



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIO SSUPERIORES
IZTACALA**

**"ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD DE
MURCIELAGOS DE LA CUENCA DEL RIO ZIMATAN EN
LA COSTA DE OAXACA".**

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T A
HERNANDEZ CHAVEZ BEATRIZ REBECA



DIRECTOR DE TESIS: DR. MIGUEL ANGEL BRIONES SALAS

MEXICO, D. F.

2003



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

*No te des por vencido, ni aún vencido,
no te sientas esclavo, ni aún esclavo
trémulo de pavor, piénsate bravo
y arremete feroz, ya mal herido.*

*Ten el tesón del clavo enmohecido,
que ya viejo y ruin, vuelve a ser clavo,
no la cobarde intrepidez del pavo
que amaina su plumaje al primer ruido.*

*Procede como Dios, que nunca llora
o como el Diablo, que nunca reza,
o como el robledal, cuya grandeza
necesita del agua y no la implora...
¡Que muerda y vocifere vengadora
ya rodando en el polvo, tu cabeza!*

Almafuerte.

*Je combattrai pour la primauté de l'Homme sur l'individu-
comme de l'universel sur le particulier.
Je combattrai pour l'Homme Contre ses ennemis.
Mais aussi contre moi-même.*

Antoine de Saint Exupéry.

A mis padres Raymundo y Ma. Esther...
... con mi más grande admiración, amor y respeto.

A mis hermanos Mario, Tania, Raymundo y Claudia.

A mi abuelita Virginia Cervantes Rodríguez.

*A Víctor Hugo, porque eres parte de esto, de mi pasado, mi presente y mi
futuro.*

*A ese ente que no comprendemos, ni conocemos, ni sabemos si existe pero que
algunos llamamos Dios.*

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

GRACIAS

INDICE

Indice de Cuadros.....	I
Indice de Figuras.....	II
Agradecimientos.....	III
Resumen.....	1
1. Introducción.....	2
2. Antecedentes.....	6
3. Objetivos e Hipótesis.....	10
4. Area de estudio.....	11
5. Materiales y Métodos.....	15
5. 1. Trabajo de campo y laboratorio.....	15
5. 2. Análisis de datos.....	16
6. Resultados.....	22
6. 1. Listado taxonómico.....	22
6. 2. Esfuerzo de captura.....	23
6. 2. 1. Esfuerzo de captura por localidad.....	23
6. 3. Abundancia Total.....	26
6. 3. 1. Abundancia total por localidad.....	26
6. 3. 2. Abundancia Relativa.....	27
6. 3. 3. Abundancia Relativa por localidad.....	28
6. 4 Dominancia.....	30
6. 5. Representatividad del muestreo.....	31
6. 6. Diversidad alfa.....	33
6. 6. 1. Diversidad beta.....	34
6. 6. 2. Diversidad gama.....	35
6. 7. Gremios tróficos.....	36
6. 8. Reproducción.....	37
6. 9. Distribución temporal.....	40
6. 10. Similitud.....	42
7. Discusión.....	44
7. 1 Listado taxonómico.....	44
7. 2 Esfuerzo de captura.....	44
7. 3 Abundancia Total.....	45
7. 3. 1. Abundancia total por localidad.....	45
7. 3. 2. Abundancia Relativa.....	46
7. 4. Dominancia.....	47
7. 5. Diversidad.....	47

7. 5. 1. Diversidad alfa.....	48
7. 5. 2. Diversidad beta.....	49
7. 5. 3. Diversidad gama.....	49
7. 6. Gremios tróficos.....	50
7. 7. Reproducción.....	51
7. 8. Conservación.....	51
7. 9. Similitud.....	53
8. Conclusiones.....	54
9. Literatura citada.....	55
Anexo 1. Abundancia relativa total.....	64
Anexo 2. Abundancia relativa por localidad.....	65
Anexo 3. Evidencias reproductivas de las especies capturadas.....	66

INDICE DE CUADROS

- Cuadro 1. Localidades de colecta en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag. 11).
- Cuadro 2. Listado taxonómico de las especies de quirópteros registradas en cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag. 22).
- Cuadro 3. Esfuerzo de captura para la comunidad de murciélagos de la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag. 24).
- Cuadro 4. Esfuerzo de captura para la comunidad de murciélagos en cada una de las tres localidades de colecta en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca. (A) Campamento Tortuguero; (B) Laguna de Barra de la Cruz y (C) Rancho San Lorenzo (Pag. 25).
- Cuadro 5. Dominancia de murciélagos total, por localidad y por temporada en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag. 30).
- Cuadro 6. Índice de Shannon-Wiener anual y por temporada para las localidades de colecta (Pag. 33).
- Cuadro 7. Índice de Shannon-Wiener por temporada en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag. 33).
- Cuadro 8. Diversidad temporal de murciélagos en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag. 34).
- Cuadro 9. Resultados del índice de Whittaker de diversidad beta en las tres localidades muestreadas en la cuenca del río Zimatán, costa de Oaxaca (Pag. 35).
- Cuadro 10. Diversidad gama de algunas comunidades de murciélagos en regiones neotropicales del país (Pag. 35).
- Cuadro 11. Estructura por gremios tróficos y por tamaños de la comunidad de murciélagos de la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag. 37).
- Cuadro 12. Distribución temporal de las especies capturadas en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag. 41).
- Cuadro 13. Índice de similitud de Simpson para la comunidad de murciélagos de la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca y siete áreas naturales del trópico Mexicano (Pag. 42).
- Cuadro 14. Índice de similitud de Simpson para las localidades de colecta de la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag. 42).

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Mapa de localización del área de estudio y de las localidades de colecta en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag. 12).
- Figura 2. Climograma (precipitación/temperatura) de la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag. 13).
- Figura 3. Número de especies de murciélagos registradas en los periodos de colecta en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag. 26).
- Figura 4. Abundancia total por periodo de muestreo para las tres localidades de éste estudio (Pag. 27).
- Figura 5. Abundancia relativa de las especies capturadas en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca, calculada con base al esfuerzo de captura (Pag. 28).
- Figura 6. Abundancia relativa de las especies registradas en las tres localidades de la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca. (A) Campamento Tortuguero, (B) Laguna de Barra de la Cruz y (C) Rancho San Lorenzo (Pag. 29).
- Figura 7. Curva acumulativa total de especies de murciélagos por periodo de muestro en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag. 31).
- Figura 8. Curvas acumulativas por localidad, por periodo de muestreo en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca. (A) Campamento Tortuguero, (B) Laguna de Barra de la Cruz y (C) Rancho San Lorenzo (Pag. 32).
- Figura 9. Actividad reproductiva de las cinco especies más abundantes a lo largo de 11 periodos de colecta en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca (Pag 38).
- Figura 10. Dendograma de similitud de la comunidad de murciélagos de la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca con otras siete comunidades tropicales del país. (Pag. 43)

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no sería lo que es sin el apoyo de muchas personas e instituciones pero quiero agradecer en primer lugar a mis padres Raymundo Hernández Cervantes y Ma. Esther Chávez Sánchez, quienes siempre han respetado todas y cada una de mis decisiones y me han dado la pauta para forjar mi propio futuro, gracias por sus palabras, por enseñarme a enfrentar, amar y respetar la vida, por estar siempre conmigo y confiar en mí, pero sobre todo, gracias por entregarme todo ese cariño sin el cual no habría podido llegar hasta este momento.

Al Dr. Miguel Angel Briones Salas, por invitarme a formar parte de su equipo y trabajo, gracias por tu paciencia, porque sé que a veces no era muy fácil soportarme. Gracias por enseñarme a trabajar en campo y por compartir conmigo tus conocimientos.

Al M en C. Antonio Santos por su ayuda en la obtención de los resultados y el análisis de los datos.

Al Biólogo José García por su ayuda en la elaboración del mapa.

A mis compañeros de campo y laboratorio Jacqueline, Florencio, Jaime, Anita,, Pepe, Toño, Miguel, Chela, Tony y Víctor, por todas esos días y noches que hicieron más amenas con su compañía.

A la C. P. Magdalena Miguel Gutiérrez, encargada de los proyectos de SIBEJ, de verdad, mil gracias.

A la gente de Barra de la Cruz, Sra. Eva, Ruth, Zaira, y Misahel y de Rancho San Lorenzo, Don Agustín y Don Timoteo, por su ayuda y compañía durante el trabajo de campo, por acogernos como de su familia y permitirnos trabajar en sus tierras.

A Avelino, por tus recorridos dentro de la selva y tu ayuda durante todo el trabajo de campo.

A Pilo, por ser mi ángel de la guarda.

A mis sinodales, Dra. Catalina Beatriz Chávez Tapia, M. en C. Patricia Ramírez Bastida, Biol. Leticia Espinosa Avila y M. en C. Héctor M. Molina Bezies, por su paciencia y sus comentarios para enriquecer este trabajo.

Al M. en C. Rodolfo García Collazo, por ser mi profesor y mi amigo.

Al Biol. Víctor Hugo Castillo Pérez, por tu compañía, cariño, comprensión, infinita paciencia hacia mí, pero sobre todo por tu aguante y el amor que me has brindado, GRACIAS, por estar conmigo en todos los momentos de los últimos cinco años de mi vida; tú sabes que esto no lo hubiera terminado sin ti.

Al Dr. Fernando A. Cervantes Reza por brindar el espacio para trabajar en la Colección Nacional de Mastozoología, así como a Yolanda Hortelano y Julieta Vargas por su ayuda con el material de laboratorio.

Al Sistema de Investigación Benito Juárez (SIBEJ) por el apoyo brindado a través del proyecto “Desarrollo comunitario sustentable en la costa de Oaxaca”, clave 19980503008, así como al Dr. José de la Paz Hernández, a quién también le agradezco de manera infinita su confianza.

Al Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (WWF), por el apoyo otorgado mediante el proyecto “Estudio de la diversidad para la conservación de los mamíferos de la sierra costera Oaxaqueña”, clave S051.

A la Coordinación General de Posgrado e Investigación (CGEPI) por el sustento que otorgó por medio del proyecto “Diversidad, distribución y conservación de los mamíferos de la selva seca de la costa de Oaxaca”, clave 200328.

Al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR, Oaxaca. IPN), por hacer de mi estancia, en ese Estado, más placentera, por el préstamo de sus instalaciones y por el apoyo logístico otorgado durante todo el trabajo de campo y de laboratorio.

A todos los murciélagos, objetivo de este estudio, capturados, liberados y sacrificados, porque sin ellos nada de lo que hay aquí, sería posible.

A la Maestra Lourdes Dorantes por haber tenido la paciencia de enseñarme a leer y escribir.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, por permitirme ser parte de ella... con cariño y respeto.

RESUMEN

El estado de Oaxaca presenta la mayor biodiversidad del país, dentro de éste, la región costera está considerada como prioritaria para su conservación por la riqueza biológica que posee, sin embargo, el conocimiento de su mastofauna es todavía incompleto y nulo con respecto a los quirópteros. Por este motivo, el objetivo de este trabajo fue contribuir al conocimiento de la comunidad de murciélagos que habita en la cuenca del río Zimatán en la costa de Oaxaca. El estudio se realizó en tres zonas de selva baja caducifolia con diferente grado de perturbación. Se efectuaron 11 muestreos, de mayo de 1999 a abril del 2000. Para la captura de los organismos se utilizaron redes de niebla; a cada ejemplar capturado se le tomaron las medidas convencionales para quirópteros y se registraron las evidencias reproductivas. Se calculó la abundancia total y relativa de las especies, la diversidad α , β y γ , la dominancia, la estructura trófica y la similitud, que también se comparó con otras áreas tropicales del país. Se colectaron un total de 208 organismos pertenecientes a 20 especies; *Artibeus intermedius* fue la más abundante. El valor de diversidad α para toda la comunidad fue de $H' = 1.05$ y fluctuó entre $H' = 0.717$ y $H' = 0.9494$. La diversidad β promedio fue de 0.5 y el valor de diversidad γ fue de 19, valor que se ubica ligeramente por debajo de otras áreas con el mismo tipo de vegetación. Contrario a lo esperado, la abundancia y diversidad más elevadas se registraron en la zona con mayor grado de perturbación así como en la temporada seca. La estructura trófica estuvo compuesta por siete gremios, los frugívoros especialistas fue el mejor representado con 6 especies. Los patrones reproductivos se analizaron únicamente para las especies más abundantes y todas se acoplaron al patrón poliéstrico estacional. El coeficiente de similitud fue el esperado con respecto a las áreas que presentan el mismo tipo de vegetación. Los resultados reflejan una fuerte tendencia hacia la preservación, no únicamente de áreas en aparente buen estado de conservación, sino también de las áreas aledañas que sirven de soporte o amortiguamiento no solo a ciertas especies que encuentran en estos sitios alimento y refugio apropiado para sobrevivir, sino también a la zona mejor conservada de toda el área.

INTRODUCCION

Los estados del sureste mexicano concentran la mayor parte de la diversidad biológica del país; tan solo Chiapas, Oaxaca y Veracruz albergan el 70% de las especies vegetales y animales conocidas en México. Oaxaca es el estado más rico en especies de vertebrados mesoamericanos y endémicos estatales, como consecuencia de que en esta área se entrelazan dos de las principales regiones biogeográficas del planeta: la neártica y la neotropical (Ramírez Pulido *et al.*, 1986; Ramírez-Pulido y Müdespacher, 1987; Mittermeier y Goettesch, 1992; Flores-Villela y Geréz, 1994). En esta gran zona de contacto, se encuentra una mezcla de elementos faunísticos y florísticos del norte y sur de América (Mittermeier y Goettesch, 1992).

La flora de ésta región es también de las más diversas, además de que concentra un alto porcentaje de especies endémicas. Se identifican para el estado 19 tipos de vegetación (INEGI, 1988), dentro de los cuales está la Selva Baja Caducifolia, Bosque Tropical Caducifolio (Rzedowski, 1978) o Selva Seca (Miranda y Hernández, 1963). Esta vegetación se caracteriza por una alta densidad de plantas en el sotobosque y dosel y porque la mayoría de las plantas (95 %) pierde sus hojas durante la época de secas. La altura promedio de los árboles es de 15 m. La producción de hojas está determinada por la concentración de agua, la cual es mayor en junio y julio al principio de la época de lluvias; otra de sus características, es la marcada estacionalidad que presenta, con una época de sequía que va de noviembre a mayo y la de lluvias que comprende de junio a octubre (Rzedowski, 1978). Este tipo de vegetación, en 1990 cubría el 5.84% del área de Oaxaca (Flores-Villela y Geréz, 1994) y albergaba el 19.6% de las especies de vertebrados endémicos de Mesoamérica, lo que lo situaba en el cuarto lugar de diversidad a escala nacional.

