secas y 7 para la época de lluvias (Figura 9 y 10). El tiempo aproximado total de salida de los murciélagos para las dos épocas fue de una hora. El flujo de salida aumenta drásticamente hasta alcanzar, en breve, el mayor número de individuos por segundo. En época de secas hubo un mayor número de fluctuaciones de salida y esto repercutió en la cantidad de murciélagos que salían en promedio, en cada variación de flujo la cantidad de individuos que salieron y el número de fluctuaciones de los organismos en la época de lluvias llega a ser el doble en comparación con la época de secas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Datos de la primera variación del método de conteo.

Epoca	H. S.	T. S.	T.T.	# C.S.	# F.	Total
Secas	18:28'28"	19:14'22"	1:14'06"	7606	16	121500
Lluvias	18:46'16"	19:49'50"	1:03'34"	14230	7	100050

H.S. Hora de salida de los murciélagos.

T.S. Término de la salida de los murciélagos.

T.T. Tiempo total que tardaron en salir los murciélagos.

C.S. Número de individuos contados en el tiempo de salida.

F. Número de fluctuaciones en el tiempo de salida.

Total. Número total de los murciélagos contados.

En la salida del mes de junio entramos a la cueva a las 4 hrs. El flujo de regreso comenzó a ser lento y continuo desde las 5 hasta aproximadamente las 6:30 hrs.

Figura 9. Salida de murciélagos en época seca.

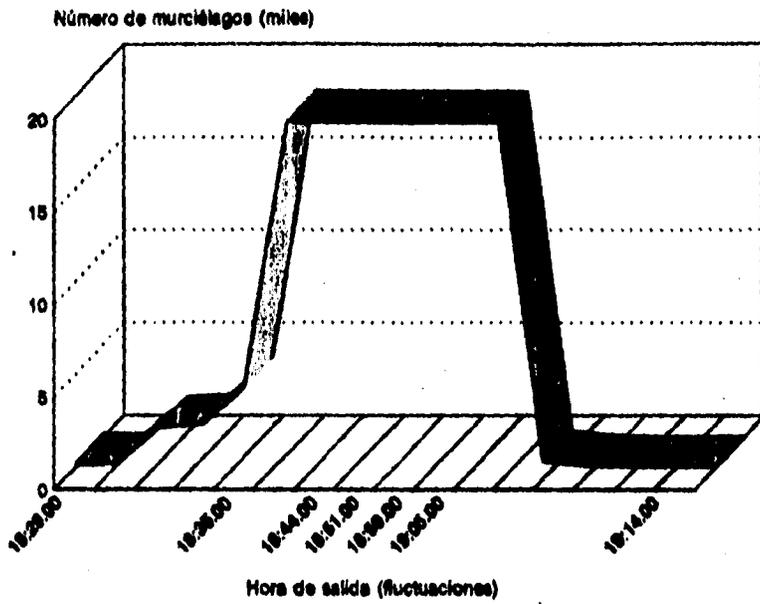
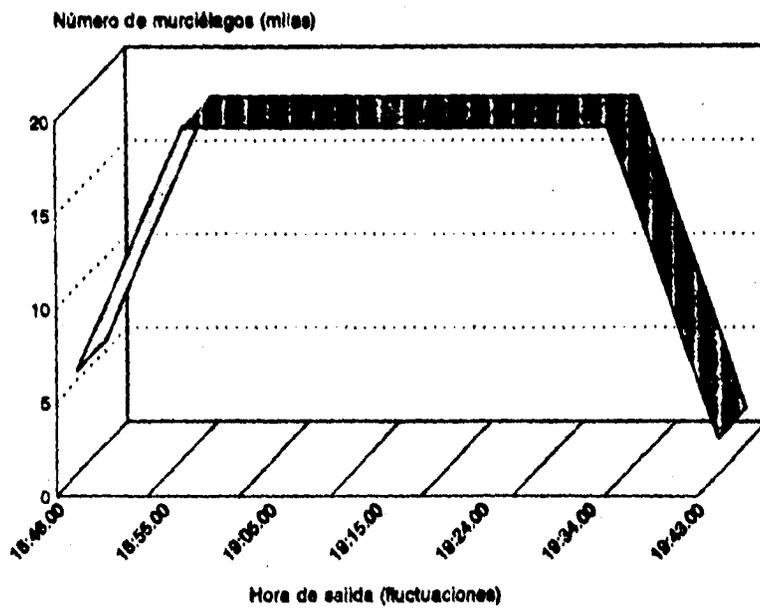


Figura 10. Salida de murciélagos en época de lluvias.



La segunda variante sólo se llevó a cabo en la época de lluvias, determinando el área de descanso que frecuentan los murciélagos en las dos zonas (C y D). Se excluyó la grabación en las partes de abajo de las rocas caídas donde se forman huecos y la colonia de maternidad se establece puesto que se torna imposible hacer grabaciones para estimar el número de crías ya que se asustan con la mas mínima luz y tienden a ocultarse entre las rocas. Esta área total fue de 128 m² y se hizo un conteo total de 107 947 individuos (Cuadro 3).

En resumen, la diferencia del número de individuos entre las dos variantes es de 7897 y corresponde al 7.5% del total de individuos (datos tomados para la época de lluvias).

Cuadro 3. Datos de la segunda variación del método de conteo para la época de lluvias.

# M.Tv.	Zona C	Zona D	T. # M.
35	310	518	828
150	1333	2222	3555
200	1777	2962	4739
250	2221	3703	5924
425	3777	6296	10073
420	3733	6222	9955
600	5332	8888	14220
650	5777	9629	15406
325	2888	4814	7702
250	2221	3703	5924
250	2221	3703	5924
350	3111	5185	8296
200	1777	2962	4739
250	2221	3703	5924
100	888	1481	2369
100	888	1481	2369

M. Tv. Número de murciélagos contados en la televisión.

Zona C y D. Lugares donde se llevó a cabo el conteo.

T. # M. Total del número de murciélagos encontrados.

Abundancia relativa.

Las cinco especies de murciélagos presentes en la cueva durante todo el estudio fueron: *Pteronotus parnellii*, *P. personatus*, *P. davyi*, *Mormoops megalophylla* y *Natalus stramineus*.

La abundancia relativa de cada una de ellas se muestra en el cuadro 4. La estimación del número de individuos se llevó a cabo con respecto al número de ejemplares colectados por especie según Bateman y Vaughan (1974) (esto se explica en la metodología).

Cuadro 4. Porcentaje y número aproximado de murciélagos por especie y por estación del año

Especies	Secas		Lluvias	
	%	No.	%	No.
<i>P. parnellii</i>	7.45	9113	9.86	9504
<i>P. personatus</i>	19.15	23085	16.9	17008
<i>P. davyi</i>	31.91	38880	15.49	15508
<i>M. megalophylla</i>	32.98	40095	32.34	35518
<i>N. stramineus</i>	8.51	10327	25.35	25512

Distribución.

La distribución de las especies de murciélagos dentro de la cueva fue la siguiente: En la zona A pocas veces se encontró a *M. megalophylla* y cuando así sucedió solamente se encontró a uno o dos individuos; la zona B es ocasionalmente frecuentada por *P. davyi* y *M. megalophylla* y en las zonas C y D se encuentra la colonia más grande de las cinco especies de murciélagos. Es importante mencionar que no se observó separación de las especies dentro de la colonia, excepto en *Natalus stramineus* que fue la única especie

encontrada en una pequeña colonia aparte de las demás, siempre en la parte final de la cueva sobre las paredes del cuerpo de agua (Figura 11).

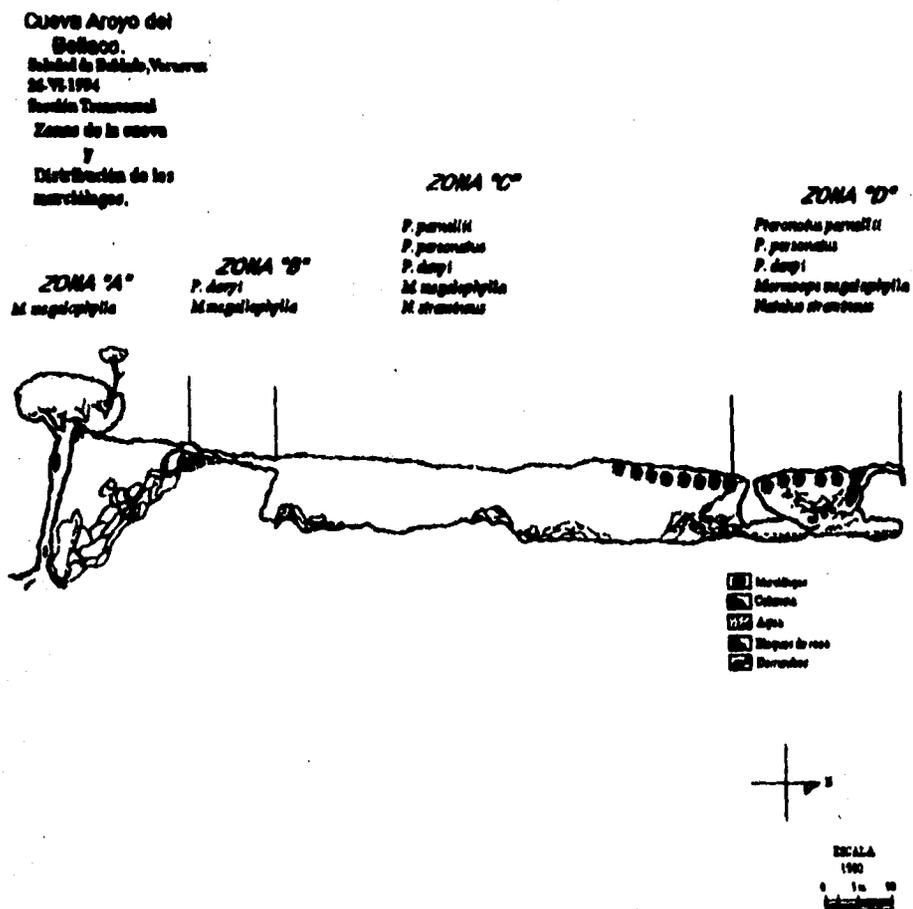


Figura 11. Distribución de las especies dentro de la cueva.