Desgraciadamente, investigaciones recientes destacan el enorme impacto que este tipo de vegetación ha sufrido a través del tiempo. Tales estudios indican que originalmente la Selva Baja Caducifolia representaba alrededor de 269,555 km², es decir, el 14% de la superficie forestal del país (Rzedowski, 1990). Sin embargo, para la década de los 90's la superficie con Selva Baja Caducifolia en buen estado de conservación solamente representó 72,850 km² (27%), mientras que los estados alterado (27%) y degradado (23%) representan el 50%. Cabe destacar que el 23% (60,375 km²) restante ha desaparecido. A nivel mundial se habla de una tasa de deforestación de 1.9% anual, lo que equivale a 306,000 ha/año (Banco Mundial, 1994; Massera *et al.*, 1997). Sin duda, la principal causa de la

deforestación de las Selvas Bajas Caducifolias, en México y América, es la expansión de la frontera agropecuaria (Janzen, 1988; Toledo *et al.*, 1989; Carabias y Arizpe, 1993; Ceballos y García, 1995, 1997; Massera *et al.*, 1997).

A pesar de las tendencias de deterioro que este tipo de vegetación muestra y la importancia que representa por su extensión, diversidad y número de endemismos de flora y fauna, existen pocos estudios que destaquen a los bosques tropicales secos (Cervantes *et al.*, 2001); además de que la información referente a su estado de conservación y dinámica de cambio es escasa (Massera *et al.*, 1997).

Se ha sugerido que la Selva Seca del oeste del país cuenta con el mayor número de vertebrados terrestres endémicos a nivel de género y especie (Ceballos, 1995 b; Cervantes *et al.*, 2001). Al mismo tiempo, alberga cerca del 34% de todos los vertebrados del país, que incluyen por lo menos 164 especies de mamíferos (Ceballos y García, 1995; Ceballos y Miranda, 2000).

Los mamíferos constituyen el 18% (439) de las 2,401 especies de vertebrados terrestres de México (Flores-Villela y Geréz, 1994). Por su importancia biológica, amenaza de desaparición y considerando su potencial de aprovechamiento, es necesario profundizar en el conocimiento de los aspectos ecológicos e históricos relevantes para su adecuada investigación, conservación y manejo en el país (Iñiguez y Santana, 1993; Cervantes *et al.*, 1994).

La Clase Mammalia puede dividirse en dos grandes grupos, mamíferos terrestres y mamíferos acuáticos y a su vez, los terrestres se clasifican en voladores y no voladores. Como se sabe, los únicos mamíferos con verdadera capacidad para volar son los pertenecientes al Orden Chiroptera, mejor conocidos como murciélagos, “ratones voladores o viejos”, y muchas veces mal llamados vampiros (Villa, 1966; Kunz, 1982; Lovett, 1991).

Los quirópteros, por sus atributos como tamaño corporal, amplio conocimiento de su taxonomía, distribución, comportamiento, ciclo de vida y hábitos de algunas especies, así como su gran conspicuidad, además de ser, en México, el segundo orden de mamíferos con mayor número de especies, son un grupo que se considera parámetro o focal, por lo que se pueden utilizar para monitorear la diversidad de las áreas a estudiar (Fávila y Halfpter, 1997), o generar información necesaria para la conservación de los recursos naturales (Calderón, 2000; Amin y Medellín, *en prensa*).

Los murciélagos son organismos sumamente importantes e indispensables para los ecosistemas debido a que tienen una gran variedad de hábitos alimentarios (Tuttle, 1970; Kunz, 1982; Lovett, 1991; Ceballos y Miranda, 2000). Ciertas especies son excelentes controladoras biológicas de algunas poblaciones de insectos plaga; otras son

polinizadoras de árboles y plantas, como el agave azul, del que se obtiene el pulque, el mezcal y el tequila; también son magníficos dispersores de semillas, manteniendo así la diversidad de zonas áridas y tropicales. En los trópicos americanos muchas plantas dependen para su polinización total o parcialmente de los murciélagos. Una de las ventajas de la polinización por murciélagos es la gran movilidad de estos animales, por lo que existe la posibilidad de que el polen y las semillas sean transportados a distancias considerables (Galindo-González, 1998; Ceballos y Miranda, 2000). Los murciélagos hematófagos o “vampiros” únicamente son tres especies de las 950 existentes en el mundo y sólo una se alimenta de sangre de mamíferos, debido a esto puede llegar a ser una plaga ya que a veces transmite la rabia parálítica y causa la muerte de algunos animales domésticos, sobre todo de ganado vacuno (Villa, 1966; Turner, 1975). Otros gremios tróficos que presentan estos organismos son la piscivoría y la carnivoría. Por último, su excremento, llamado guano, es utilizado como fertilizante natural de primera calidad en algunas partes del país y del mundo (Villa, 1966; McNab, 1971; Fleming *et al.*, 1972; Kunz, 1982; Reid, 1997).

Desafortunadamente, poca gente aprecia la importancia de los murciélagos y la mayoría no distingue entre los vampiros y otras especies, lo que provoca una indiscriminada destrucción de los hábitats e innecesaria persecución de benéficos e inofensivos murciélagos y lleva a una disminución dramática de sus poblaciones en el país (Tuttle, 1970; Reid, 1997).

Por otro lado, la existencia de las comunidades como unidades naturales aún es un punto de discusión. Sin embargo, una comunidad puede definirse como un conjunto de poblaciones de organismos vivos que habitan un espacio y tiempo determinado (Pianka, 1982; Begon *et al.*, 1988). Existe un consenso sobre la necesidad de obtener información de cómo están estructuradas y la forma en que éstas cambian según el espacio y el tiempo en donde se encuentran; para esto se utilizan algunas propiedades emergentes en una comunidad susceptibles de medición en ambas dimensiones, tales como la riqueza específica, abundancia relativa, diversidad, estructura trófica, biomasa, y modalidades reproductivas de las especies que la componen, formas de crecimiento e interacciones de orden superior. Asimismo existen factores que originan gradientes en estas propiedades, enmarcadas dentro de la teoría ecológica contemporánea, sobre la cual se han generado y probado hipótesis. Entre estos factores están los componentes zoogeográficos que confluyen en una región, la heterogeneidad espacial, el tiempo, la dominancia, la estabilidad o equilibrio, la competencia, la depredación, la productividad y los factores abióticos (Sosa, 1997).

El parámetro más simple para cuantificar la diversidad es la riqueza específica que posee, es decir, el número de especies presentes en un lugar dado (Whittaker, 1975; Krebs 1985). Tanto la diversidad como la riqueza de especies pueden ser estudiadas en tres niveles principales: 1) Diversidad Alfa, que se refiere a la riqueza de especies y diversidad que posee un hábitat determinado; 2) Diversidad Beta, que es la existente dentro de una región que posee diferentes hábitats (medida como el reemplazo de especies entre diferentes tipos de hábitats) y 3) Diversidad Gama, que considera la diversidad de especies (Alfa) entre un conjunto de hábitats (Beta), como una medida de heterogeneidad del paisaje (Cody, 1975; Whittaker, 1975; Sosa 1997).

Todas las especies existentes en los ecosistemas, buenas o malas a los ojos de los seres humanos, juegan un papel clave en su buen funcionamiento y si alguna de ellas se extinguiera o desapareciera se desencadenarían reacciones inesperadas en el ambiente, causando la desaparición de los ecosistemas y por ende el empobrecimiento y la paulatina desaparición de la especie humana (Ceballos, 1995 a; Ceballos y García; 1995, 1997; Cruz, 1997). El conocimiento detallado del número y el tipo de especies de flora y fauna presentes en un área geográfica determinada es fundamental en diversos aspectos de la conservación biológica, (Cervantes *et al.*, 1994) por ello es necesario proteger los lugares que sean más representativos con respecto a la cantidad y endemismos de especies vegetales y animales, así como en la diferencia de los ecosistemas presentes en el área debido a que al conservar un ambiente se protegen cientos o miles de especies. Lo que se haga en los próximos años, en materia de conservación y uso adecuado de los recursos naturales, dará la posibilidad de detener consecuencias irremediabiles para el desarrollo económico, cultural y ambiental de México en los siglos venideros (Mittermeier y Goettesch, 1992; Soberón y Llorente, 1993 a; Dirzo y Raven, 1994; Soberón y Sarukhán, 1994; Ceballos, 1995 a).

ANTECEDENTES

Mamíferos en Oaxaca.

Schaldach (1964), presenta observaciones ecológicas y biológicas relativas a 26 especies de pequeños mamíferos de la región Istmeña de México; de éstas, 20 pertenecen al Orden Chiroptera y aparentemente registra dos nuevas especies de éste orden, para la fauna mexicana.

Goodwin (1966), publica un reporte preliminar sobre los mamíferos colectados por T. McDougall en el sureste de Oaxaca, más tarde en 1969 publica su obra titulada “Mammals of Oaxaca State in the American Museum of Natural History”, donde compila los datos generados por Audry Buller en 1890, Thomas McDougall de 1943 a 1947, Ernest S. Boot de 1951 a 1956, William J. Schaldach Jr. en 1961, M. D. Tuttle en 1961 y A. L. Tuttle en 1962; registra para el estado un total de 87 especies de murciélagos.

Webb y Baker (1969), realizan un estudio sobre la fauna de vertebrados en el suroeste de Oaxaca, hacen énfasis en que la topografía altamente accidentada y los cambios dramáticos en el clima y la altitud, reflejan una diversidad de la vida animal y de la flora. Obtuvieron 84 especies de vertebrados terrestres que representan anfibios, reptiles y pequeños mamíferos, los cuales incluyen a 39 especies de quirópteros.

Bonilla *et al.* (1988), realizan un estudio sobre la fauna de la sierra de San Felipe Oaxaca y mencionan 19 especies de murciélagos para esta zona.

Cervantes y Yépez (1995), presentan un inventario mastofaunístico en los alrededores Salina Cruz en la costa de Oaxaca en donde reportan 26 especies del orden chiroptera, de éstas una es endémica del país (*Rhogeessa parvula*).

Briones *et al.* (1999), llevan a cabo una investigación sobre los mamíferos de los bosques Húmedos del Noreste de Oaxaca, manejan datos sobre ecología, estado de conservación y uso y manejo de las especies de mamíferos y de las comunidades vegetales presentes en el área.

Castillo (2002), presenta un trabajo sobre los mamíferos de la costa sudeste de Oaxaca, en el que registra 43 especies que incluyen a 20 de quirópteros, proporciona información básica sobre la biología, hábitat, tipos de dieta y situación actual, en materia de conservación, de estos organismos.

Hernández (2002), realiza un trabajo similar al anterior en el Parque Nacional “Huatulco”, solo que éste se enfoca a mamíferos medianos de los cuales registra 20 especies. Aunque este trabajo no está relacionado con los murciélagos, es importante mencionarlo ya que es de los primeros de su clase en esta gran área tan importante para la preservación de la flora y la fauna mexicanas, así como de los recursos naturales.

Ecología de comunidades de quirópteros.

McNab (1971); Fleming *et al.* (1972) y Bonaccorso (1979), describen los hábitos de forrajeo, repartición de los recursos, patrones reproductivos, de movimiento y horarios de actividad en diferentes comunidades de murciélagos de América Central (Panamá y Costa Rica) y de las islas del Caribe (Jamaica y Las Antillas). Los tres utilizan el cociente de Hutchinson, (1959) para separar las especies de acuerdo a su peso o tamaño (corporal o de antebrazo), McNab además toma en cuenta el tamaño de la partícula y el tipo del alimento. Fleming y colaboradores muestran que los murciélagos de América Central presentan, al menos, cuatro patrones reproductivos (monoéstrico estacional, poliéstrico estacional, una temporada de actividad larga con un periodo corto de inactividad reproductiva y activos todo el año). Bonaccorso reporta los horarios de actividad de las especies del mismo gremio trófico para que no ocurra competencia sobre un mismo recurso.

Medellín *et al.* (1992), presentan un trabajo sobre la ubicación zoogeográfica de la Selva Lacandona, a través de su fauna de quirópteros; mencionan que la gran diversidad de ésta selva probablemente se deba a tres componentes: un elemento amazónico, un elemento endémico de mesoamérica y finalmente un elemento migratorio. Medellín (1993), analiza la estructura y diversidad de la comunidad de murciélagos en la selva Lacandona, Chiapas; sus resultados demuestran que la diversidad de estos organismos en esta región es la más alta registrada para el país y que solo está por debajo de La Selva en Costa Rica a nivel mundial; con respecto a la estructura reporta que los murciélagos están distribuidos en 11 gremios tróficos y menciona que la época de reproducción coincide con la de mayor disponibilidad de alimento.

Arita (1993), menciona que la riqueza de murciélagos encontrada en el país es la que se esperaría encontrar en un país neotropical con su extensión, además de que ésta riqueza, entre los estados de la república, está determinada primordialmente por las condiciones de temperatura y precipitación asociadas a un gradiente altitudinal.

Iñiguez (1993), presenta un estudio sobre los patrones ecológicos en la comunidad de murciélagos de la sierra de Manantlán, Jalisco; encontró un total de 27 especies y las clasifica de acuerdo a su distribución altitudinal en especies de zona alta, zona baja y en todo gradiente. Menciona brevemente el ciclo reproductivo de dos especies (*Sturnira ludovici* y *Dermanura tolteca*).

Navarro y León-Paniagua (1995), realizan un estudio de comunidades de quirópteros a lo largo de un gradiente altitudinal en la Sierra Madre Oriental de Querétaro, enlistan 29 especies y mencionan que la riqueza de éstas, así como la densidad y la biomasa están relacionados con la altitud.

Sosa (1997), estudia las diversidades α , β y γ de manera espacial y temporal de la comunidad de quirópteros en el noreste de la Península de Yucatán, así como su abundancia, dominancia, gremios tróficos y modalidades reproductivas. Menciona que la información recabada y publicada en su trabajo es la primera en su tipo y provee de suficiente información para el diseño de estrategias para la conservación y manejo de áreas naturales protegidas o no a escala local, regional y nacional.

Moreno y Halffter (2001), analizan lo mismo que Sosa (1997), pero en el estado de Veracruz y en un paisaje fragmentado, es decir que posee varios tipos de hábitat y con diferente grado de perturbación. En una dimensión espacial encontraron que el valor de diversidad γ depende del valor de diversidad α y que el valor de diversidad β fue muy bajo. En una dimensión temporal encontraron que los promedios de diversidad α , β y γ varían de manera considerable y atribuyen esto a los cambios de abundancia y diversidad de las especies por espacios de tiempo muy cortos.

Galindo-González (1998), realiza un trabajo sobre la dispersión de semillas por murciélagos en Los Tuxtlas Veracruz; concluye que los hábitos de forrajeo de algunos murciélagos de la familia Phyllostomidae van de 1 a 20 Km y son importantes en el proceso de regeneración de la selva en potreros abandonados.

Ecología de comunidades de quirópteros en Oaxaca.

Briones (1988), realiza un estudio sobre la distribución geográfica de los mamíferos de la zona noreste de Oaxaca y reporta por primera vez para el estado *Tonatia brasiliense*. En 1997 enlista 23 especies de murciélagos de la sierra

Mazateca de Oaxaca. En 1998 publica el primer registro, para el estado de Oaxaca, del murciélago desértico sureño (*Bauerus dubiaquercus*).

Calderón y Briones (1998), realizan una revisión de colecciones mastozoológicas, nacionales e internacionales, así como una revisión de literatura, obtienen un total de 90 especies registradas y reportadas para el estado.

García (1998), analiza los cambios en la comunidad de murciélagos a través de gradientes altitudinales en la Mixteca Alta de Oaxaca; reporta 18 especies de murciélagos y observa que existe un mayor número de especies en las altitudes más cercanas al nivel del mar.

Calderón (2000), presenta un trabajo sobre diversidad y estructura de comunidades en un gradiente altitudinal en Ixtlán, Sierra Norte de Oaxaca, reporta 23 especies, trabaja con índices de diversidad, α , β y γ ; reporta nueve gremios tróficos; un solo tipo de reproducción y menciona que la abundancia y diversidad más altas se encontraron en bosques tropicales y a altitudes menores a 1500 msnm.

Briones *et al.* (*en prensa*), realizan un estudio de diversidad de murciélagos en un gradiente altitudinal de la sierra Mazateca, Oaxaca y concluyen que el área de estudio muestra valores de diversidad β altos y diversidad α y γ moderados, en comparación con otras regiones del país; mencionan que los esfuerzos enfocados a la conservación de la diversidad biológica deben considerar gradientes de elevación de presumible alta tasa de recambio.

Los trabajos de investigación sobre murciélagos en el estado son escasos y nulos para el área de estudio, la cual es uno de los relictos de Selva Baja Caducifolia bien conservados en el país y actualmente se ve amenazada por una alta tasa de deforestación y el mal uso de los recursos naturales en ella presentes. Por lo tanto y dada la importancia de los murciélagos en los procesos de regeneración de las selvas y áreas deforestadas así como para obtener datos acerca del estado de conservación y diversidad de un área determinada, este trabajo pretende contribuir al conocimiento de la comunidad de murciélagos de la cuenca del río Zimatán en la costa del Estado de Oaxaca, México, principalmente en aspectos de diversidad α , β y γ , estructura trófica y modalidades reproductivas.

I.Z.T.



OBJETIVOS

Objetivo general.

- ❖ Conocer la diversidad, estructura trófica y composición de la comunidad de murciélagos en tres zonas con diferente grado de perturbación, en la cuenca del río Zimatán en la costa de Oaxaca.

Objetivos particulares.

- ❖ Estimar la abundancia relativa, dominancia y similitud de las especies de murciélagos en cada localidad examinada.
- ❖ Determinar la diversidad espacial y temporal de cada localidad (diversidad alfa), la tasa de recambio que hay entre éstas (diversidad beta) y para toda la comunidad en conjunto (diversidad gama).
- ❖ Mostrar la estructura trófica de las especies de murciélagos en relación a su tamaño y gremio trófico.
- ❖ Observar los patrones reproductivos de las especies más abundantes a lo largo del periodo de colecta.

HIPOTESIS

1 Ho: Si la diversidad y abundancia de los murciélagos no están relacionadas con el grado de perturbación que se registra en las tres zonas de muestreo, entonces esperaríamos encontrar diferencias significativas entre estos parámetros de cada una de las zonas muestreadas.

Ha: Si la diversidad y abundancia de los murciélagos dependen del grado de perturbación, siendo éstas, más altas en los lugares mejor conservados, entonces esperaríamos encontrar valores más altos, de diversidad y abundancia en la zona mejor conservada del área de muestreo.

2 Ho: Si la diversidad y abundancia de quirópteros no están en función de la estación del año, entonces esperaríamos encontrar valores similares de éstos parámetros a lo largo de todo el año.

Ha: Si la diversidad y abundancia de quirópteros están en función de la estación del año, entonces esperaríamos encontrar valores mayores de éstos parámetros en la temporada de lluvias que en la de secas.

AREA DE ESTUDIO

La zona se ubica hacia el sureste de la ciudad de Oaxaca, en la cuenca del río Zimatán, entre los 15° 47' 16"-16° 0' 0" de latitud Norte y 96° 0' 0"- 96° 7' 6" de longitud Oeste; con ríos intermitentes en la época de lluvias como el Chacalapa y el Ayuta (Figura 1).

Los muestreos se hicieron en tres localidades diferentes y se denominaron como sigue: localidad 1, **Campamento Tortuguero**, en la línea de costa a 2.5 Km al SE del poblado Barra de la Cruz en el Municipio de San Pedro Huamelula; con vegetación de marisma, duna costera y cultivos de árboles frutales (cítricos, plátano *Musa paradisiaca*, papaya *Carica papaya* y tamarindo *Tamarindus indica*, principalmente).

Localidad 2, **Laguna de Barra de la Cruz**, dentro del poblado Barra de la Cruz; en los alrededores la vegetación es, en su mayor parte, secundaria donde predomina un género de *Acacia* y cultivos de árboles frutales. Para llegar a este poblado se toma la carretera federal 190 que va de Oaxaca de Juárez a Salina Cruz, luego hacia el oeste por la carretera federal 200 con rumbo a Bahías de Huatulco, en el Km 277 se encuentra la desviación de terracería al poblado. Este se ubica a 40 minutos del complejo turístico Bahías de Huatulco.

Localidad 3, **Rancho San Lorenzo**, inmersa en la selva baja caducifolia con poca perturbación, a 13 Km al N de Barra de la Cruz, Municipio de San Miguel del Puerto; se realizó una noche de muestreo por localidad por mes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Localidades de colecta en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca.

Localidad	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud
Campamento Tortuguero (1)	15° 49' 56.64''	95° 56' 17.13''	10 msnm
Campamento Tortuguero (2)	15° 48' 23''	96° 0' 26''	10 msnm
Laguna de Barra de la Cruz (1)	15° 50' 12''	95° 58' 12''	40 msnm
Laguna de Barra de la Cruz (2)	15° 50' 12''	95° 58' 30''	40 msnm
Rancho San Lorenzo (1)	15° 56' 28''	96° 02' 19''	300 msnm
Rancho San Lorenzo (2)	15° 56' 20''	96° 01' 30''	300 msnm

En la mayor parte del área se encuentra bosque tropical caducifolio, donde las especies dominantes son *Bursera excelsa*, *Amphiterygium adstrigens*, *Ceiba sp.* y *Bursera simaruba* en el estrato arbóreo y *Acacia*, *Opuntia* y *Mimosa*

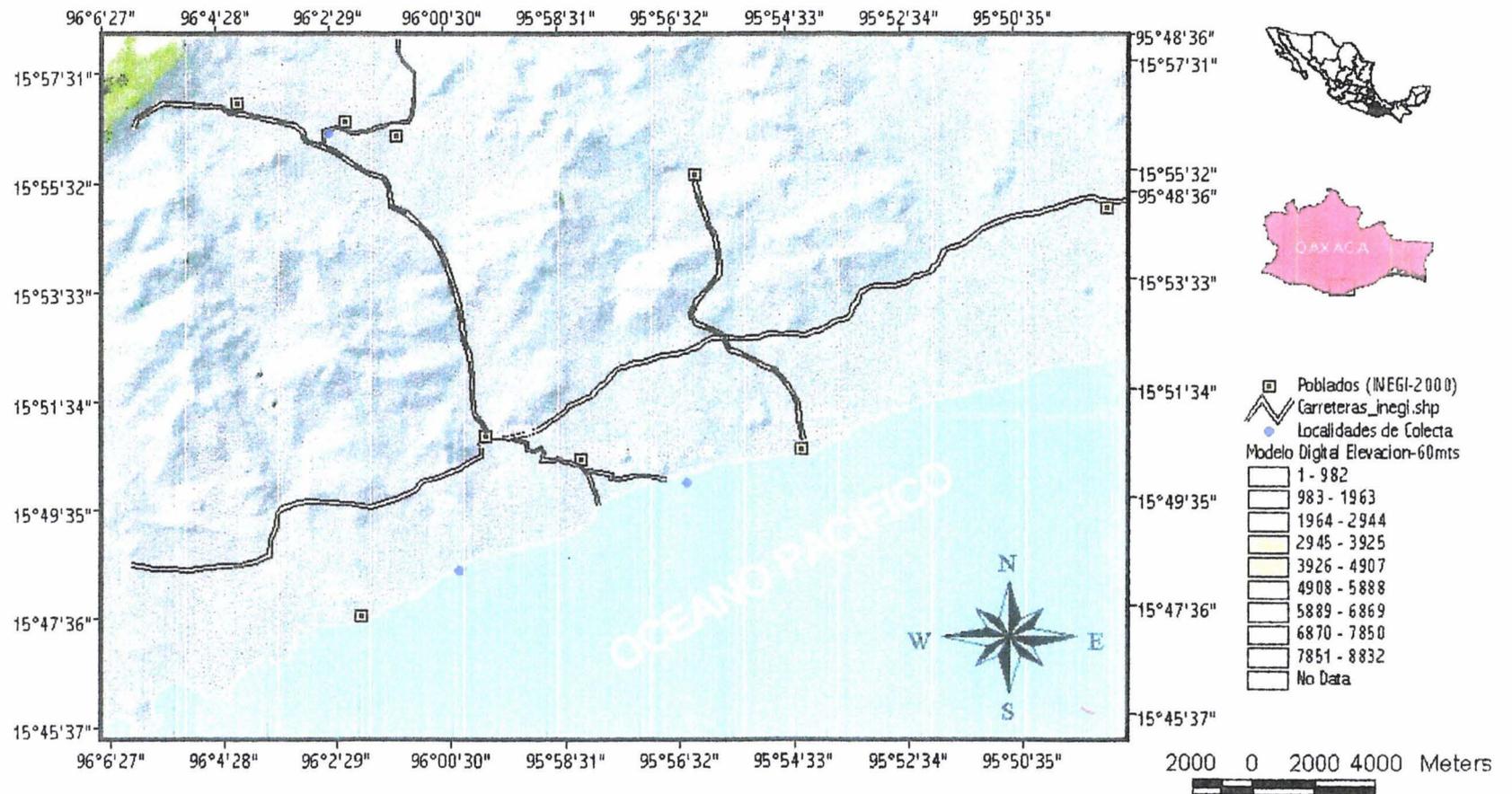


Figura 1. Localidades de colecta (puntos azules), en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca.

son los géneros representantes del estrato arbustivo (Rzedowski, 1978). También hay una pequeña parte de selva mediana subcaducifolia, así como vegetación secundaria arbórea y arbustiva y zonas de cultivo (INEGI, 1988).

El suelo está formado básicamente por rocas ígneas intrusivas (GNEIS), del Precámbrico, del Terciario y del Mesozoico, con calizas del Cretácico inferior (INEGI, 1988).

El clima del área pertenece a los cálidos subhúmedos (A). Sus características más importantes son una temperatura media anual de 26.8° C, con una mínima de 18.9° C en enero. Presenta dos máximos de lluvias separados por dos estaciones secas, una larga en la mitad fría del año y una corta en la mitad de la temporada lluviosa (w'). Del total anual de lluvias (2245 mm) presenta mas de 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco del año. Y el mes más cálido se presenta antes del solsticio de verano y de la temporada de lluvias (i). Por lo tanto, la clasificación completa del clima es Aw''i (García, 1973, 1989) (Figura 2).

La característica más importante de este tipo de clima es la precipitación estival de las lluvias, concentrándose en los meses de junio a octubre, con un prolongado periodo de sequía desde noviembre hasta mayo (Figura 2).

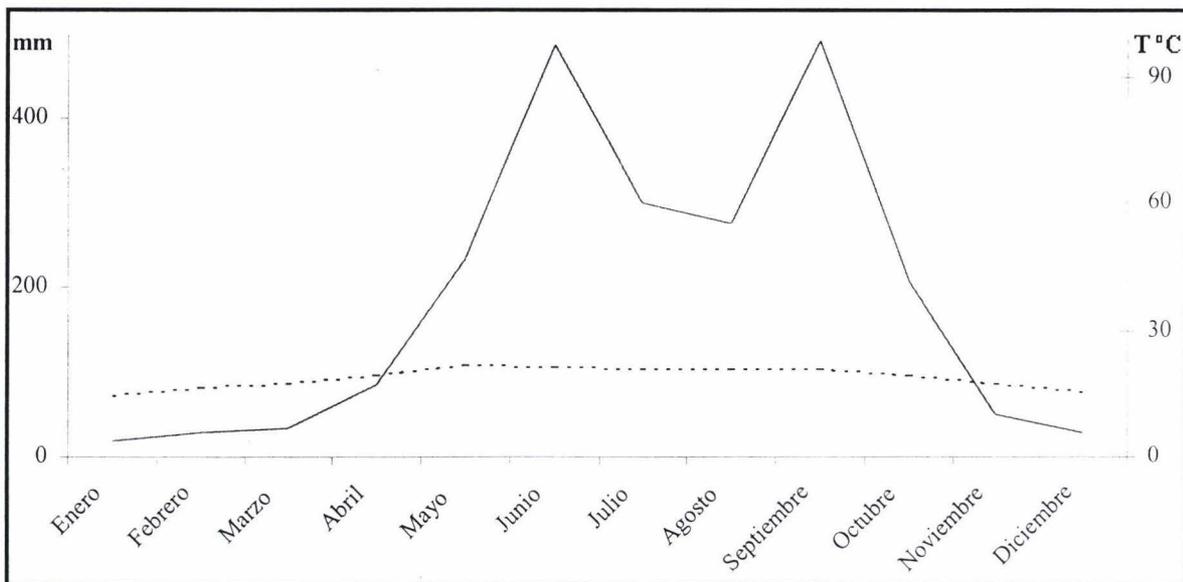


Figura 2. Climograma (precipitación/ temperatura) de la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca. La línea continua representa la precipitación, expresada en milímetros y la línea punteada representa la temperatura en °C. Se tomaron en cuenta bases de datos de 10 años de las dos estaciones meteorológicas más cercanas al área para obtener los datos que aquí se presentan.