Reproducción.

Con el propósito de obtener información acerca de la reproducción de estas especies se capturaron un total de 165 murciélagos divididos en 94 individuos para la época seca y 71 individuos para la época de lluvias, el número de individuos para cada una de las especies se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Total de organismos capturados durante el estudio.

Especie	Secas	Lluvias	Total
<i>P. parnellii</i>	7	7	14
<i>P. personatus</i>	18	12	30
<i>P. davyi</i>	30	11	41
<i>M. megalophylla</i>	31	23	54
<i>N. stramineus</i>	8	18	26
Total	94	71	165

Los datos de condición reproductiva obtenidos para los dos años se muestran en el cuadro 6 donde se puede observar que el período reproductivo para las cinco especies es entre los meses de marzo y agosto.

Cuadro 6. Condición reproductiva de los murciélagos capturados.

Especie	Secas			Lluvias	
	Invierno Enero	Primavera Marzo	Mayo	Verano Junio	Otoño Agosto
<i>P. parnellii</i>		Preñ	Preñ	TP	
<i>P. personatus</i>		TE		TE	TP
<i>P. davyi</i>	TE	TE	TP	Preñ TE	TP TE
<i>M. megalophylla</i>		TE	Preñ	TP TE	
<i>N. stramineus</i>				Preñ TE	Preñ TE

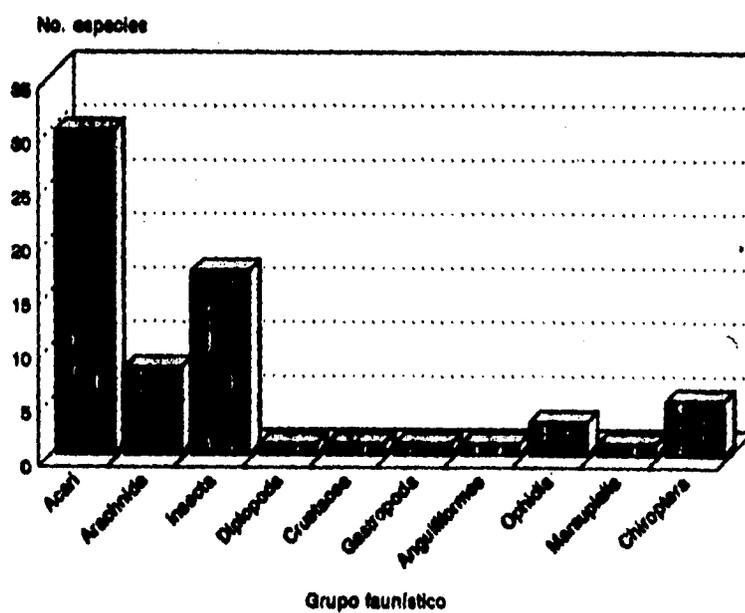
TE ♂ Testículos Escrotados
 Preñ ♀ Preñada
 TP ♀ Tetras Prominentes

A principios de la primavera se establecen colonias de maternidad de las familias de murciélagos entre las rocas del suelo de la zona C y D de la cueva. En la zona C la maternidad es mucho mayor que en la zona D. La zona A y B no presentan estas colonias.

Diversidad Cavernícola

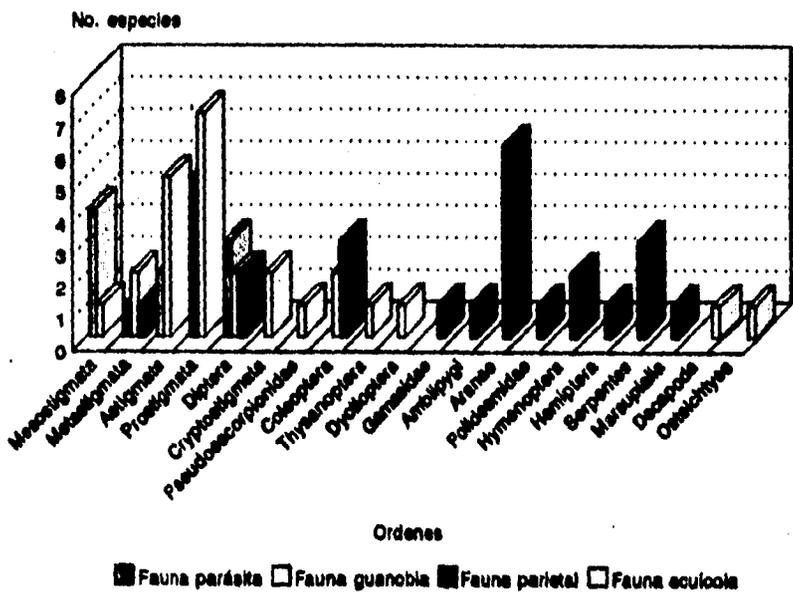
A continuación se presentan los resultados obtenidos de la diversidad total cavernícola en los diferentes biotopos. Se pudieron reconocer 68 taxa (Figura 12) (incluyendo al orden Chiroptera).

Figura 12. Total de la riqueza faunística de la cueva.



Estos 63 grupos se distribuyen en cuatro biotopos claramente diferenciados dentro de la cueva, en donde se indica cada uno de ellos y su fauna asociada (Figura 13).

Figura 13. Total de la diversidad faunística en los diferentes biotopos de la cueva del Arroyo del Bellaco.



En general, los parásitos de murciélagos (BIOTOPO MURCIÉLAGO) encontrados, corresponden a 3 especies de dípteros de la clase insecta (Streblidae) y 12 especies de ácaros donde cinco corresponden al orden Prostigmata; cuatro a Mesostigmata; dos a Astigmata y uno a Metastigmata; los cuales llegan a presentar diversos tipos de asociación parasitaria con los murciélagos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Fauna del BIOTOPO MURCIÉLAGO.

Orden	No. especies
Diptera	3
Prostigmata	5
Mesostigmata	4
Astigmata	2
Metastigmata	1

Y en particular, los ectoparásitos encontrados para cada especie de murciélago se aprecian en el cuadro 8 donde se tiene que en cada una de las especies varió el número y densidad de los ectoparásitos.

Cuadro 8. Parásitos encontrados y compartidos en las diferentes especies de murciélagos.

Especie de murciélago	No. de especies de parásitos
<i>Pteronotus parnellii</i>	6 (2) *
<i>P. personatus</i>	3 (1)
<i>P. davyi</i>	2 (1)
<i>M. megalophylla</i>	6 (1) *
<i>Natalus stramineus</i>	3 (-)

Al comparar el cuadro 7 (con un total de 15 especies de artrópodos parásitos) con el cuadro 8 (con 20 especies de parásitos) se obtuvo la diversidad total real que es de 15 especies, porque las cinco especies que están indicadas con el paréntesis se comparten con alguna otra especie de murciélago dentro de la misma cueva. El asterisco señala a las especies eurixenas.

Posterior al grupo de los parásitos se tiene el resto de la fauna cavernícola distribuida en tres biotopos más (BIOTOPO GUANO, ESTRUCTURAS PARIETALES Y AGUA). Para cada uno de los grupos faunísticos se logró determinar sus principales hábitos tróficos, lo cual indica el grado de dependencia en cada uno de los eslabones tróficos, para lo cual se mencionan las categorías tróficas que son: saprófagos (S), omnívoros (O), consumidores (C) (CP para los consumidores primarios de microfauna guanobia; CS para consumidores secundarios de macrofauna, en especial quirópteros).

El cuadro 9 muestra la comunidad asociada a guano (BIOTOPO GUANO) que está representada por un total de 24 especies pertenecientes a 10 ordenes. De la cual la gran mayoría va a formar el sustento del siguiente eslabón trófico que sería casi la totalidad del BIOTOPO ESTRUCTURAS PARIETALES.

Cuadro 9. Fauna del BIOTOPO GUANO.

Orden	C.T	No. de especies
Dyctioptera	(O)	1
Coleoptera	(O, C)	2
Diptera	(S)	2
Thysanoptera	(S)	1
Metastigmata	(S)	2
Mesostigmata	(C)	1
Astigmata	(S)	5
Cryptostigmata	(S)	2
Prostigmata	(S, C)	7
Pseudoescorpionida	(C)	1

Para la fauna encontrada en el BIOTOPO ESTRUCTURAS PARIETALES encontramos 22 especies agrupadas en 11 ordenes. Como se mencionó en el cuadro anterior que casi la totalidad de este eslabón trófico depende de la diversidad y densidad poblacional del BIOTOPO GUANO (Cuadro 10).

Cuadro 10. Fauna de ESTRUCTURAS PARIETALES

Orden	C. T.	No. de especies
Metastigmata	(S)	1
Gastropoda	(S)	1
Amblipygi	(CP)	1
Aranae	(CP)	6
Polydesmida	(CP)	1
Coleoptera	(CP)	3
Diptera	(S)	2
Hymenoptera	(CP)	2
Hemiptera	(CP)	1
Ophidia	(CS)	3
Marsupialia	(CS)	1

C. T. Categoría Trófica.

La fauna asociada al BIOTOPO AGUA estuvo representada por dos grupos faunísticos que son los camarones (Decapoda) y las anguilas (Osteichytes), cabe mencionar que en este biotopo no fue posible realizar un estudio microbiológico para obtener la diversidad total del agua, pero como el estudio se enfocó a la diversidad faunística presentamos el siguiente cuadro (Cuadro 11).

En este biotopo los decápodos son organismos filtradores y las anguilas representan a organismos consumidores de los decápodos.

Cuadro 11. Fauna del BIOTOPO AGUA

Grupo	C.T.	No de especies
Decapoda	(S)	1
Osteichytes	(C)	1

C. T. Categoría Trófica.

Interpretación de Nutrientes.

La interpretación de nutrientes del guano se realizó por considerarse importante para apreciar el vínculo que tiene el guano con la fauna cavernícola. En el cuadro 12 se pueden apreciar los resultados promedio obtenidos de la muestra analizada, donde los valores de pH resultaron ser fuertemente ácidos.

Cuadro 12. Nutrientes edafológicos

Épocas	Secas	Lluvias
pH	4.37	4.6
Calcio meq/100gr	174.37	120.08
Magnesio meq/100gr	33.22	23
Potasio meq/100gr	0.28	2.42
Potasio ppm	21.22	21.54
Sodio meq/100gr	1.37	1.38
Sodio ppm	11.29	9.75
% Carbono	2.85	25.35

La relación integracional que existe dentro de la cueva con los tres grupos que a continuación se mencionan y los miliequivalentes por gramo de potasio, carbono y ph (Figura 14); magnesio, calcio y sodio (Figura 15). En general se puede apreciar que la metabolización del guano justifica el aumento de las poblaciones.

Figura 14. Relación de nutrientes (K, Ca y pH) con los dos grupos de abundancia mejor representados.

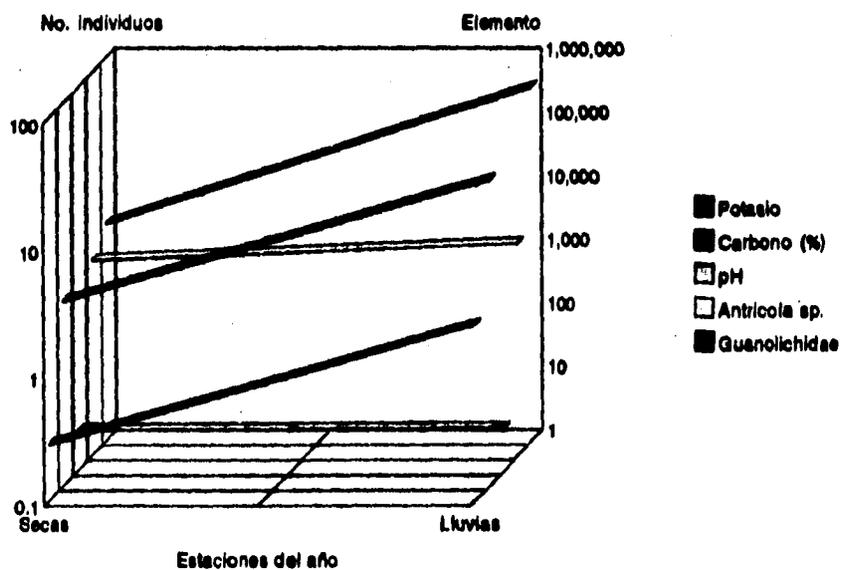
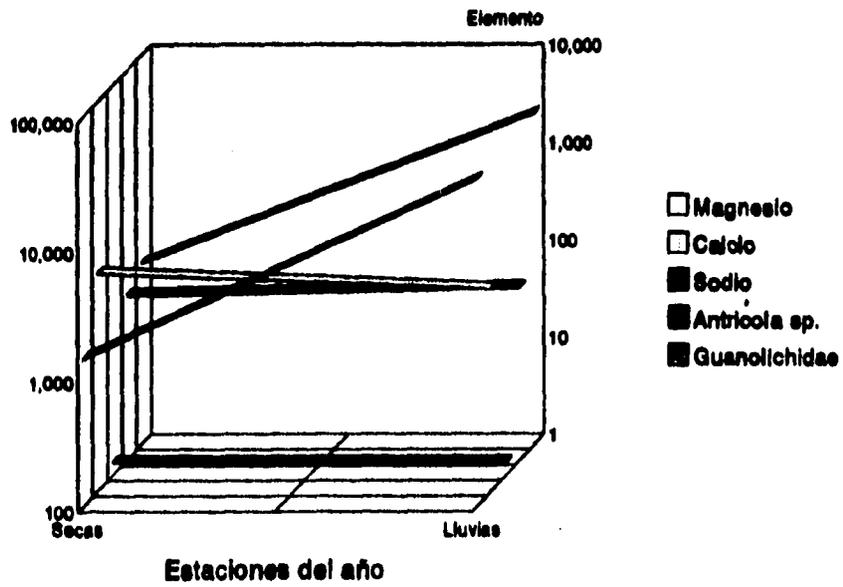


Figura 15. Relación de nutrientes (Mg, Ca y Na) con los dos grupos de abundancia mejor representados.



Relación de los murciélagos con la abundancia de la fauna guanobia.

Con el propósito de observar la relación que existe entre la colonia de murciélagos, el guano y la fauna asociada a éste en la cueva del Bellaco, se tomaron como ejemplo a *Antricola* sp. y a la familia Guanolichidae, que fueron los dos taxa de ácaros mas abundantes en muestras promedio de 300 gr. de guano: como puede apreciarse en la figuras 16 y 17, la abundancia de estos ácaros se incrementó en la época de lluvias.

Figura 16. Variación de la población de *Antricola* sp. en presencia de la comunidad de murciélagos

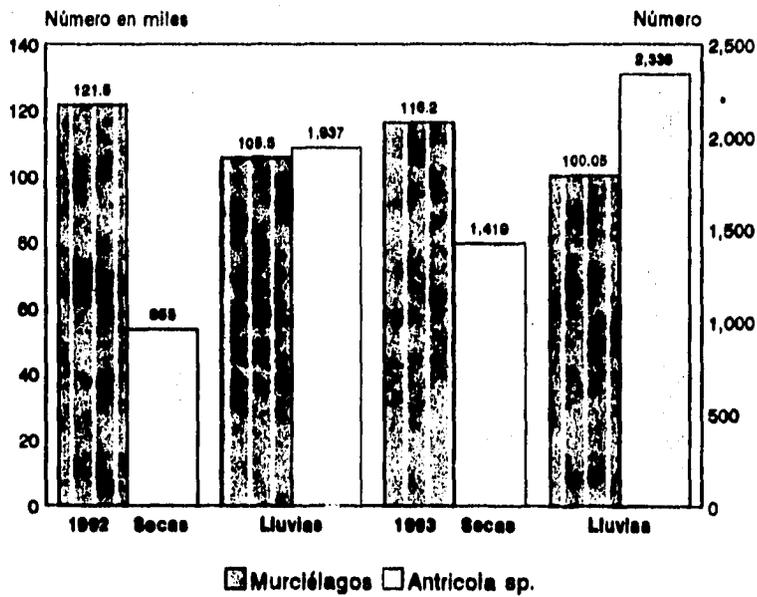
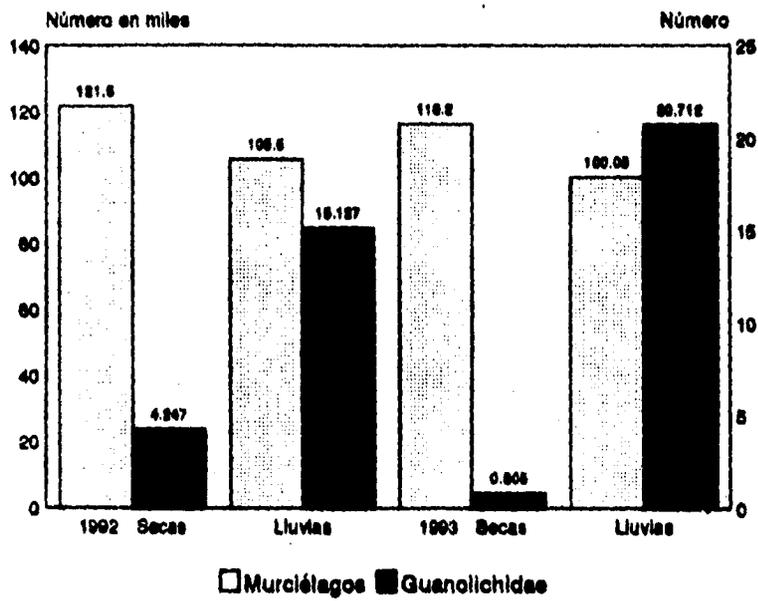


Figura 17. Variación de la población de Guanolichidae en presencia de la comunidad de murciélagos



Para probar estadísticamente la relación entre el número de murciélagos y la abundancia de estos ácaros, se realizó un análisis de correlación. Este análisis nos muestra que existe una relación estadísticamente significativa entre estas dos variables (Cuadro 13); de igual forma, se observa que existe una relación inversa de la abundancia de *Antricola* sp. y Guanolichidae con el número de murciélagos.