MATERIALES Y METODOS

Trabajo de campo.

Se realizaron 11 salidas mensuales de 3 noches de muestreo cada una (una noche por localidad), durante el periodo de mayo de 1999 a marzo del 2000, de esta manera se abarcó la temporada de secas (noviembre a mayo) y la temporada de lluvias (junio a octubre).

Para la captura de los organismos se utilizaron de dos a cuatro redes de niebla (Mist-net) de 12.5 x 2.4 m con 30 mm de abertura de malla, las cuales se mantuvieron abiertas de las 18:00 a las 2:00 hrs., se revisaron cada media hora; se registró el número de horas que éstas estuvieron desplegadas en cada noche de trabajo, así como el número de redes utilizadas y los metros red que representaron, con el fin de calcular el esfuerzo de captura siguiendo el método propuesto por Medellín (1993).

Toma de datos de campo y trabajo de laboratorio.

De los organismos colectados se sacrificaron cinco ejemplares de la misma especie con la finalidad de corroborar su identificación, se siguieron las claves de Hall (1981); Álvarez *et al.* (1997). Los organismos sacrificados fueron depositados en piel y cráneo ó en alcohol al 70% en la colección mastozoológica del CIIDIR, Oaxaca. IPN (OAXMA). De cada individuo capturado se obtuvo: estado reproductivo para hembras (inactiva, gestante o en lactancia) y machos (testículos escrotados o abdominales), edad (cría, juvenil o adulto), medidas somáticas (longitud total, cola, pata, oreja y antebrazo) y peso (gr).

ANALISIS DE DATOS

Listado taxonómico.

Para el arreglo taxonómico de las especies capturadas se siguió el listado propuesto por Ramírez-Pulido *et al.* (1996).

Esfuerzo de captura.

Para cuantificar el esfuerzo de captura, se obtuvo para cada visita el producto del total de metros de red (sumando los de cada noche) por el total de horas trabajadas. La suma de los valores de cada visita arrojó el total de metros de red por hora (m red/h) (Medellín, 1993). De igual manera se cuantificó el esfuerzo para cada una de las localidades.

Abundancia relativa.

La abundancia relativa de las especies se obtuvo de la división del número de organismos de cada especie entre el esfuerzo de captura (m red/h), aplicado en cada localidad, de esta manera se obtuvo la abundancia relativa total, por especie, por localidad y por periodo de muestreo (Medellín, 1993).

Dominancia.

La abundancia de las especies expresa la dominancia de la comunidad; las especies dominantes suelen ejercer control intenso sobre las otras y el concepto de dominancia se ha utilizado desde hace mucho tiempo en la ecología de comunidades. La dominancia guarda una relación inversamente proporcional con la diversidad, es decir, si el valor de dominancia es alto el valor de diversidad es bajo y mientras uno disminuye el otro aumenta (Krebs, 1985). La dominancia se estimó por medio del índice modificado de McNaughton (Sosa, 1997), con la siguiente fórmula:

$$ID_A = 100 \times (Y_1 + Y_2) / Y$$

Dónde:

ID_A = Índice de dominancia modificado de McNaughton.

Y_1 = número de individuos por metro de red por hora (m red/h.) de la especie con mayor abundancia (especie más común).

Y_2 = número de individuos por metro de red por hora de la especie con segundo mayor valor.

Y = sumatoria del número de individuos por metro de red por hora de todas las especies presentes.

Se multiplica el número de individuos por los metros de red por hora para estimar la dominancia en función con el esfuerzo de captura aplicado. Este índice se estimó de manera total, es decir, para todo el estudio, por localidad, por temporada en cada localidad y por temporada. Los valores están expresados en porcentaje.

Representatividad del muestreo.

La curva acumulativa de especies se obtuvo tomando los periodos de muestreo como esfuerzo de captura. Para eliminar la influencia del orden en el cual los periodos son agregados al total, el orden de los periodos fue aleatorizado 100 veces usando el programa EstimateS 5.0 (Colwell, 1999); éste produce una curva acumulativa suavizada. Para estimar su representatividad se aplicó una ecuación asintótica basada en el modelo de dependencia lineal propuesto por Soberón y Llorente (1993 b) y Moreno y Halffter (2000).

DIVERSIDAD

Diversidad alfa.

Para estimar la diversidad alfa de la comunidad de murciélagos se usó el índice de Shannon-Wiener (Zar, 1984), el cual depende del número de especies y la uniformidad o equitatividad de la distribución del número de individuos de cada una de éstas; la diversidad será mayor si los individuos están distribuidos uniformemente entre las especies y menor si la mayoría pertenece a una sola especie y las otras sólo cuentan con pocos individuos (Medellín, 1993); también asume que los individuos son muestreados aleatoriamente de una población infinita y que todas las especies están representadas en el muestreo, además es el índice de diversidad más utilizado en trabajos similares, de ésta manera es más fácil comparar los resultados con otros estudios (Magurran, 1988).

$$H' = \frac{n \log_{10} n - \sum \epsilon f_i \log_{10} f_i}{n}$$

Dónde:

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

n = sumatoria de f_i ($\sum \epsilon f_i$)

f_i = número de organismos de cada especie.

La base logarítmica utilizada es 10 por ser la más comúnmente empleada (Zar, 1984), además de que puede convertirse fácilmente a cualquier otra base que se turne a favor (Lloyd *et al.*, 1968).

Una vez obtenidos los valores de diversidad para cada sitio y temporada, se compararon entre ellos por medio de la prueba de "t" de Student modificada por Hutcheson (1970), con la finalidad de saber si existen diferencias significativas entre la diversidad de las localidades y de las temporadas (Lloyd *et al.*, 1968; Zar, 1984).

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{S_{H'_1 - H'_2}}$$

Dónde:

t = t de Student modificada por Hutcheson (1970).

H'_1 y H'_2 = valores del índice de Shannon-Wiener a comparar.

$$S_{H'_1 - H'_2} = \sqrt{S^2_{H'_1} + S^2_{H'_2}}$$

La varianza de H' ($S^2_{H'}$) puede calcularse por medio de la siguiente fórmula:

$$S^2_{H'} = \frac{\sum \epsilon f_i \log^2 f_i - (\sum \epsilon f_i \log f_i)^2 / n}{n^2}$$

Dónde S , f_i y n son como se define en la fórmula del índice de Shannon-Wiener.

Con este mismo índice, se obtuvo el valor de diversidad máxima $H' \max = \log_{10} S$; dónde S se refiere al número de especies en la comunidad. La diversidad máxima es la que se esperaría encontrar en la comunidad si todas las especies tuvieran la misma abundancia. La equitatividad, $E = H' / H' \max$, muestra como están distribuidos los

individuos entre las especies y representa el valor entre la diversidad observada y la diversidad máxima, toma valores de cero a uno, dónde uno refleja situaciones en las cuales todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988; Krebs, 1989).

Para comparar los valores totales obtenidos mediante el índice de diversidad de Shannon Wiener (H') con los registrados en otras comunidades de quirópteros neotropicales, se hicieron las respectivas conversiones de las diferentes bases logarítmicas a la utilizada en este estudio (base 10) por medio del programa BioDiversity Pro versión 2.

Diversidad beta.

La diversidad beta representa el cambio en la composición de las especies de una localidad con respecto a otra así como el número de comunidades presentes en un gradiente ambiental, en otras palabras, es una medida del grado de partición del ambiente en parches o mosaicos biológicos, mide la continuidad de hábitats diferentes en el espacio (Wilson y Shmida, 1984; Magurran, 1988; Halffter y Ezcurra, 1992).

El cálculo de la diversidad beta se hizo mediante el índice de Whittaker (1960), debido a que es el índice que representa con mayor precisión los cambios de especies que hay dentro de una comunidad, no se ve afectado por el aumento en el número de las especies, es independiente del tamaño de la muestra así como del valor de diversidad alfa (Wilson y Shmida, 1984).

$$\beta_w = s / \alpha - 1$$

Dónde:

β_w = Índice de diversidad beta de Whittaker.

s = número total de especies registradas en el área de estudio.

α = es el promedio del número de especies encontradas dentro de las localidades de la comunidad.

Los valores del índice de Whittaker van de cero a uno. Un menor valor del índice indica mayor parecido entre las localidades adyacentes comparadas dentro de un gradiente establecido y viceversa, a mayor beta, menos semejantes son los sitios comparados (Sosa, 1997).

Diversidad gamma.

La diversidad gama representa la diversidad de un gran área o de un paisaje (Magurran, 1988), es el resultado de la interacción entre la diversidad alfa de las localidades de ésta gran área y el número de hábitats que hay en ella (Sosa, 1997).

$$r = \alpha \times \beta \times N$$

Dónde:

r = diversidad gamma, que debe de ser igual al número de especies totales.

α = promedio del número de especies presente en cada formación vegetal.

β = promedio de reemplazo entre formaciones vegetales, en este caso se tomó el valor del índice de Whittaker obtenido para toda el área.

N = dimensión de la muestra = número total de formaciones vegetales.

El valor de diversidad gamma está expresado en número de especies (Sosa, 1997).

Gremios tróficos.

Para examinar la estructura trófica de la comunidad y conocer la forma en que los recursos son explotados por estos organismos, las especies se agruparon en gremios tróficos según el tipo de alimento y de sustrato, con base en criterios propuestos por otros autores, debido a que son los que más se ajustan a las especies capturadas (McNab, 1971; Fleming *et al.*, 1972; Bonaccorso, 1979; Iñiguez, 1993; Iñiguez y Santana, 1993; Medellín, 1993), que en conjunto son: insectívoros de áreas abiertas, insectívoros de áreas cerradas, frugívoros generalistas, frugívoros especialistas, polinívoros, nectarívoros, piscívoros y hematófagos.

Se elaboró una matriz de datos que toma en cuenta el gremio al que pertenecen las especies y el tamaño de éstas; la estimación del tamaño se realizó considerando la media de la longitud del antebrazo cuando $n > 1$ y el valor como tal cuando $n = 1$, dónde n es el número de organismos por especie, se hizo una subdivisión en intervalos con base en el coeficiente de Hutchinson (1959), quien observó una diferencia en el tamaño de especies que pertenecen al mismo

gremio trófico y se utiliza como indicador morfológico para diferenciar los nichos entre las especies, los intervalos mantienen una relación de 1.25 entre cada uno (Medellín, 1993).

Reproducción

Se analizaron las evidencias reproductivas de las especies de murciélagos más abundantes a lo largo de todo el periodo de muestreo, para conocer los patrones reproductivos que estos organismos presentan, dichos patrones son:

- ◆ Poliétrico continuo, las especies con este patrón se reproducen en cualquier época del año sin presentar un máximo de nacimientos en ningún periodo; las hembras paren una cría por parto.
- ◆ Poliétrico bimodal o estacional, es un patrón en el cual, a pesar de reproducirse todo el año, las especies presentan dos picos o máximos en los nacimientos, el primero ocurre en la segunda mitad de la época seca y el segundo en la mitad de la estación de lluvias; como en el anterior, las hembras paren una sola cría.
- ◆ Monoétrico, es aquél en el que las especies tienen un solo periodo de reproducción por año, sincronizada con la época de mayor abundancia de alimento; en cada parto las hembras tienen de dos a cuatro crías (Fleming *et al.*, 1972, Bonaccorso, 1979; Ceballos y Galindo, 1984).

Similitud.

Para analizar la similitud entre las localidades de la zona y ésta, a su vez, con otras siete áreas silvestres tropicales del país se elaboraron y obtuvieron los listados de las especies presentes en estas regiones. Las áreas a comparar fueron: Chamela, Jalisco (Ceballos y Miranda, 1986); Los Tuxtlas, Veracruz (Coates-Estrada y Estrada, 1986), Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas (Gálvez, 1990), Quintana Roo (Navarro *et al.*, 1990), La Selva Lacandona, Chiapas (March y Aranda, 1992), Salina Cruz, Oaxaca (Cervantes y Yépez, 1995) y Selva El Ocote, Chiapas (Navarrete-Gutiérrez *et al.*, 1996).

La elección para la comparación de estas áreas se fundamentó en los siguientes criterios:

- ◆ Áreas que se ubican en la región neotropical, la cual se extiende hasta cierta latitud en ambas costas (Dirzo y Miranda, 1991) y que presentan tipos de hábitat similares.

- ◆ Áreas en las que se hayan realizado inventarios mastofaunísticos de manera formal y por períodos considerables.
- ◆ Áreas en las que la información generada se encuentra disponible o publicada.

Después de haber obtenido las listas se determinó la riqueza de especies de cada localidad y área a comparar, así como el número de especies que son compartidas por cada uno de los posibles pares (3 para las localidades y 28 para las áreas). Posteriormente, con estos datos se realizaron estimaciones numéricas de la similitud mastofaunística entre cada par, a través del índice de Similitud de Simpson, (1960):

$$IS = 100 b/a$$

Dónde:

IS = Índice de similitud de Simpson.

a = número de especies en la fauna de menor tamaño

b = número de especies compartidas por ambas faunas.

Se eligió el índice de similitud de Simpson porque su cálculo es bastante sencillo y sus valores no se ven sesgados por las diferencias de tamaño entre las faunas (Sánchez y López, 1988).