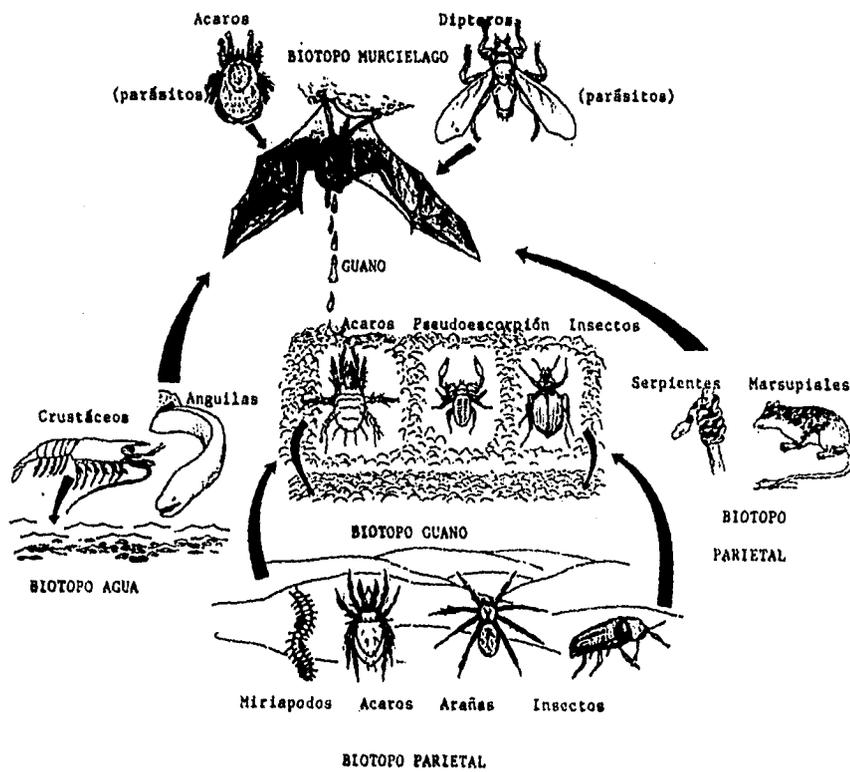
Cuadro 13.- Resultados del análisis estadístico de correlación.

Matriz de Correlación.

	Murc.	<i>Antricola</i> sp.	Guanolichidae
Murc.	1.0	-0.9940	-0.9304
Valores de sig.	.000	.0060	.0696
<i>Antricola</i> sp.	-0.9940	1.00	0.8901
Valores de sig.	.0060	.000	.01099
Guanolichidae	-0.0696	0.8901	1.00
Valores de sig.	.0696	.1099	.000

Cadena Trófica.

Con base en los niveles tróficos para cada uno de los biotopos se puede apreciar el grado de dependencia de toda la fauna cavernícola con la comunidad de murciélagos aquí estudiada, esto es ejemplificado en la siguiente figura (18).



DISCUSIÓN.

Condiciones físicas de la cueva.

Los factores microclimáticos más importantes que intervienen en la selección del refugio para los murciélagos son la temperatura y la humedad relativa. Algunos autores (Kunz, 1982; McNab, 1982) han encontrado que la selección de un refugio fresco, durante periodos activos permite realizar mejor la digestión, la gestación, el crecimiento y desarrollo de las crías. Sin embargo, existen estudios en donde se registran refugios con temperaturas y humedades muy altas y que de la misma forma son escogidos por los murciélagos. Como es el caso de los quirópteros que habitan la cueva del Bellaco.

De acuerdo a la zonación de la cueva del Bellaco, la zona A (los primeros 20 m) presenta el valor más bajo de temperatura con 23.5°C y 70% de humedad relativa, estos valores bajos con respecto al interior de la cueva probablemente sean por la influencia del exterior; mientras que para las zonas B, C y D se registraron valores de temperatura y humedad muy altos que durante la época de secas y de lluvias variaron muy poco. La temperatura es el factor abiótico más importante en la selección microclimática que efectúan algunas especies de murciélagos (López-Wilchis, 1989). Según algunos autores (Núñez, 1984; Silva, 1979; De la Cruz, 1991 y en prensa) las causas de estas altas temperaturas y humedades y por tanto del calentamiento del aire son ocasionados por la respiración, el calor irradiado y el agua que evaporan los murciélagos.

Las modificaciones del microclima producidas por estas grandes colonias de murciélagos no se limitan al calentamiento y a la modificación de la humedad de los salones que habitan (zona C y D), sino que, muchas veces, afectan grandes partes de las restantes galerías (zona B) y son capaces de modificar los patrones de circulación del aire de toda la caverna.

Censos.

Como lo mencionan Thomas y LaVal (1988) existen varios métodos para realizar censos y estimar el número de murciélagos dentro de un refugio que pueden englobarse dentro de dos grandes categorías: 1.- El monitoreo cuando los murciélagos entran o salen del refugio y 2.- El monitoreo cuando descansan dentro de éste.

En este estudio, con el propósito de obtener una estimación confiable y dadas las características de la cueva se decidió probar una variante dentro del método fotográfico (cámara de video) para cada una de las dos categorías de monitoreo.

En la cueva del Bellaco la colonia de murciélagos de la familia Mormoopidae está formada por muchos miles de individuos (94 822) que ocupan en estrecha asociación las dos últimas cámaras de la cueva, Dalquest y Walton (1970) señalan que los mormópidos forman grandes colonias, circunstancia que se cumple en esta cueva: En cuanto a la especie *Natalus stramineus* (15 951 individuos) se tienen registradas cifras sobre el gregarismo que la especie alcanza en algunas cuevas. Ceballos y Galindo (1984) mencionan que forman colonias numerosas de hasta 300 individuos y que no ocupan un refugio en forma constante, por lo que el tamaño de la colonia puede variar considerablemente en pocos días. Evento que no ocurre en la cueva del Bellaco.

La diferencia entre el número de individuos contados que se obtuvo entre las dos variantes fue un porcentaje muy bajo (7.5) en comparación con otros métodos utilizados por diversos autores en donde llegan a presentar hasta un 50% de diferencia (Bateman y Vaughan, 1974).

Otros autores como Rodríguez-Durán y Lewis (1987) han utilizado métodos fotográficos utilizando la salida de los murciélagos para realizar los conteos, el número total de individuos estimado en una cueva de calor en Puerto Rico (La Cucaracha) fue estimado

en 728400 con un error estándar de 23 400 individuos, asumiendo que todos los murciélagos abandonan la cueva en un promedio de 6 horas y que necesitan pasar 34 murciélagos por segundo por un agujero de 1.5 m².

Con los resultados obtenidos al realizar el conteo de la comunidad de murciélagos, cabe mencionar que con otro tipo de métodos como el de captura-recaptura (Jolly, 1965; Lincoln, 1930;) se puede obtener otro modelo de información.

Al comparar los resultados del método fotográfico (Rodríguez-Durán y Lewis, 1987) con los del presente trabajo lo primero que salta a la vista es que él considera como una columna constante en el número de individuos (34 por segundo); mientras que en el presente estudio durante el tiempo total de la salida de los murciélagos, se observaron entre 7 y 16 cambios en el flujo de salida y cada uno de éstos se contabilizó por separado. Los primeros ejemplares que salieron de la cueva, salieron a las 18:30 hrs. y el flujo de salida fue aumentando progresivamente hasta alcanzar gran intensidad (18:45 hrs), en total se distinguieron los 7 y 16 cambios de flujo en la salida.

Probablemente la diferencia (21 450 individuos) en la cantidad de murciélagos registrada para cada época se deba a que el establecimiento de la colonia de maternidad se lleva a cabo en la época seca del año. Sin embargo, algunos autores comentan que los murciélagos utilizan diferentes refugios para diferentes funciones a lo largo de un ciclo anual, entre las que existen poblaciones transitorias, poblaciones de maternidad y poblaciones mixtas (Humphrey, 1971; López-Wilchis, 1989), por lo que no se puede descartar la idea de movimientos de los individuos de la comunidad hacia otros refugios cercanos. Es importante mencionar que desde los primeros organismos que abandonan la cueva hasta los últimos, se observaron siempre mezcladas a todas las especies, lo que se comprobó con la grabación y las capturas. Sampedro et. al. (1977) compararon el ciclo de movimiento nocturno de dos especies de murciélagos en una cueva de Cuba y encontraron que la duración total del período de actividad fue 40 minutos mayor en *Pteronotus fuliginosus* y que esta especie emergió más temprano y se retiró más tarde *Phyllonycteris*

poevi con una marcada discordancia cronológica entre ambas especies en cuanto a los períodos de salida y entrada al refugio.

Abundancia relativa.

Según la clasificación de Arita (1993) la familia Mormoopidae es integracionista porque tienden a ocupar cuevas con alta riqueza de especies. Su principal zona de descanso son las cuevas y el tamaño de la población va de mediano (100 a 10 000 individuos), a alto (más de 10 000 individuos) para *Mormoops megalophylla*, *Pteronotus davyi* y *P. parnellii*; y mediana sólo para *P. personatus*. La familia Natalidae también es considerada integracionista con poblaciones medianas a altas.

Al comparar lo anterior con los resultados obtenidos en la cueva del Bellaco los datos concuerdan perfectamente ya que se tienen murciélagos integracionistas con tamaños de población altos y medianos con una riqueza específica de cinco, en donde la especie más abundante es *Mormoops megalophylla* con 33 343 individuos y la especie menos abundante es *Pteronotus parnellii* con 10 745 individuos. Aún comparando con las proporciones obtenidas por el método de Bateman y Vaughan, *M. megalophylla* es el más abundante y *P. parnellii* es el de menor abundancia.

Distribución.

La especie en común habitante de cuevas calientes para México, Cuba y Puerto Rico es *Pteronotus parnellii* (Goodwin, 1970; Silva, 1979; Rodríguez y Reagan, 1984; Rodríguez-Durán y Lewis, 1987; y De la Cruz, 1991).