Para todos los análisis, excepto en el listado taxonómico, únicamente se tomaron en cuenta 11 periodos de muestreo (de mayo de 1999 a marzo del 2000), 37 noches, 201 ejemplares y 19 especies, debido a que no se cuenta con los datos necesarios de los siguientes siete periodos (de abril a octubre del 2000) de muestreo para hacer los cálculos estadísticos de manera confiable, de tal manera que la especie y uno de los organismos que se excluyen es *Tadarida brasiliensis*, los demás organismos son *Macrotus waterhousii*, *Noctilio leporinus*, *Anoura geoffroyi*, *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus intermedius* y *Sturnira lilium*, un individuo de cada especie.

RESULTADOS

Listado taxonómico.

Se capturaron un total de 208 ejemplares de murciélagos en 18 meses de muestreo, pertenecientes a 20 especies, 16 géneros, 5 subfamilias y 6 familias (Cuadro 2). La familia más abundante fue Phyllostomidae con 13 especies, seguida de Mormoopidae con 3 especies y Emballonuridae, Noctilionidae, Vespertilionidae y Molossidae con una sola especie cada una. De las especies colectadas solo dos son endémicas del país, *Glossophaga morenoi* y *Rhogeessa parvula* (Ceballos y Rodríguez, 1993), además de que *G. morenoi* también es endémica de las selvas secas mexicanas (Ceballos, 1995 b).

Cuadro 2. Listado taxonómico de las especies de quirópteros registradas en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca de acuerdo a Ramírez-Pulido *et al.*, 1996. * Especies endémicas de México. ¹ Especie endémica de las selvas secas mexicanas.

FAMILIA	SUBFAMILIA	No.	ESPECIE
EMBALLONURIDAE	EMBALLONURINAE	1	<i>Balantiopteryx plicata</i>
NOCTILIONIDAE		2	<i>Noctilio leporinus</i>
MORMOOPIDAE		3	<i>Mormoops megalophylla</i>
		4	<i>Pteronotus davyi</i>
		5	<i>Pteronotus parnellii</i>
PHYLLOSTOMIDAE	MACROTINAE	6	<i>Macrotus waterhousii</i>
	DESMODONTINAE	7	<i>Desmodus rotundus</i>
	PHYLLOSTOMINAE	8	<i>Anoura geoffroyi</i>
		9	<i>Glossophaga morenoi</i> [*] ¹
		10	<i>Glossophaga soricina</i>
		11	<i>Leptonycteris curasoae</i>
		12	<i>Artibeus intermedius</i>
		13	<i>Artibeus jamaicensis</i>
		14	<i>Artibeus lituratus</i>
		15	<i>Carollia subrufa</i>
		16	<i>Dermanura tolteca</i>
		17	<i>Sturnira lilium</i>
	18	<i>Vampyressa pusilla</i>	
VESPERTILIONIDAE	VESPERTILIONINAE	19	<i>Rhogeessa parvula</i> [*]
MOLOSSIDAE		20	<i>Tadarida brasiliensis</i>

Esfuerzo de captura.

El esfuerzo de captura total para este estudio fue de 201 murciélagos capturados en 985 metros de red por 242 horas durante 37 noches, lo que dio como resultado 22,083.5 m red/h. En promedio por visita se capturaron 18 murciélagos pertenecientes a seis especies, mientras que por noche, se capturaron, en promedio 0.51 especies en 24 metros de red por seis horas (Cuadro 3).

Esfuerzo de captura por localidad.

Aunque no se tuvo el mismo esfuerzo en todas las localidades éste fue muy similar; en el Campamento Tortuguero se tuvo un esfuerzo de 2,192 m red/h, 12 noches con 12 especies registradas, capturando en promedio 2.36 especies por noche, esto se debe a que hubo muestreos en los que no se capturó individuos aunque se observó su presencia y otros en los que se capturó hasta 5 especies (Cuadro 4 A), ésta fue la única localidad en la que se capturó a *Macrotus waterhousii* y *Mormoops megalophylla*.

En la localidad de la Laguna de Barra de la Cruz, se tuvo un esfuerzo de 2,723.5 m red/h, 13 noches y 13 especies registradas (Cuadro 4 B), con un promedio de 3.18 especies por noche, este resultado es contrario a lo que se esperaba debido a que esta localidad está muy perturbada, se encuentra dentro del poblado y la vegetación es secundaria, la diversidad capturada aquí puede deberse a la presencia del cuerpo de agua, en esta localidad fue en la única que se capturó *Noctilio leporinus*, *Pteronotus davyi*, *Balantiopteryx plicata* y *Dermanura tolteca*.

La tercera localidad, Rancho San Lorenzo tiene un esfuerzo de captura de 2,606 m red/h, 12 noches con 13 especies registradas, (3.82 en promedio por noche). *Anoura geoffroyi* y *Leptonycteris curasoae* solo se colectaron en esta localidad (Cuadro 4 C).

Cuadro 3. Esfuerzo de captura para la comunidad de murciélagos de la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca. M RED = Metros de red; No. MURC = Número de murciélagos; No. SP = Número de especies de murciélagos; M RED/H = Metros de red por Hora; PROM VISITA = Promedio por visita; PROM NOCHE = Promedio por noche.

	MAY '99	JUN '99	JUL '99	AGO '99	SEP '99	OCT '99	NOV '99	DIC '99	ENE '00	FEB '00	MAR '00	TOTAL	PROM VISITA	PROM NOCHE
M RED	60	54	54	72	70	82	101	96	120	132	144	985	89.54	24
NOCHES	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	3	37	3	1
HORAS	21	18.5	21	23	18	25	24.5	17	29	28.5	16.5	242	22	6
No. MURC.	12	19	7	15	26	9	8	7	28	46	24	201	18.27	3
No. SP	8	8	6	8	5	7	5	3	9	14	13	19	7.82	
M RED/H	1260	999	1134	1656	1260	2050	2474.5	1632	3480	3762	2376	22083.5		

Cuadro 4. Esfuerzo de captura para la comunidad de murciélagos en cada una de las tres localidades de colecta en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca, México. (A) Campamento Tortuguero; (B) Laguna de Barra de la Cruz; (C) Rancho San Lorenzo. Las abreviaturas significan lo mismo que en cuadro 3

A.

	May '99	Jun '99	Jul '99	Ago '99	Sep '99	Oct '99	Nov '99	Dic '99	Ene '00	Feb '00	Mar '00	TOTAL
M RED	20	20	20	24	24	24	32	32	36	36	48	316
NOCHES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	12
HORAS	7	6.5	6	8	6	7	8	5	5	11.5	6	76
No. MURC	4	8	0	1	5	3	3	1	3	11	8	47
No. Sp	3	4	0	1	4	2	3	1	2	5	1	12
M RED/H	140	130	120	192	144	168	256	160	180	414	288	2,192

B.

	May '99	Jun '99	Jul '99	Ago '99	Sep '99	Oct '99	Nov '99	Dic '99	Ene '00	Feb '00	Mar '00	TOTAL
M RED	20	20	20	24	22	34	37	32	36	48	48	341
NOCHES	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	13
HORAS	8	8	6	7	5	9	7.5	6	11.5	10	7	85
No. MURC	0	5	0	9	19	2	4	3	10	20	6	78
No. Sp	0	4	0	5	5	2	2	2	5	8	2	13
M RED/H	160	160	120	168	110	306	277.5	192	414	480	336	2,723.5

C.

	May '99	Jun '99	Jul '99	Ago '99	Sep '99	Oct '99	Nov '99	Dic '99	Ene '00	Feb '00	Mar '00	TOTAL
M RED	20	14	14	24	24	24	32	32	48	48	48	328
NOCHES	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	12
HORAS	6	4	9	8	7	9	9	6	12.5	7	6.5	84
No. MURC	8	6	7	5	2	4	1	3	15	15	10	76
No. Sp	6	3	5	3	1	3	1	2	7	8	3	13
M RED/H	120	56	126	192	168	216	288	192	600	336	312	2,606

Abundancia Total.

El periodo con mayor riqueza de especies fue febrero del 2000 con 13 especies y el de menor abundancia fue diciembre de 1999 con tres (Figura 3).

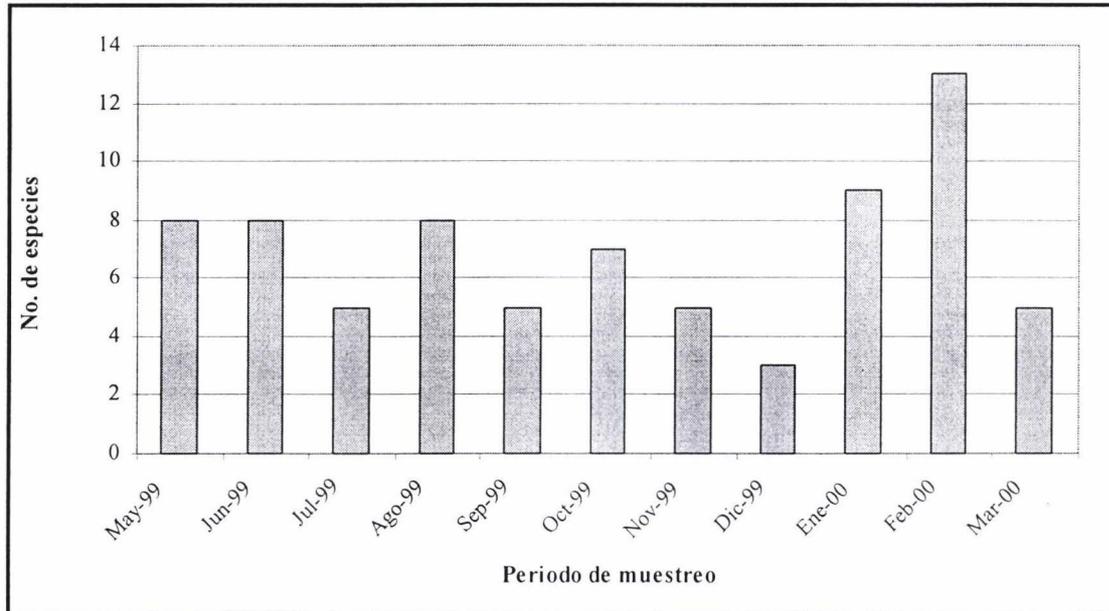


Figura 3. Número de especies de murciélagos registradas durante 11 periodos de colecta en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca.

Abundancia total por localidad.

La abundancia entre las localidades por especie y número de individuos fue uniforme, se registraron 12 especies y 47 organismos en el Campamento Tortuguero, 13 especies y 78 ejemplares en la Laguna de Barra de la Cruz y 13 especies y 76 organismos en Rancho San Lorenzo.

Para el Campamento Tortuguero el mes más abundante fue febrero del 2000 con 11 ejemplares y el menos abundante, julio de 1999, mes en el que no se capturó ejemplar alguno. Para la Laguna de Barra de la Cruz, se observó a febrero del 2000 como el mes de mayor abundancia, con 20 organismos y los de menor abundancia fueron mayo y julio de 1999 dónde no se capturó algún individuo. Finalmente, para el Rancho San Lorenzo los meses más abundantes fueron enero y febrero del 2000, ambos con 15 ejemplares y el mes con menor abundancia fue noviembre de 1999 con un ejemplar (Figura 4).

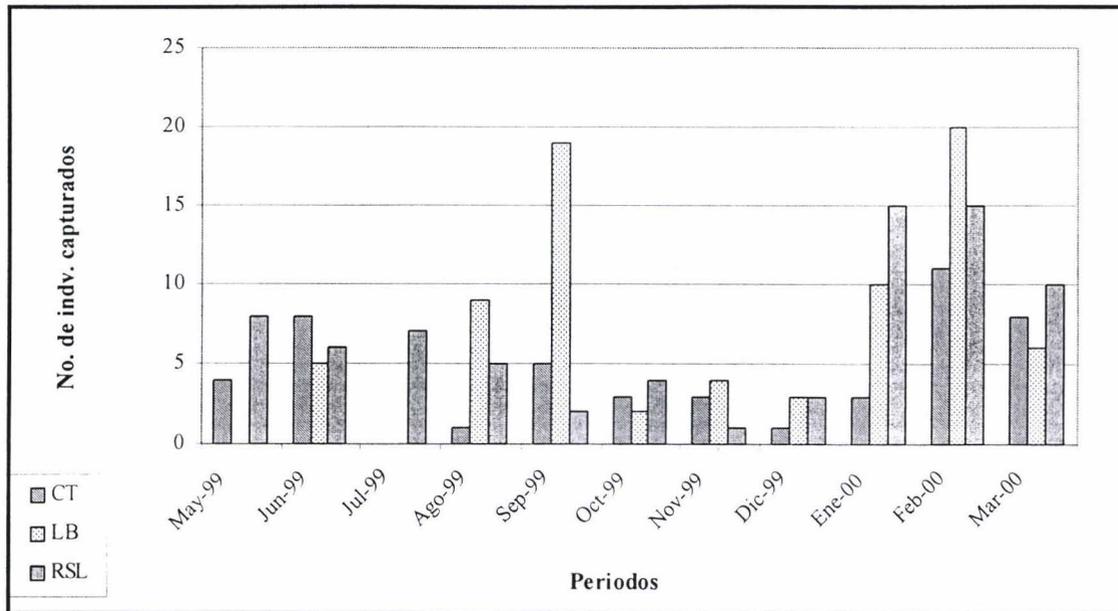


Figura 4. Abundancia total por periodo de muestreo para las tres localidades de la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca. CT = Campamento Tortuguero, LB = Laguna de Barra de la Cruz y RSL = Rancho San Lorenzo.

Abundancia relativa.

La abundancia relativa total de las 19 especies colectadas en la cuenca del Río Zimatán en la costa de Oaxaca, con un esfuerzo de captura de 22,083.5 m red/h, 37 noches de muestreo y 201 ejemplares capturados, tiene un valor de 0.00910 (Figura 5 y Anexo 1).