Rodríguez-Durán y Kunz (1992) mencionan que para las islas del Caribe hay una separación espacial de las especies dentro de la cueva, situación que no se presenta en la cueva del Bellaco, exceptuando a *Natalus stramineus* cuya colonia se encontró sólo en los lugares más frescos de la cueva, estos murciélagos tienden a colocarse más cerca del cuerpo de agua, por lo cuál es de suponer que este elemento puede jugar un papel importante en la regulación de la temperatura corporal de los natálidos.

Los murciélagos que usan estas cuevas calientes exhiben alto grado de hábitos gregarios y fidelidad al refugio. La mayoría de los murciélagos que viven en cuevas, como ya se mencionó, tienden a formar grandes concentraciones, al menos durante una época del año, otros por el contrario viven prácticamente como individuos aislados durante toda su vida; pero en ambos casos los números poblacionales son sensibles tanto a factores de índole natural como de perturbaciones inducidas por el hombre (De la Cruz, 1991; Rodríguez-Durán y Lewis, 1987; López-Wilchis, 1989). La primera situación está bien representada en la cueva del Bellaco ya que todas las especies encontradas forman grandes concentraciones de individuos en la zona C y D durante todo el año.

Reproducción.

Los murciélagos en general, presentan una amplia gama de patrones reproductivos y se ha sugerido que están en estrecha relación con factores como la hibernación, el período de lluvias, la altitud y la latitud (Kunz, 1982; López-Wilchis, 1989).

Los murciélagos tropicales presentan la preñez en la época de secas, período en el que la escasez de alimento es notable, en tanto que el destete y la lactancia son sincrónicos con el período de lluvias (Fleming, 1971; Wilson, 1973).

Las especies de la familia Mormoopidae tienden a formar colonias de un sólo sexo, mixtas o de maternidad, delimitando perfectamente las colonias por especies, sin embargo, en la cueva del Bellaco los cuatro mormópidos encontrados comparten indistintamente el sitio de descanso entre sí, aún en las colonias de maternidad que son establecidas entre las rocas del suelo. *Pteronotus parnellii* tiene su época reproductiva entre los meses de febrero y junio, y después de los nacimientos se establecen las colonias de maternidad; *P. personatus* se reproduce entre los meses de mayo y agosto; *P. davyi* lleva a cabo su reproducción entre febrero y agosto. Al realizar su estudio Hall y Dalquest en 1963, encuentran que *P. davyi* y *P. personatus*, en el mes de enero, las hembras están preñadas; lo que no ocurre para *P. parnellii* y *Mormoops megalophylla*. Por otro lado Walker (1968) registró hembras gestantes en los meses de enero, febrero, marzo y mayo para miembros del género *Pteronotus*, sin embargo nuestros datos amplían la época reproductiva por lo menos para *P. davyi*. En cuanto al número de embriones por hembra gestante siempre fue sólo uno, con lo cual se corrobora la afirmación de Carter (1970) de que las especies de la familia Mormoopidae son monótopas. La reproducción de *N. stramineus* es sólo una vez al año, en un período comprendido entre la primavera y el verano, cada hembra pare una sola cría, lo antes descrito concuerda con lo mencionado por diversos autores (Wilson, 1973; Herd, 1983; Ceballos y Galindo, 1984; Garrido y Fuentes, 1984).

Cabe resaltar que a pesar de que las colonias de maternidad se establecen en el suelo no es fácil reconocer la cantidad y las especies que se crían entre las rocas y en que momento de su vida se mueven hacia ese sitio, aunque al realizar observaciones y colectas sí se reconoció a la especie *Mormoops megalophylla* y *Pteronotus* sp.

Diversidad cavernícola

El ambiente cavernícola del Arroyo del Bellaco tiene características físicas particulares, como es el alto porcentaje de humedad en el aire, presentándose casi siempre

en niveles de saturación, así como la constancia de temperatura elevada y la obscuridad total; condiciones que con el tiempo han generado el medio adecuado para que muchas especies se encuentren habitando la cueva. La riqueza biológica obtenida fue de 68 especies y de este total, 63 son mantenidas por las cinco especies de murciélagos distribuidas en los cuatro biotopos ya mencionados, número que comparado con otros estudios similares realizados en otros países como Cuba y Brasil resulta ser muy elevado (Armiñana y Grande, 1987 a y b; Armas et al, 1988; Gnaspini-Netto, 1989 a; De la Cruz, 1991 y Avila y Pérez; 1993).

Sin duda alguna, los artrópodos son los animales cavernícolas más numerosos, seguidos por los murciélagos que representan un biotopo óptimo para diversos grupos de ácaros parásitos e insectos dípteros; estos ectoparásitos explotan diversos nichos del cuerpo del murciélago porque les proporcionan el recurso alimenticio necesario para su sustentación; en general la abundancia de ectoparásitos encontrados en el Bellaco es mayor, comparado con otros estudios realizados por Morales-Malacara (1980; 1982), Hoffmann et. al (1986) en otro tipo de cuevas en México.

El siguiente biotopo que se origina con la intervención de los murciélagos es el guano que resulta ser un medio muy rico en nutrimentos (Gnaspini-Netto, 1989 a). Este aporte energético es distribuido en la zona B sólo como una pequeña capa de aproximadamente 10 cm de espesor. Y en cúmulos a lo largo de la zona C y D que es donde, por la colonia de murciélagos, hay mayor depositación. El guano que encontramos dentro de ésta cueva de calor es de murciélago insectívoro donde se establecen diversas especies guanobias de donde la mayoría son saprófagas, y algunas guanófilas son consumidores primarios, que se alimentan de fauna guanobia, y otras pocas son omnívoras. Toda la riqueza específica del guano es originada por el aporte energético del mismo, manteniendo condiciones de aireación, humedad y temperatura constantes, éstas mantienen frescos a los nutrientes y su disponibilidad hace que exista un mayor establecimiento y riqueza de fauna guanobia y guanófila. Morales-Malacara (com. pers.) menciona que en cuevas que no se consideren de calor, que tengan temperaturas y humedades relativas bajas,

y además que existan cúmulos de guano de murciélagos hematófagos y frugívoros se nota una baja riqueza de especies.

Con relación al siguiente biotopo (estructuras parietales), la fauna que se encontró en éste, fue muy diversa, que aunque la mayoría son troglóxenas, tenemos especies saprófagas y algunas consumidoras, otras consumidoras primarias y secundarias que corresponden a las serpientes y a los marsupiales que se alimentan de macrofauna (quirópteros). Esta riqueza específica también está en relación al recurso alimenticio que es el guano y en comparación va en descenso directamente proporcional con la diversidad encontrada en el guano.

Hoffman *et. al.* (1986) mencionan que dentro del biotopo agua se pueden hallar diversos protozoarios que deben servir de alimento a rotíferos y crustáceos ostrácosos desafortunadamente en este trabajo no se incluyó un análisis del agua, pero se cree que en general todas las aguas pueden ser un recurso de aporte energético tanto por corrientes activas como por estanques cuya fauna forma una biocenosis particular. En el caso de la cueva del Bellaco el abastecimiento de agua es por corriente subterránea, el cuerpo de agua permanece estático y al depositarse el guano se forma un substrato viscoso que sustenta una pequeña población de macrofauna de decápodos filtradores, y a una especie de anguila que es consumidora de decápodos; ambos son habitantes actualmente permanentes, pero se cree que llegaron a la cueva por corriente de agua.

Interpretación de nutrientes.

Como es bien sabido el guano es muy útil como abono natural. La utilización de abonos se remonta hacia hace 5000 años y actualmente todavía es utilizado este tipo de abono para completar el ciclo de las sustancias nutritivas. Este guano es de tipo nitrogenado ya que contiene elementos en forma asimilable (especialmente nitrato, calcio y amoníaco)

(Finck, 1988). Aguilera (1989) menciona que es raro el suelo capaz de proporcionar todos los elementos esenciales durante largos períodos y en cantidad necesaria para producir altos rendimientos. En el caso del guano de la cueva del Bellaco no es considerado suelo pero representa un componente edáfico capaz de sustentar diversas comunidades debido a su rica composición y cuando empieza a decrecer esa riqueza es continuamente renovada por los murciélagos, haciendo esa fuente de vida inagotable; en el caso de que los murciélagos desaparecieran, todo el ecosistema de la cueva se vería seriamente afectado.

Lo anterior se justifica con la metabolización del guano por las poblaciones que se sustentan de los nutrientes de éste; el calcio y el magnesio se encuentran en niveles bajos y neutralizan el pH ácido y pasan a ser parte de los microorganismos, ellos asimilan los nutrientes y forman calcio metabólico y no mineral. El aumento de la población baja las concentraciones de calcio y magnesio por su metabolización, esto responde a esa baja que a su vez es aprovechada por la subida del valor de pH. El carbono y el potasio también tienen una relación con el aumento de la población ya que se contiene en gran cantidad en el guano y provee lo necesario para que los hongos crezcan en el sustrato y las poblaciones los transformen sin que pase a ser parte del metabolismo de los organismos.

De tal forma consideramos que los depósitos de guano juegan un papel primordial en el sostenimiento de muchas especies, que independientemente de los diferentes biotopos que necesitan para llevar a cabo y completar su ciclo de vida, el guano es la base de toda esa diversidad por el aporte tan elevado de nutrientes y materia orgánica que les proporciona, esos nutrientes se vuelven disponibles por la descomposición de la materia orgánica y pueden ser aprovechados por los organismos en forma de cationes y aniones. La materia orgánica se fermenta por acción de algunos microorganismos formándose proteínas, azúcares y grasa aportando nutrientes como nitrógeno, calcio, sodio, potasio, magnesio y carbono; incrementando así la capacidad de intercambio catiónico que es un indicador importante de fertilidad (García-Calderon, com. pers.).