De acuerdo a su abundancia las especies se clasificaron en abundantes (> 20 ind.), comunes (entre 5 – 19 ind.) y raras (< 5 ind.) De las 19 especies registradas en este estudio, cinco especies fueron agrupadas como abundantes, *Artibeus intermedius* con 45 ejemplares (22.4%), seguida por *Artibeus jamaicensis* con 29 individuos (14.4%), *Glossophaga soricina* con 24 organismos (11.9%), *Sturnira lilium* con 23 especímenes (11.4%) y *Noctilio leporinus* con 20 individuos (10%); otras cinco especies fueron agrupadas como comunes, *Desmodus rotundus* con 12 organismos (4.9%), *Glossophaga morenoi* con 9 ejemplares (4.5%), *Pteronotus parnellii*, *Carollia subrufa* y *Vampyressa pusilla* con seis individuos cada una (2.9%); finalmente nueve especies se clasificaron como raras, *Artibeus lituratus* y *Dermanura tolteca* con 4 especímenes cada una (1.9%), *Anoura geoffroyi* y *Leptonycteris curasoae* con tres organismos cada una (1.5%), *Balantiopteryx plicata* y *Rhogeessa parvula* con dos individuos cada una (0.99%) y *Macrotus waterhousii*, *Mormoops megalophylla* y *Pteronotus davyi* con un espécimen cada una (0.50%) (Figura 5 y Anexo 1).

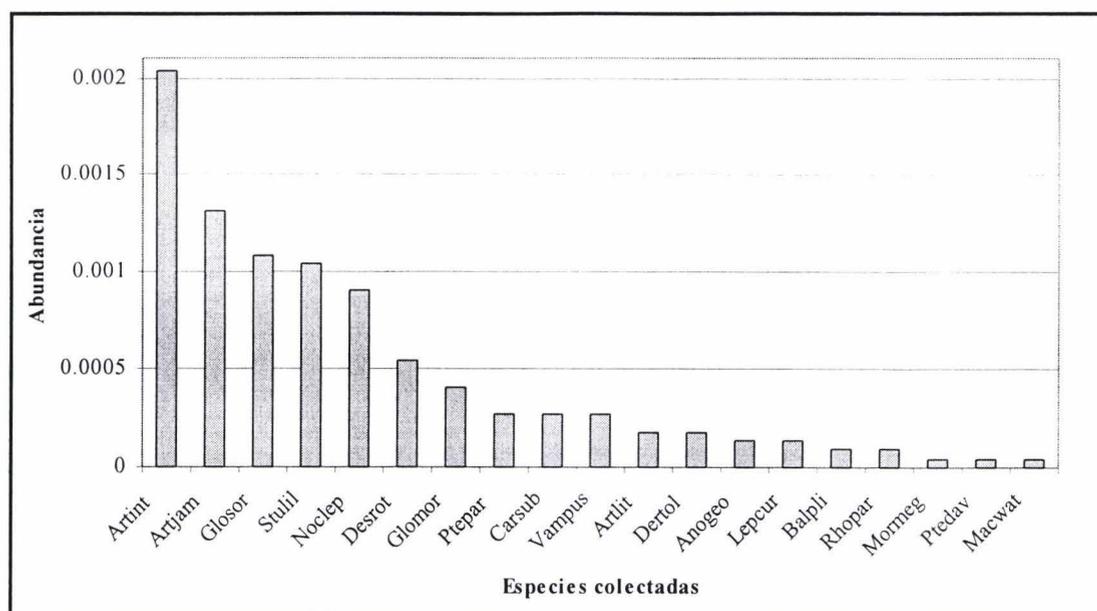


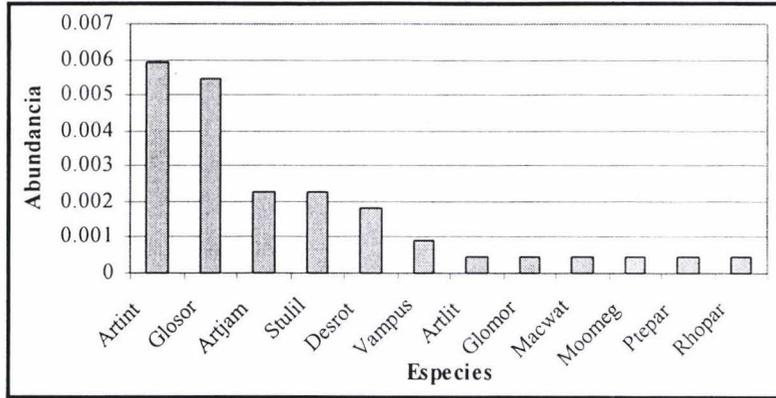
Figura 5. Abundancia relativa de las especies capturadas en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca, calculada con base al esfuerzo de captura. Las abreviaturas significan Artint: *Artibeus intermedius*; Artjam: *Artibeus jamaicensis*; Glosor: *Glossophaga soricina*; Stulil: *Sturnira lilium*; Noclep: *Noctilio leporinus*; Desrot: *Desmodus rotundus*; Glomor: *Glossophaga morenoi*; Ptepar: *Pteronotus parnellii*; Carsub: *Carollia subrufa*; Vampus: *Vampyressa pusilla*; Artlit: *Artibeus lituratus*; Dertol: *Dermanura tolteca*; Anogeo: *Anoura geoffroyi*; Lepcur: *Leptonycteris curasoae*; Balpli: *Balantiopteryx plicata*; Rhopar: *Rhogeessa parvula*; Mormeg: *Mormoops megalophylla*; Ptedav: *Pteronotus davyi*, Macwat: *Macrotus waterhousii*

Abundancia relativa por localidad.

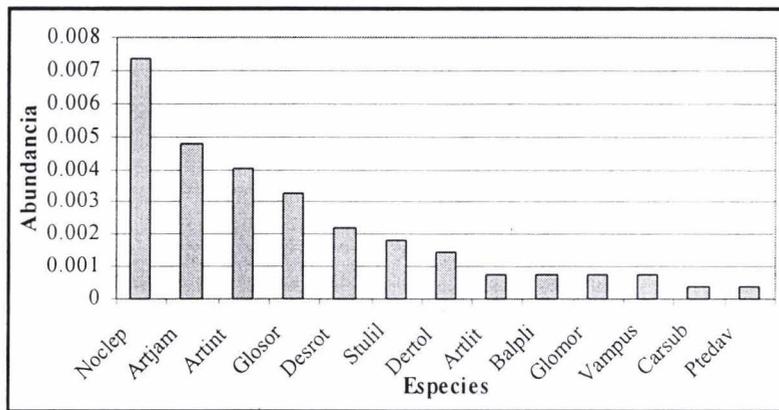
En el Campamento Tortuguero las especies más abundantes fueron *Artibeus intermedius* y *Glossophaga soricina* con 13 y 12 individuos y una abundancia relativa de 0.00593 y 0.00547 respectivamente. De las 19 especies colectadas, en esta localidad se registraron 12 con un esfuerzo de colecta de 2,192 mred/h y de éstas, cuatro se clasificaron como abundantes, cuatro como comunes y cuatro como raras en el contexto general (Figura 6 A y Anexo 2 A).

Para la Laguna de Barra de la Cruz las especies más abundantes fueron *Noctilio leporinus* con 20 individuos y una abundancia relativa de 0.00734, *Artibeus jamaicensis* con 13 ejemplares y una abundancia de 0.00477, por último, *Artibeus intermedius* con 11 individuos y una abundancia de 0.00404. De las 19 especies registradas, en esta localidad se colectaron 13, con un esfuerzo de captura de 2,723.5 m red/h, estuvieron presentes las cinco especies clasificadas como abundantes, cuatro de las cinco clasificadas como comunes y cuatro de las nueve raras dentro del contexto general (Figura 6 B y Anexo 2 B).

A.



B.



C.

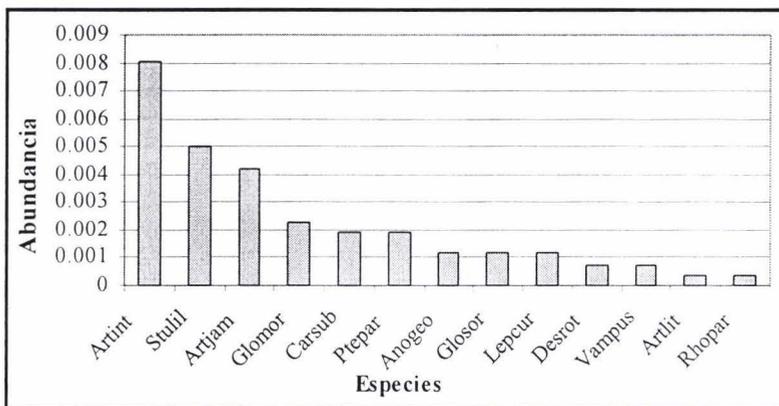


Figura 6. Abundancia relativa de las especies de murciélagos registradas en las tres localidades de la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca. A. Campamento Tortuguero; B. Laguna de Barra de la Cruz; C. Rancho San Lorenzo. Las abreviaturas son las mismas que en la figura 5 (para consultar los valores ver el Anexo 2).

El hecho de que *Noctilio leporinus* sea la especie más abundante, no quiere decir que sea la especie dominante, debido a que solo se presentó durante tres meses, agosto y septiembre de 1999 y marzo del 2000, en cambio *Artibeus jamaicensis* y *A. intermedius* estuvieron presentes ocho y nueve periodos de muestreo respectivamente.

En Rancho San Lorenzo las especies más abundantes fueron *Artibeus intermedius* con 21 ejemplares, *Sturnira lilium* con 13 y *Artibeus jamaicensis* con 11, sus abundancias son 0.00806, 0.00499 y 0.00422 respectivamente, igual que en la Laguna, se capturaron 13 especies de las 19 registradas para todo el estudio, con un esfuerzo de captura de 2,606 m red/h. En esta localidad se registraron cuatro especies clasificadas como abundantes, las cinco especies clasificadas como comunes y cuatro de las especies raras (Figura 6 C y Anexo 2 C).

Dominancia.

Se obtuvo un valor de dominancia total de 36.82%, aunque este valor es alto las especies clasificadas como abundantes no ejercen mucha presión sobre la abundancia de las demás dentro de la comunidad debido a sus diferencias en tamaño y gremio trófico.

El valor de dominancia mas alto registrado fue en el Campamento Tortuguero (53.19%), seguido de Rancho San Lorenzo (44.74%) y el más bajo lo presentó la Laguna de Barra (42.31%) (Cuadro 5).

Las temporadas, en general, presentaron casi el mismo valor del índice de dominancia. Por el contrario, al analizarlas en cada una las localidades, la temporada seca vario de manera considerable, de 60% en el Campamento tortuguero a 32.56% en la Laguna de Barra. Para la temporada de lluvias, por localidad, los valores fueron más parecidos, el valor más alto registrado fue en la Laguna de Barra con 67.65% y el valor más bajo para esta temporada se registró en el Rancho (50%) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Dominancia de murciélagos total, por localidad y por temporada en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca. Entre paréntesis se da el valor de dominancia para las temporadas. Los resultados están expresados en porcentaje.

	Campamento tortuguero	Laguna de Barra de la Cruz	Rancho San Lorenzo
Total	53.4	42.31	44.74
Secas (43.99)	60.00	32.56	57.69
Lluvias (43.42)	52.94	67.65	50.00

Representatividad del muestreo.

La curva acumulativa total de especies de murciélagos, mostró que durante los primeros cinco periodos (15 noches) de muestreo se capturó el 73.68% (14 especies), del total de las especies registradas para este estudio. Los parámetros de la ecuación son: $a = 7.759135$ y $b = 0.41784675$, con los que se obtiene una asíntota de 18 especies con un coeficiente de correlación de 0.99. Se tiene un porcentaje de representatividad del 100% aunque la asíntota es de 18 especies y se registraron 19 (Figura 7).

Se esperaba que la riqueza de especies fuera más alta en el Rancho San Lorenzo, por ser la localidad mejor conservada, sin embargo se registró el mismo número de especies que en la Laguna de Barra de la Cruz (13 sp.), dónde se esperaba el valor más bajo de riqueza específica, aunque se debe hacer mención de que no fueron las mismas. Las especies comunes a los tres hábitats fueron *Glossophaga soricina*, *G. morenoi*, *Artibeus intermedius*, *A. jamaicensis*, *A. lituratus*, *Desmodus rotundus*, *Vampyressa pusilla* y *Sturnira lilium*.

Se estimó la representatividad del muestreo para cada una de las localidades examinadas en la cuenca del río Zimatán, mediante el modelo de dependencia lineal (Soberón y Llorente, 1993); la correlación de cada una de las curvas con la curva esperada fue de 0.99 y el porcentaje representado fue de 87.78% en el Campamento Tortuguero, 96.01% en la Laguna de Barra de la Cruz y 98.04% en Rancho San Lorenzo (Figura 8 A, B y C respectivamente).