Relación de los murciélagos con la abundancia de la fauna guanobia.

Con los dos ejemplos tomados, se puede apreciar que a mayor número de murciélagos, existe un mayor depósito de guano y, por lo tanto, de nutrientes; con esto las poblaciones guanobias, se ven beneficiadas para tener un aumento en sus poblaciones y que coincide con la disminución del número de murciélagos en la época de lluvias. Al terminarse los nutrientes, los guanobios empiezan a decrecer nuevamente y al llegar la época de secas, los murciélagos aumentan en abundancia proporcionando y renovando los nutrimentos necesarios para el sostenimiento de toda la fauna cavernícola.

Con el análisis estadístico se puede apreciar la relación inversa que existe con con el depósito de guano de los murciélagos y la fauna guanobia; los valores de significancia menores de 0.05 indican que la probabilidad de error es mínima, mientras que los valores significativos mayores de 0.05 indican un margen de error alto que puede estar influenciado por factores que no fueron tomados para el análisis estadístico, pero de todas formas queda demostrada la estrecha relación inversa de las variables.

Cadena Trófica.

Todos los organismos que constituyen los diferentes biotopos forman una compleja cadena alimenticia. En términos de flujo de energía, este sistema es esencialmente importante por lo siguiente: El origen de esta energía en la cueva del Bellaco depende exclusivamente de las deyecciones de la comunidad de murciélagos que ocurren en mayor proporción después de regresar a la cueva. Este puede ser depositado y acumulado directamente, creando así, el substrato idóneo para el establecimiento de las comunidades guanobias como seudoescorpiones, colémbolos, ácaros, etc. Estas, a su vez, sustentan a los depredadores que corresponden a arañas, ambliopígidios, ácaros, insectos, diplópodos, etc.

También puede ser filtrado el guano y perder algunos contenidos minerales y orgánicos dentro del cuerpo de agua. Estos pueden pasar a ser parte de los organismos filtradores y microorganismos; contribuyendo directamente a la cadena alimenticia; las anguilas por su parte, son consumidoras y se pueden alimentar de decápodos y de los murciélagos que caen al agua accidentalmente. Otros depredadores como serpientes y marsupiales (y humanos) toman a los murciélagos a la hora de la salida de la cueva.

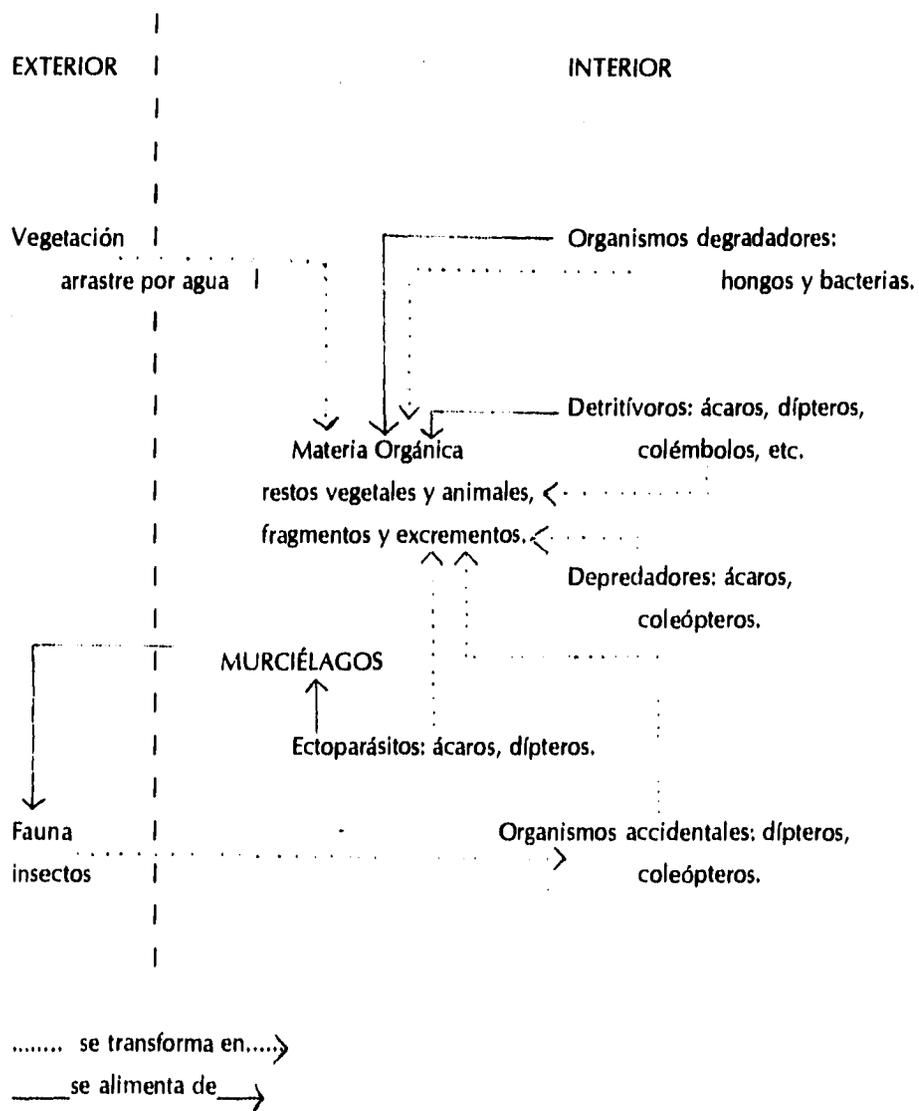
Como aporte esporádico pero constante son otros murciélagos moribundos y crías que accidentalmente caen o mueren por alguna causa y son consumidos por larvas de coleópteros.

De esta manera teóricamente se presenta el flujo de energía a través del ecosistema de esta cueva, en la figura 19 (modificado de Horts, 1972). En ella podemos ver que el mayor aporte de materia orgánica del exterior es acarreado por los murciélagos, seguido por la corriente de agua, denotando que el total de energía desprendida (en todas las formas) se realiza dentro de la cueva.

Es por lo que se supone que la remoción o alteración de la colonia de murciélagos puede actuar seriamente sobre el balance natural y conducir a la extinción de por lo menos el 94% de la fauna cavernícola; la fauna externa corresponden a al 6%, respectivamente y no está afectada tan directamente.

Además de afectar el balance natural dentro de la cueva, el papel ecológico que juegan los murciélagos insectívoros en los ecosistemas externos también se ven afectados, ya que, son importantes reguladores de insectos que pueden ser nocivos para la agricultura. Schmidly (1991) reporta que un murciélago insectívoro (con un peso corporal de 20 gr.) llega a consumir de 5-10 gr. de insectos por noche. Si tomamos en cuenta el número de murciélagos de la cueva del Arroyo del Bellaco en la época seca del año (100,050) y los cinco gramos como valor mínimo de su consumo por noche, tendríamos que en una noche llegan a consumir aproximadamente 500 kg. de insectos.

Figura 19. Flujo de Energía de la Cueva del Bellaco.



CONCLUSIONES.

Las características morfológica (una sólo vía muy reducida de acceso a los salones interiores) climáticas (altos niveles de temperatura y humedad relativa), y biológicas (alta concentración de murciélagos y abundante fauna cavernícola) ya señalada para la cueva del Arroyo del Bellaco, concuerdan por completo con la tipificación propuesta para "cuevas calientes" de Cuba.

La colonia de murciélagos de la cueva del Bellaco está representada por cuatro especies de la familia Mormoopidae y una de la familia Natalidae. De las cuales, la especie más abundante fué *Mormoops megalophylla* y la menos abundante *Pteronotus parnellii*.

Todos los quirópteros que habitan la cueva del Bellaco conforman una colonia de un tamaño aproximado de 121 500 individuos durante la época seca y 100 050 en la época de lluvias.

La concentración más grande de murciélagos mormópidos dentro de la cueva se localiza en las zonas C y D, mientras que para los natálidos es al final de la cueva sobre el cuerpo de agua.

La época reproductiva de los mormópidos y los natálidos en la cueva del Bellaco es durante los meses de marzo a junio y de mayo a agosto, repectivamente.

La diversidad animal cavernícola en esta cueva resultó ser una de las más altas, con 68 taxa en comparación con los registros existentes para México e incluso para algunas cuevas similares en Cuba.

Con el incremento del depósito de guano y por lo tanto de nutrientes, se denota el aumento de las poblaciones guanobias.

Dentro de la cueva del Arroyo del Bellaco se realizan cadenas tróficas que están sustentadas básicamente por la presencia de los murciélagos.

Por todo lo antes mencionado se concluye que de existir la remoción o alteración de la colonia de murciélagos, se actuaría sobre el balance natural y puede conducir a la extinción del 94% del total de la fauna encontrada en esta cueva. Además, cabe resaltar la importancia potencial del papel ecológico que desempeñan las dos familias de murciélagos (Mormoopidae y Natalidae) estudiadas, que debido a su tipo de alimentación funcionan como reguladores de poblaciones de insectos posiblemente nocivos a la agricultura.

También es necesario hacer conciencia del papel ecológico que juegan las cuevas como reservorios bióticos. Ya que estos resultan ser muy sensibles a la acción del hombre, lo que sumado al atractivo de estas cuevas, ha provocado que sean de las más evidentemente afectadas por el hombre y de las que menos atención conservacionista reciben.

Como cualquier otro recurso natural, las cuevas y, sobre todo, la fauna que en ellas vive, deben ser manejadas de manera conciente y ordenada para poder explotarlas sin llegar a crear un desequilibrio que las destruya.