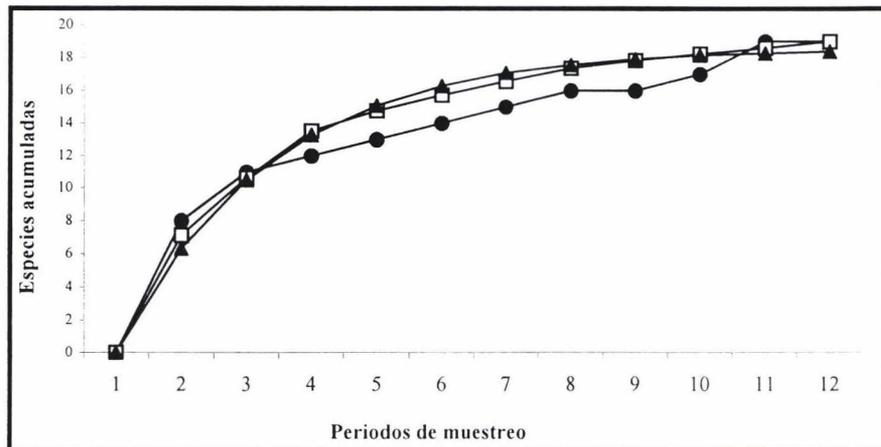
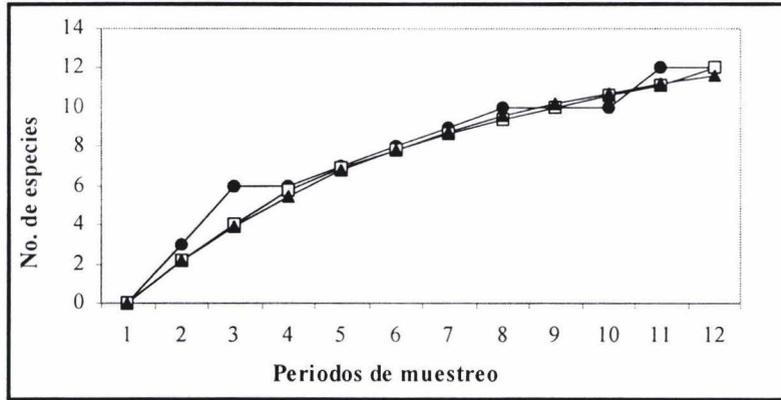
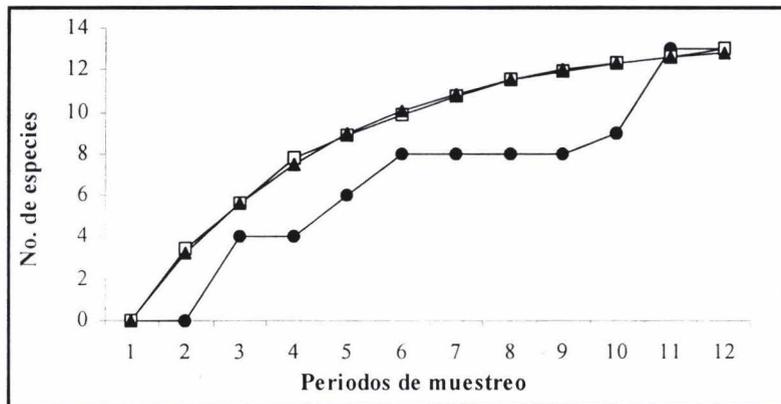


Figura 7. Curva acumulativa total de especies de murciélagos por periodo de muestreo en la cuenca del río Zimatán, costa de Oaxaca. Se muestra la curva acumulativa de especies observadas (círculos), curva aleatorizada (cuadros) y la curva de especies esperada (triángulos). El uno corresponde al primer periodo de muestreo (mayo de 1999) y sucesivamente hasta el 11 que corresponde al último muestreo (marzo del 2000).

A.



B.



C.

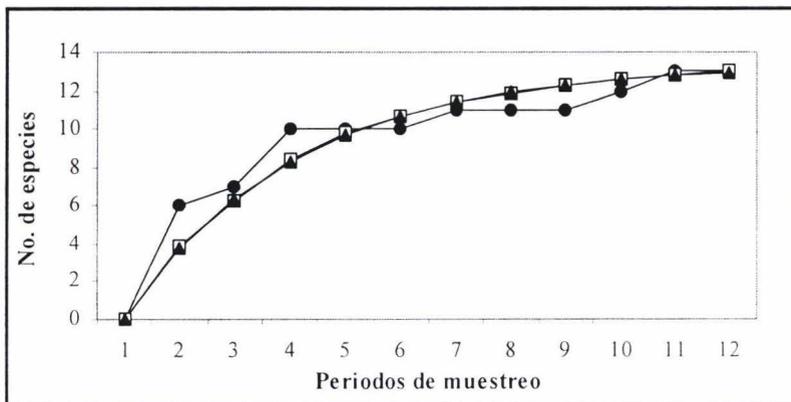


Figura 8. Curvas acumulativas por localidad por periodo de muestreo en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca. A. Campamento Tortuguero; B. Laguna de Barra de la Cruz y C. Rancho San Lorenzo. Se muestra la curva observada (círculos), curva aleatorizada (cuadros) y la curva esperada (triángulos). Los números significan lo mismo que en la figura 7.

DIVERSIDAD

Diversidad alfa.

Se obtuvo un valor total de $H' = 1.05$ para toda la comunidad. Los valores fluctuaron entre $H' = 0.717$ en la Laguna de Barra en la temporada de lluvias y $H' = 0.9494$ en la Laguna de Barra anual (Cuadro 6). Se debe hacer mención de que el valor de diversidad es solo una representación numérica de lo que se encuentra en la naturaleza y éste en particular depende de la base logarítmica utilizada debido a que el resultado varía, a veces de manera considerable, dependiendo de ésta. Los valores de diversidad por temporada se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 6. Índice de Shannon-Wiener anual y por temporada para las localidades de colecta en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca.

Diversidad	Campamento			Laguna			Rancho		
	Anual	Secas	Lluvias	Anual	Secas	Lluvias	Anual	Secas	Lluvias
H'	0.876	0.798	0.764	0.949	0.973	0.717	0.948	0.821	0.844
$H \text{ max}$	1.079	1.000	0.845	1.114	1.041	0.903	1.114	1.000	0.954
E	0.811	0.798	0.904	0.852	0.934	0.794	0.851	0.821	0.884

Los resultados de la prueba de “t” no mostraron diferencias significativas entre las localidades ni entre las temporadas ($gl = 91 - 176$; $t = -1.0902 - 1.0551$; $P > 0.005$); sin embargo se encontró diferencia significativa entre los valores de diversidad de las temporadas de la Laguna ($gl = 52$; $t = 3.5356$; $P > 0.005$); entre los valores de la temporada seca del Campamento y de la Laguna ($gl = 42$; $t = -2.2059$; $P > 0.005$), así como entre los valores de esta misma temporada del Rancho y la Laguna ($gl = 83$; $t = 2.4230$; $P > 0.005$).

Cuadro 7. Índice de Shannon-Wiener por temporada para la comunidad de murciélagos en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca.

	Secas	Lluvias
H'	1.001	0.958
$H' \text{ max}$	1.255	1.114
E	0.798	0.86

Al comparar los índices de diversidad de cada localidad y por temporadas contra el total se encontraron diferencias significativas ($gl = 73 - 154$; $t = 1.975 - 1.993$; $P > 0.005$), excepto en la temporada de secas, esto probablemente se debe al alto número de especies capturadas en éste periodo ($gl = 271$; $t = 1.969$; $P > 0.005$); es necesario señalar que las muestras no son completamente independientes, pues cada una es una submuestra del total.

Por mes, los valores más bajos de H' se registraron en diciembre de 1999 ($H' = 0.469$) y marzo de 2000 ($H' = 0.474$); el valor más alto se obtuvo en febrero del 2000 ($H' = 0.959$), éste último coincide con el valor mas alto de H' max registrado (1.114); por otro lado, los valores mas altos de equitatividad se registraron en mayo ($E = 0.952$) y diciembre ($E = 0.982$) de 1999 y los más bajos en septiembre de 1999 ($E = 0.76$) y marzo del 2000 ($E = 0.679$) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Diversidad temporal de murciélagos en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca.

	May '99	Jun '99	Jul '99	Ago '99	Sep '99	Oct '99	Nov '99	Dic '99	Ene '00	Feb '00	Mar '00
H'	0.86	0.756	0.641	0.801	0.532	0.82	0.649	0.469	0.789	0.959	0.474
H' max	0.903	0.903	0.699	0.845	0.699	0.845	0.699	0.477	0.954	1.114	0.699
E	0.952	0.837	0.917	0.948	0.76	0.971	0.928	0.982	0.827	0.861	0.679

Diversidad beta.

Este valor se calculó mediante el índice de diversidad beta de Whittaker (1960), con el fin de establecer el recambio de las especies existentes en las tres localidades muestreadas con respecto al grado de perturbación que presenta cada una de ellas.

Los valores obtenidos son más cercanos a cero que a uno (Cuadro 9), lo que muestra que hay una tasa de recambio baja entre las tres localidades, esto se debe a que las localidades se encuentran muy cercanas (menos de 25 km entre cada una) y se ha documentado que las distancias recorridas entre el área de percha y el área de forrajeo, en algunas especies, son extensas por lo que muy probablemente se muestreo a una misma comunidad (McNab, 1971; Fleming *et al.*, 1972; Bonaccorso, 1979; Kunz, 1982; Fenton *et al.*, 1992). De aquí se deduce que la cercanía de las localidades es un factor muy importante en el recambio de las especies.

Cuadro 9. Resultados del índice de Whittaker para calcular la diversidad beta de las comunidades de murciélagos en las tres localidades muestreadas en la cuenca del río Zimatán, costa de Oaxaca

Localidad	Campamento	Laguna	Rancho
Campamento	-----	0.3600	0.2
Laguna		-----	0.3077
Rancho			-----

Diversidad gama.

Como una medida de la heterogeneidad de la cuenca del río Zimatán en la costa de Oaxaca, se obtuvo la relación entre las diversidades alfa, beta y gama. Los elementos analizados están expresados bajo la siguiente ecuación:

$$19 \text{ especies} = 12.6667 \times 0.5 \times 3$$

Una comparación de la diversidad gama obtenida con datos de otros autores en diferentes tipos de vegetación, pero en regiones del neotrópico se presenta en el cuadro 10.

Cuadro 10. Diversidad gama de algunas comunidades de murciélagos en regiones neotropicales del país, se incluye este estudio.

Localidad	Diversidad gama
Chamela, Jalisco (Ceballos y Miranda, 1986).	33 especies = $25.6 \times 0.1609756^{-1} \times 8$
Corredor Cancún-Tulum, Quintana Roo (López-González, 1991).	22 especies = $5.5 \times 0.5^{-1} \times 8$
Tabasco y Campeche (Sánchez y Romero, 1995)	26 especies = $8.833333 \times 0.490566^{-1} \times 6$
NE de la Península de Yucatán (Sosa, 1997).	20 especies = $10.6 \times 0.3773584^{-1} \times 5$
Mixteca Alta de Oaxaca (García, 1998)	18 especies = $7.0 \times 0.6428571^{-1} \times 4$
Ixtlán, Sierra Norte de Oaxaca (Calderón, 2000)	23 especies = $5.1666 \times 0.7419354^{-1} \times 6$
Cuenca del río Zimatán, costa de Oaxaca.	19 especies = $12.6667 \times 0.5 \times 3$

A pesar de que las diversidades alfa y beta no son muy elevadas en este estudio, se sabe que las selvas secas son uno de los ambientes con mayor número de especies endémicas (Ceballos, 1995 b).

Finalmente, para tener un conocimiento más completo de la diversidad gama en este lugar se tienen que incrementar las localidades de muestreo. El cálculo de la diversidad gama es muy importante ya que en un solo resultado se puede apreciar el número de especies de la comunidad, la tasa de recambio entre ellas y el número de hábitats muestreados, lo que proporciona diferentes puntos de vista que ayudan a tomar decisiones más apegadas a la realidad y demuestran que el valor de diversidad alfa por si mismo resulta insuficiente.

Gremios tróficos.

Para analizar la estructura de la comunidad por grupos tróficos y por tamaños se elaboró una matriz por ambas variables basada en el índice de Hutchinson (1959) (Cuadro 11), generando un total de 42 celdas (7 grupos y 6 tamaños). De éstas, solo 12 están ocupadas, hay dos celdas ocupadas por tres especies que corresponden a los frugívoros especialistas de los tamaños II y V (antebrazo 30.1-37.6 y 59.1-73.9 mm); tres celdas están ocupadas por dos especies que incluyen a los insectívoros aéreos de zonas abiertas de tamaños I y IV (antebrazo 24-30 y 47.2-59 mm) y a los nectarívoros de tamaño II (antebrazo 30.1-37.6 mm).

El 26.3 % de las especies son de tamaño II y IV, el 15.8% son de tamaño III y V, el 10.5% son de tamaño I y solo una especie que representa el 5.3% es de tamaño VI (antebrazo 74-92.5 mm). De los siete gremios tróficos registrados, los frugívoros fueron los mejor representados y constituyeron el 37% de las especies; éste gremio se dividió en frugívoros especialistas que representaron el 32% (e.g. *Artibeus sp.*), y frugívoros generalistas (e.g. *Sturnira lilium*), que representó el 5%. El segundo grupo con mayor número de especies fueron los insectívoros, que se dividieron en insectívoros aéreos de zonas abiertas (e.g. *Balantiopteryx plicata*) e insectívoros aéreos de bosque o zonas cerradas (e.g. *Pteronotus parnellii*), estos grupos representaron el 21 y 11% de las especies respectivamente. Las especies nectarívoras (e.g. *Glossophaga sp.*) representaron el 21%; finalmente los hematófagos (e.g. *Desmodus rotundus*) y piscívoros (e.g. *Noctilio leporinus*) constituyeron, cada uno, el 5%.

Existe un solo gremio trófico ocupado por seis especies, este es frugívoros especialistas; insectívoros aéreos de zonas abiertas y nectarívoros están representados por cuatro especies cada uno; insectívoros aéreos de bosque está representado por dos especies; los frugívoros generalistas, hematófagos y piscívoros están representados por una especie cada uno (Cuadro 11).

De las seis especies frugívoras especialistas tres pertenecen al tamaño II y tres al tamaño V, de las cuatro insectívoras de zonas abiertas, dos pertenecen al tamaño I y dos al tamaño IV, de las cuatro especies nectarívoras, dos pertenecen al tamaño II, una al tamaño III y una al IV; las especies insectívoras aéreas de bosque pertenecen a los tamaños III y IV, una de cada tamaño; la especie frugívora generalista pertenece al tamaño III; la única especie hematófaga capturada pertenece al tamaño IV y la especie piscívora pertenece al tamaño VI.

Cuadro 11. Estructura por gremios tróficos y por tamaños de la comunidad de murciélagos la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca. Los tamaños se fijaron por el cociente de Hutchinson, en 1.25. Cada grupo es 1.25 veces mayor al anterior. Los grupos están ordenados como sigue: IA abierto, insectívoros aéreos de zonas abiertas; IA bosque, insectívoros aéreos de bosque; Frugívoros especialistas, Frugívoros generalistas, Nectarívoros, Hematófagos y Piscívoros.

	I 24-30.0	II 30.1-37.6	III 37.7-47.1	IV 47.2-59	V 59.1-73.9	VI 74-92.5	TOTAL
IA abierto	2			2			4
IA bosque			1	1			2
Frugívoros:							
Especialistas		3			3		6
Generalistas.			1				1
Nectarívoros		2	1	1			4
Hematófagos				1			1
Piscívoros						1	1
TOTAL	2	5	3	5	3	1	19

Reproducción.