RECOMENDACIONES.

Realizar programas de educación ambiental a las poblaciones cercanas a las cuevas de calor, sobre la buena influencia de la fauna.

Continuar el programa de investigación de este tipo para trabajos subsecuentes.

A continuación se anotan algunos consejos prácticos e indispensables que serán de mucha utilidad en el trabajo de cuevas calientes:

Instale adecuadamente los pasos difíciles para que ofrezcan una rápida salida al exterior en caso de: falta de aire, dolor de cabeza, deshidratación, etc.

Cuando tenga sed no tome grandes cantidades de agua, sino pequeños sorbos, si es posible añadir dextrosa con anterioridad es mucho mejor o añadir sales rehidratantes al agua de consumo.

Dentro de sus posibilidades efectuar jornadas de trabajo relativamente cortas.

A continuación ofrecemos información acerca de algunas enfermedades que se pueden adquirir en cualquier cueva (Armiñana y Grande, 1990).

Histoplasmosis

Se le conoce por histoplasmosis o enfermedad de Darling. Es causada por un hongo (*Histoplasma capsulatum*) y se caracteriza por una micosis generalizada de gravedad variable, cuya lesión primaria puede localizarse en pulmones.

La infección es común pero la enfermedad clínica **no**.

Se conocen cinco formas clínicas asintomáticas, con sólo hipersensibilidad a la histoplasmina. Aquí sólo mencionaremos tres de las formas más comunes:

1) Forma respiratoria aguda benigna: Donde puede variar desde una afección respiratoria leve, hasta una enfermedad que deja al paciente temporalmente incapacitado, con malestar general, debilidad, fiebre, dolores torácicos, tos seca y húmeda.

2) Forma diseminada crónica: En esta forma los síntomas varían, tales como fiebre inexplicable, anemia, placas neumónicas, hepatitis, endocastitis, meningitis, visceración de la membrana de la boca e intestino, infección de las glándulas suprarrenales, pero generalmente asintomáticas, estos síntomas son más comunes en el adulto de sexo masculino.

3) Forma pulmonar crónica: Clínic y radiológicamente se asemeja a la tuberculosis pulmonar crónica. Siendo más común en varones mayores de 40 años. Además los portadores son aves, murciélagos, perros, gatos y otros animales.

Leptospirosis.

Se le conoce con el nombre de la enfermedad de Weil, ictericia o espiroquética y es causada por una bacteria (*Leptospira* sp.).

Es un grupo de infecciones que se caracterizan por manifestaciones variables como, fiebre catalargias, escalofríos, malestar intenso, vómitos, mialgia y conjuntivitis, ocasionalmente se observa meningitis, erupción cutánea, etc.

Es un riesgo ocupacional ya que se registra entre personas expuestas al agua dulce contaminada, por la orina de animales o tejidos contaminados de los mismos. Teniendo como reservorios a los animales domésticos de granjas como bovinos, caballos, perros y cerdos; con frecuencia ratas y otros roedores, ciertos animales silvestres como quirópteros, reptiles y anfibios.

Rabia hidrofóbica lisa

Infección causada por un virus. Se describe como una encefalomielitis aguda, casi siempre mortal. El primer ataque comienza con una sensación de angustia, cefalea, fiebre, malestar general y alteraciones sensoriales imprecisas, a menudo relacionadas con el sitio. Todo lo anterior deriva de una herida local anterior, consecuencia de la mordedura de un animal rabioso.

La enfermedad evoluciona hasta presentar parasia o parálisis, produciéndose espasmos en los músculos de deglución, cuando el paciente trata de deglutir agua (hidrofobia).

Muchos de los carnívoros salvajes y domésticos entre ellos los perros, gatos murciélagos hematófagos, frugívoros e insectívoros y otros mamíferos que muerden presentan un reservorio. Los conejos y las ratas rara vez están infestados y las mordeduras nunca obligan a la profilaxis antirrábica.

En especial, cuando se maneje alguna de estas especies se debe de tener especial cuidado como lo recomienda Villa, (et. al., 1967), ya que aunque no pueden presentar sintomatología del padecimiento al momento de la colecta o antes de sacrificarlo pueden estar infectados.

Por lo que se recomienda en el caso de mordedura por algún quiróptero el tratar de capturarlo y mantenerlo vivo, si por algún motivo el murciélago muriera, se recomienda conservar la calma, congelarlo inmediatamente y llevarlo a un centro de salud para que se le realice al organismo la prueba de diagnóstico de rabia. Y al paciente se le aplique **sólo una** inyección de profilaxis en el caso de que no resulte positiva la prueba.

Si el resultado es positivo para el quiróptero, se recomienda al paciente informarse bien, acerca de los tipos de vacunas que existen debido a la peligrosidad existente a futuro que hay en éstas.

LITERATURA CITADA

- Adams, J. 1989. *Pteronotus davyi*. **Mammalian Species**. No. 346: 1-5 pp.
- Aguilera, N. 1989. **Tratado de Edafología de México**. Fac. Ciencias. U.N.A.M. 305 pp.
- Arita, H. T. 1993. Conservation Biology of the Cave Bats of Mexico. **J. Mamm.**, 74(3):693-702.
- Armas, L. F., M. Palacios, R. Novo y T. Iglesias. 1988. Fauna de la cueva La Barca, Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba.
- Armas, L. F., R. Novo Carbo y M. E. Palacios Lemagne. 1989. Notas sobre la fauna de Cueva de la Ventana, Península de Guanahacabibes, Cuba. Rep. Inv. Inst. Ecol. Sist., Acad. Cien. Cuba., ser. **Zoología**, 9:1-12.
- Armas, L. F., R. Armiñana, J. E. Travieso y L. O. Grande. 1990. Breve caracterización de la artropofauna de tres cuevas calientes de la provincia Villa Clara, Cuba. **Poeyana**, 394:1-14.
- Armiñana, R. y L. O. Grande. 1987a. Artropofauna de la cueva de los "Bichos". Depto de Biología. Fac. Bio-Geo-Quim. Cuba. 22 pp.
- Armiñana, R. y L. O. Grande. 1987b. Artropofauna de la cueva de los "Maja". Depto de Biología. Fac. Bio-Geo-Quim. Cuba. 22 pp.
- Armiñana, R. y L. O. Grande. 1990. Metodología para el estudio de la Espeleofauna de las Cuevas Calientes. Manuscritos del Comité Espeleológico y el Depto. de Biología. Academia de Ciencias de Cuba. 13 pp.
- Avila, A. y A. Pérez. 1993. La fauna de la cueva de las dos Anas, Sistema Cavernario, Pinar del Río, Cuba. **Mundos Subterráneos. UMAE**. México, D.F., 4:18-30.
- Bateman, G. y T. A. Vaughan. 1974. Nightly activities of mormoopid bats. **J. Mamm.** 55:45-65
- Bernath, F. R. y T. H. Kunz. 1981. Structure and dynamics of arthropod communities in bat guano deposits in buildings. **Can. J. Zool.**, 59:260-270.
- Best, T. L., S. D. Carey, K. G. Caesar & T. H. Henry. 1992. Distribution and abundance of bats (Mammalia: Chiroptera) in Coastal Plain caves of southern Alabama. **NSS Bulletin** 54:61-65 pp.

- Bezem, J. J., J. W. Sluiter. P. F. van Heerdt. 1960. Population statistics of five species of the bat genus *Myotis* and one of the genus *Rhinolophus*, hibernating in the cave of S. Limburg. **Extast des Archiv. Neeerland. Zool.**, 13:511-539.
- Braack, L. E. O. 1989. Artropod Inhabitants of a Tropical Cave "Island" Environment Provisioned by Bats. **Biological Conservation**, 48: 77-84 pp.
- Carta Topografica 1:50 000 Soledad de Doblado E14B 48 VERACRUZ.
- Carter, D. C. 1970. Chiropteran reproduction. Pp. 233-246. En about bats (B.H. Slaughter and D. H. Walton, Eds.), Southern Methodist Univ. Press. Dallas
- Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. **Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México**. Limusa. México. 299 pp.
- Davis, R. B. 1964. Note worthy records of Mexican and Central American bats. **J. Mamm.** 45:375-387.
- Davis, R. B. 1966. Homing performance and homing hability in bats. **Ecol. Monographs**, 36:201-237.
- Dalquest, W.W. y E.R. Hall. 1949. Five bats new to the known fauna of Mexico. **J. Mamm.** 30:424-427.
- Dalquest, W.W. 1950. The genera of the Chiroptera Family Natalidae. **J. Mamm**, 31:436-443.
- Dalquest, W.W. y H. J. Werner. 1954. Histological aspects of the fases of North American bats. **J. Mamm.** 35:147-160.
- Del Castillo, L. Tesis Profesional. Estudio faunístico de dos comunidades guanobias en cavernas de Veracruz. En prensa. UNAM. Ciencias.
- De la Cruz, J. 1991. Bioecología de las Grutas de Calor. Conferencia Magistral presentada en el Primer Congreso de la Unión de Sociedades Espeleológicas de México, Mérida, Diciembre de 1991.
- De la Cruz, J. y A. A. Socarras. Garrapatas (Acarina: Argasidae) de las cuevas de calor de Cuba. **Cien. Biol. Acad. Cienc. Cuba**. En Prensa.
- Finck, A. 1988. **Fertilizante y Fertilización**. Reverté. España. 439 pp.

- Findley, J. S & D. E. Wilson. 1982. Ecological Significance of Chiropteran Morphology. cology of Bats. 243-260. En **Ecology of Bats**. (Kunz T. H. Ed.) Plenum Publishing Corporation. New York, 425 pp.
- Fleming, T. H. 1971. *Artibeus jamaicensis*: delayed embrionic development in neotropical bat. **Science**, 171:402-404
- Garcia, E. 1988. **Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen**. México. 217 pp.
- Garrido, R.D. y S.P. Fuentes. 1984. Patrón de reproducción del murciélago insectívoro *Pteronotus parnelli mexicanus* Miller, 1902 (Chiroptera: Mormoopidae). **Rev. Biol. Trop.**, 32(2):253-262.
- Ginet, R. y V. Decou. 1977. *Initiation a la biologie et a l'ecologie subterraines*. Jean Pierre Delarge Ed. Paris, Francia. 341 pp.
- Gnaspini-Netto, P. 1989a. Análise comparativa da fauna associada a depósitos de guano de morcegos cavernícolas no Brasil. **Revta bras. Ent.** 33(2):183-192.
- Gnaspini-Netto, P. 1989b. Fauna associated with bat guano deposits from brazilian caves (a comparison). 10 Congress of Speleology. Budapest, Hungary. 52-54 pp.
- Gnaspini-Netto, P. 1992. Bat guano ecosystems a new classification and some considerations with special references to neotropical data. *Mémoires de Bioespeologie*. 19:135-138.
- Gobierno del estado de Veracruz. 1979. Veracruz y sus Recursos Naturales. Inst. Mex. de Rec. Nat. Renov. México. 193 pp.
- Gómez, A. 1965. **La Vegetación de México**. Bol. Soc. Bot. Mex. 29:76-120.
- Goodwin, G. G. 1970. Mammals from the state of Oaxaca, Mexico, in the **Bulletin of American Museum of Natural History**. 141:1-269 pp.
- Grande, O. Luis. 1993. Estudio Bioespeleológico en una Cueva Caliente de la provincia de Villa Clara "cueva del gato". Manuscritos del Comité Espeleológico y el Depto. de Biología. Academia de Ciencias de Cuba. 21 pp.
- Hall, E. R. y W.W. Dalquest. 1963. The Mammals of Veracruz. Univ. Kansas., Mus. Nat. Hist. 14:165-362.
- Hall, E. R. 1981. **The mammals of North America**. Wiley-Interscience, New York. 1117 pp.
- Herd, R.M. 1983. *Pteronotus parnellii*. **Mammalian Species**. No.209, pp.1-5.

- Hoffmann, A. y J.G. Palacios-Vargas y J.B. Morales-Malacara. 1986. **Manual de Bioespeleología**. U.N.A.M. 274 pp.
- Horst, R. 1972. Bats as a Primary Producers in a Ecosystem. **American Caver**. 34:49-54 pp.
- Humphrey, S. R. 1971. Photographic estimation of population size of the mexican freetail bat *Tadarida brasiliensis*. **Amer. Midland Nat.**, 86:220-223.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1981. Carta Topográfica de Coatepec.
- Islas, R. M. 1990. Aspectos Físicos y Recursos Naturales del Estado de Veracruz I. Textos Universitarios. Jal. Ver. 39 pp.
- Jolly, J. M. 1965 Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. **Biometrika**, 52:225-247.
- Jones, J.K., Jr., P. Swanepoel, y C.D. Carter. 1977. Annotated checklist of the bats of Mexico and Central America. **Occas. Papers Mus. Texas Tech Univ.**, 47:1-34.
- Kunz, T. H. 1982. Roostin ecology. Pp. 1-56. En *Ecology of bats* (Kunz T.H. Ed.) Plenum Publishing Corporation, New York, 425 pp.
- Kunz, T. H. 1988. *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Smithsonian Institution Press Washington, D.C. London. 245 pp.
- Lackey, J. A. 1970. Ditrributional records of bats from Veracruz. **J. Mamm.** 51(2):384-385.
- Lincon, F. C. 1930. Calculating waterfowl abundance on the basis of ban Jing returns. U. S. Dept. Agric. Circ., 118:1-4.
- López, R. 1983. **Geología de México**. Edición Escolar. México, D.F. Tomo III. 453 pp.
- López-W. R. 1989. *Biología de Plecotus mexicanus* (Chiroptera: Vespertilionidae) en el Estado de Tlaxcala, México. Tesis Doctoral. U.N.A.M. 227 pp.
- Llopis, N. 1970. **Fundamentos de hidrogeología kárstica**. Editorial Blume. Madrid. 270 pp.
- McNab, B. K. 1982. Evolutionary Alternatives in the Physiological Ecology of Bats. 151-200. En: *Ecology of Bats*. (Kunz T. H. Ed.) Plenum Publishing Corporation. New York, 425 pp.
- Medellín, R. y W. López-Forment. 1986. Las cuevas un recurso compartido. **An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx. Ser. Zool.** 56(3):1027-1034,30-XI.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- Medellín, R., D. Navarro L., W. B. Davis, y V. J. Romero. 1983. Notes on the biology of *Micronycteris brachyotis* (Dobson) (Chiroptera), in souther Veracruz, Mexico. **Brenecia**. 21:7-11.
- Morales-Malacara, J. B. 1980. Acaros ectoparásitos de murciélagos de cuevas del Estado de Morelos. **Folia Entomol. Mex.** 45:70-71.
- Morales-Malacara, J. B. 1982. Acaros asociados a murciélagos de la Gruta de Aguacachil, Taxco, Guerrero. **Folia Entomol. Mex.** 54:107:109.
- Morales-Malacara, J. B., G. Castaño-Meneses & J.A. Monterrubio. Bioespeleología de seis cavernas del área central de Veracruz. Resúmenes del XXVIII Congreso Nal. de Entomología. pp. 42-43.
- Morales-Malacara, J. B. y J. Monterrubio. 1992. Informe de Biología de Campo de Veracruz. Facultad de Ciencias. No publicado.
- Nowak, R. y J. L. Paradiso. 1983. Walker's Mammals of the World. The Jons Hopkins University Press. London. Vol.1 pp. 169.
- Nuñez, A. 1984. **Cuevas y Carsos**. Ed. Militar. La Habana. 431 pp.
- Palacios-Vargas, J. G. & J. B. Morales-Malacara. 1983. Biocenosis de algunas cuevas de Morelos. **Mém. Bioespéol**, X 163-169 pp.
- Palacios-Vargas, J. G., I. M. Vasquez & J. B. Morales-Malacara. 1985. Aspectos faunísticos y ecológicos de la gruta de Juxtahuaca, Gro. México. **Mém. Bioespéol**, XII 135-141 pp.
- Pérez, G., P. Robles & J. Robles. 1984. **Ecosistemas de México**. REFOSA. México, D.F. 197 pp.
- Rains, T. 1989. **Caves of Mexico**. Asocc. Mex. Cave Stud. Austin, Texas, USA. 229 pp.
- Ramírez-Pulido, C. Britan, A. Perdomo, y A. Castro. 1986. **Guía de los Mamíferos de México**. U.A.M. Iztapalapa. México, D.F., 720 pp.
- Reddell, J. 1981. A Review of the Cavernicole Faune of Mexico, Guatemala and Belize. **Texas Mem. Mus. Univ. Texas. Austin Bull.**, 27:1-327.
- Rehn, J. A. 1902. A revision of the genus *Mormoops*. **Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia**, 54:160-172.

- Rehn, J. A. 1904. A study of the bats the genus *Chilonycteris*. **Proc. Acad. Sci. Philadelphia**, 56:181-207.
- Rodríguez, G. A., & D. P. Reagan. 1984. Bat predation by the Puerto Rican boa, *Epicrates inornatus*. **Copeia**, 219-220 pp.
- Rodríguez-Durán, A. & A. R. Lewis. 1987. Patterns of population size, diet, and activity time for a multispecies assemblage of bats at cave in Puerto Rico. **carib. J. Sci.** 23(3-4): 352-360 pp.
- Rodríguez-Durán, A. & T. H. Kunz. 1992. *Pteronotus quadridens*. **Mammalian Species**, 395:1-4.
- Rzedowsky, J. 1988. **Vegetación de México**. Limusa. México. 403 pp.
- Sampedro-Marin, A., O. Torres-Fundora y A. Valdez de la Osa. 1977. Observaciones Ecológicas y Etológicas sobre Dos Especies de Murciélagos Dominantes en las "Cuevas Calientes" de Cuba. **Poeyana**, 160:1-18.
- Schmidly, D. J. 1991. **The bats of Texas**. Texas A. & M. Univ. Press. United States. 188 pp.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1982. Estado de Veracruz. Mapa de Geología. Inst. Nac. de Estad., Geog. e Inform.
- Silva, T.G y R.H. Pine. 1969. Morphological and behavioral evidence for the relationship between the bat genus *Brachyphylla* and the *Phyllonycterinae*. **Biotropica**, 1 (1):10-19.
- Silva, T.G. 1979. **Los murciélagos de Cuba**. Editorial Academia, Habana, Cuba, 423 pp.
- Smith, J.D. 1972. Systematics of the Chiropteran Family Mormoopidae. **Misc. Publ. Mus. Nat. Hist., Univ. Kansas**, 56:1-132.
- Thomas, D. W. & R. K. LaVal. 1988. Survey and Census Methods. 77-89. En: *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. (Kunz T. H. Ed.) Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. 529 pp.
- Trajano, E. y P. Gnaspini-Netto. 1990. Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise preliminar da distribuição dos taxons. **Revta bras. Zool.** 7(3):383-407.
- Trajano, E. y J. R. De Alencar. 1992. Estudo da fauna de cavernas da provincia espeleologica Arenítica Altamira-Itaituba, para. **Rev. Brasil. Biol.**, 51(1):13-29.