Para las cinco especies más abundantes se capturó un total de 55 organismos con evidencias reproductivas, de los cuales 25 hembras estaban gestantes, 8 hembras estaban en lactancia y 22 machos tuvieron testículos escrotados. Las especies frugívoras presentan mayor actividad reproductiva. *Artibeus intermedius* presentó la mayor actividad con 10 hembras preñadas, 3 en lactancia y 11 machos con testículos escrotados; *Artibeus jamaicensis* presentó 4 hembras preñadas y 3 machos con testículos escrotados; una especie nectarívora, *Glossophaga soricina* presentó 5 hembras preñadas y 1 macho con testículos escrotados; *Sturnira lilium* presentó 3 hembras preñadas, 4 en lactancia y 3 machos con testículos escrotados y la especie piscívora, *Noctilio leporinus* presentó 3 hembras preñadas, 1 en

lactancia y 4 machos con testículos escrotados. Por temporadas, en la temporada lluviosa se capturaron 16 organismos con evidencias reproductivas (cuatro hembras gestantes, dos en lactancia y 10 machos con testículos escrotados), mientras que en la estación seca se colectaron 39 ejemplares con evidencias reproductivas pertenecientes a las cinco especies más abundantes (21 hembras gestantes, seis en lactancia y 12 machos con testículos escrotados). Los meses con mayor actividad fueron enero, febrero y marzo del año 2000 con 7, 16 y 16 individuos activos, respectivamente; los meses con menor actividad fueron mayo, julio, octubre, noviembre y diciembre de 1999 dónde no se capturaron organismos con evidencias reproductoras pertenecientes a las especies más abundantes, excepto *N. leporinus*, que solo se capturó en agosto, septiembre y marzo (Figura 9), las evidencias reproductivas de las especies restantes se pueden ver en el anexo 3.

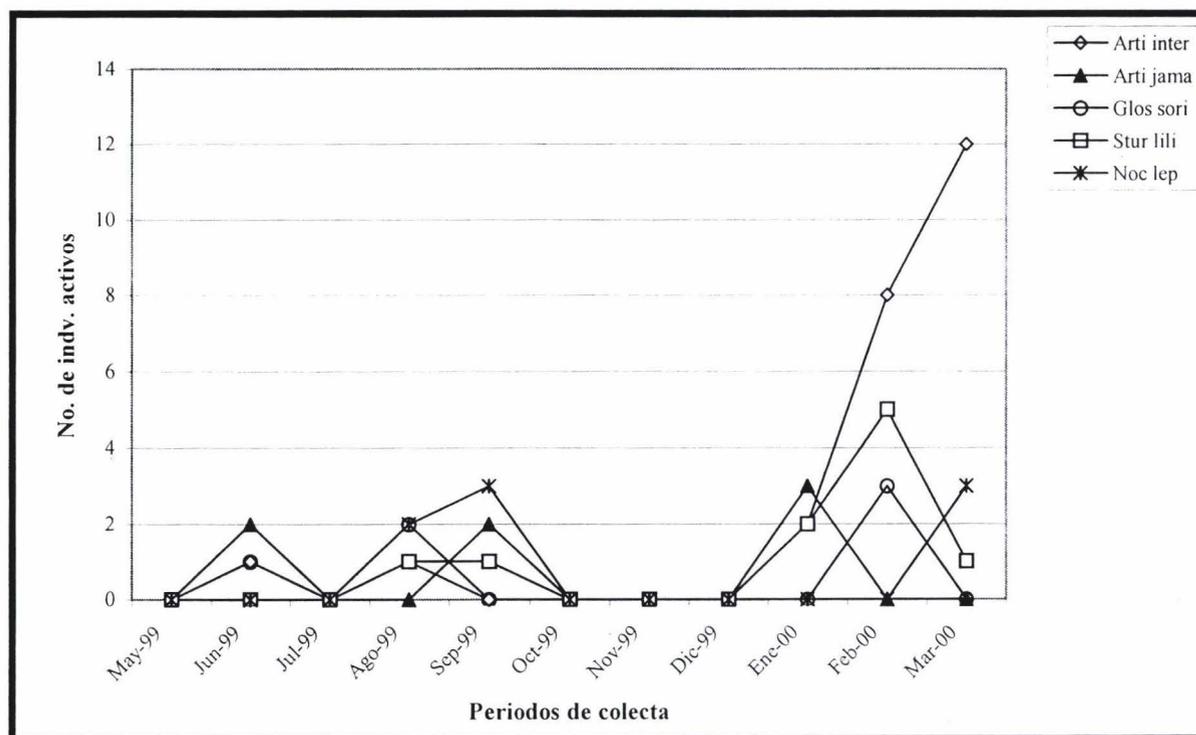


Figura 9. Actividad reproductiva de las cinco especies más abundantes a lo largo de 11 periodos de colecta en la cuenca del río Zimatán en la costa de Oaxaca; Arti inter = *Artibeus intermedius*, Arti jama = *A. jamaicensis*, Glos sori = *Glossophaga soricina*, Stur lili = *Sturnira lilium* y Noc lep = *Noctilio leporinus*.

Con respecto a la actividad reproductiva en las hembras de estas cinco especies, se observa que *Artibeus intermedius* tiene mayor actividad reproductiva en marzo de 2000, con 9 hembras activas (6 gestantes y 3 en lactancia), también se observa evidencia reproductiva para *Noctilio leporinus* en este mes con 3 hembras gestantes;

Artibeus jamaicensis tiene un mayor número de hembras activas en enero de 2000, con 3 hembras gestantes; las hembras de *Sturnira lilium* tuvieron el mayor número de organismos activos en febrero de 2000 con 1 hembra gestante y 2 en lactancia, finalmente para *Glossophaga soricina* se observaron dos meses con evidencias reproductivas, agosto de 1999 y febrero del 2000, con 2 y 3 hembras gestantes respectivamente (Figura 9).

Para machos las evidencias reproductivas son más constantes pero menos evidentes, se capturó un total de 22 machos activos en junio, agosto, septiembre, enero, febrero y marzo, esto incluye prácticamente todo el año (finales y unos meses de la época de secas y la época de lluvias).

El mayor número de organismos de *Artibeus intermedius* con evidencias reproductivas se registró en marzo del 2000 pero este fue el mes de mayor abundancia de esta especie; *A. jamaicensis* presentó un patrón muy similar pero el registro de evidencias reproductivas en marzo fue menor, los organismos con actividad reproductiva se capturaron en el mes de transición entre una temporada y otra, que es junio; a la mitad de la época de lluvias y a la mitad de la época de secas, Fleming *et al.*, (1972) y Bonaccorso (1979), clasifican a estas dos especies como poliéstricas estacionales, con los picos de evidencia reproductiva en las estaciones que se mencionan aquí.

Sturnira lilium es una especie frugívora generalista; presentó evidencias reproductivas a la mitad de la temporada seca y a la mitad de la temporada de lluvias; Fleming *et al.*, (1972), la clasifica como una especie poliéstrica estacional.

Glossophaga soricina presenta mayor número de organismos activos en agosto y febrero, a la mitad de la época de lluvias y a la mitad de la época de secas, esta especie está clasificada como nectarívora pero se ha observado que también se alimenta de frutos e insectos cuando hay escasez de alimento por lo que en realidad no se observa una marcada estacionalidad en su reproducción; Fleming *et al.*, (1972); Bonaccorso (1979) y Ceballos y Galindo (1984), clasifican a esta especie como poliéstrica estacional y sus datos de captura de hembras preñadas y en lactancia coinciden con los de este estudio.

Noctilio leporinus solo se capturó en tres periodos, agosto, septiembre y marzo, los dos primeros es mitad de la época de lluvias y marzo es finales de la época de secas, esta especie solo se capturó en la Laguna de Barra de la Cruz, su presencia se debe a que, probablemente en este lugar le es más fácil capturar sus presas, en época de lluvias por la abundancia y en época de secas porque el nivel de agua es más bajo. No se encontró una descripción de su patrón reproductivo (Figura 9).

Finalmente, en todo el estudio, solo se capturaron siete juveniles, todos pertenecientes a las especies más abundantes; se registraron dos juveniles de *A. intermedius*, cuatro de *A. jamaicensis* y uno de *S. lilium*; cuatro de ellos se colectaron en septiembre de 1999 y tres en enero del 2000. Se registraron tres hembras (dos de *A. intermedius* y una de *A. jamaicensis*) y cuatro machos (tres de *A. jamaicensis* y uno de *S. lilium*).

Distribución temporal.

Ninguna especie estuvo presente a lo largo de todos los periodos de muestreo y solo algunas, las más abundantes, estuvieron presentes de 6 a 9 periodos y otras solo se presentaron un solo periodo con la captura de un solo ejemplar (Cuadro 12).

Hay especies con un solo registro como *Macrotus waterhousii*, *Pteronotus davyi* y *Mormoops megalophylla*; *Balantiopteryx plicata* y *Rhogeessa parvula* tienen solo dos registros; *Leptonycteris curasoae* y *Anoura geoffroyi*, tres; *Artibeus lituratus* y *Dermanura tolteca*, cuatro; *Pteronotus parnellii*, *Carollia subrufa* y *Vampyressa pusilla*, seis; *Glossophaga morenoi*, nueve; *Desmodus rotundus*, 12; *Noctilio leporinus* 20, *Sturnira lilium*, 23; *Glossophaga soricina*, 24; *Artibeus jamaicensis*, 29 y *Artibeus intermedius* 45.

Se esperaba que la mayor abundancia y diversidad fuese en la temporada de lluvias pero los resultados muestran lo contrario, éstas se dan en la época de secas con 18 especies capturadas en ésta temporada y 13 en lluvias y 125 individuos capturados en la temporada seca, contra 76 capturados en la temporada de lluvias. En el noreste de la Península de Yucatán se obtiene una distribución similar, donde la abundancia y diversidad mayores se observan en la época de secas y no en la de lluvias como se esperaba (Sosa, 1997). Las especies comunes para las dos temporadas son: *Glossophaga soricina*, *Pteronotus parnellii*, *Glossophaga morenoi*, *Artibeus intermedius*, *Desmodus rotundus*, *Carollia subrufa*, *Vampyressa pusilla*, *Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*, *Sturnira lilium*, *Noctilio leporinus* y *Rhogeessa parvula*; las especies que solo se registraron en la temporada seca son: *Macrotus waterhousii*, *Anoura geoffroyi*, *Mormoops megalophylla*, *Leptonycteris curasoae*, *Pteronotus davyi* y *Dermanura tolteca* y solo una especie fue exclusiva para la temporada de lluvias: *Balantiopteryx plicata*.

Cuadro 12. Distribución temporal de las especies de murciélagos capturadas en la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca a lo largo de 11 periodos de muestreo; las abreviaturas son las mismas que en la figura 5.

ESPECIES	PERIODOS DE MUESTREO											
	May-99	Jun-99	Jul-99	Ago-99	Sep-99	Oct-99	Nov-99	Dic-99	Ene-00	Feb-00	Mar-00	Total
Glosor	3	6	0	2	0	0	1	0	3	9	0	24
Macwat	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ptepar	1	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	6
Glomor	2	2	1	1	0	2	0	0	0	1	0	9
Anogeo	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3
Artint	1	1	0	2	1	2	0	3	11	9	15	45
Desrot	1	1	1	0	0	0	3	0	2	4	0	12
Carsub	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	6
Vampus	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	6
Artjam	0	6	0	2	9	1	2	2	5	0	2	29
Artlit	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	4
Stulil	0	0	3	1	3	1	0	2	3	9	1	23
Noclep	0	0	0	3	12	0	0	0	0	0	5	20
Balpli	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Rhopar	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
Mormeg	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Lepcur	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
Ptedav	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Dertol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
Total de org.	12	19	7	15	26	9	8	7	28	46	24	201
Total de sp.	8	8	5	8	5	7	5	3	9	13	5	

Similitud.

Los valores de la Selva El Ocote, Chamela y Salina Cruz están por encima del 66.66% propuesto por Sánchez y López (1988), como punto crítico para separar faunas distintas y para un contexto biogeográfico general, lo que indica que la fauna de murciélagos de la cuenca del río Zimatán es similar a éstas áreas, (Cuadro 13).

Cuadro 13: Índice de similitud de Simpson para la comunidad de murciélagos de la cuenca del río Zimatán en la costa de Oaxaca y siete áreas naturales del trópico Mexicano. Los números en negritas representan el numero total de especies para cada área natural. Los números subrayados representan el numero total de especies que se comparten por cada área. Los números con asterisco representan el valor del índice.

Localidad	Selva el Ocote	Los Tuxtlas	Chamela	Cañón del Sumidero	Selva Lacandona	Quintana Roo	Cuenca Río Zimatán	Salina Cruz
Selva el Ocote	48	<u>31</u>	<u>21</u>	<u>19</u>	<u>40</u>	<u>26</u>	<u>15</u>	<u>15</u>
Los Tuxtlas	*0.79	39	<u>18</u>	<u>13</u>	<u>30</u>	<u>24</u>	<u>11</u>	<u>12</u>
Chamela	*0.63	*0.54	33	<u>15</u>	<u>23</u>	<u>19</u>	<u>14</u>	<u>18</u>
Cañón del Sumidero	*0.86	*0.59	*0.68	22	<u>15</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>11</u>
Selva Lacandona	*0.83	*0.76	*0.69	*0.68	67	<u>35</u>	<u>12</u>	<u>15</u>
Quintana Roo	*0.59	*0.61	*0.57	*0.50	*0.79	44	<u>9</u>	<u>15</u>
Cuenca Río Zimatán	*0.78	*0.57	*0.73	*0.63	*0.63	*0.47	19	<u>13</u>
Salina Cruz	*0.57	*0.46	*0.69	*0.50	*0.57	*0.57	*0.68	26

Por localidades, la similitud entre la fauna del Campamento, la Laguna y Rancho San Lorenzo (Cuadro 14), es muy evidente y está fundamentada en el hecho de que tales similitudes tienen valores superiores al mencionado anteriormente. Las comunidades son muy parecidas y puede ser que se esté hablando de una misma.

Cuadro 14. Índice de similitud de Simpson para las localidades de la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca, los señalamientos son los mismos que en el cuadro anterior.

Localidades	Campamento	Laguna	San Lorenzo
Campamento	12	<u>8</u>	<u>10</u>
Laguna	*0.66	13	<u>9</u>
San Lorenzo	*0.83	*0.69	13

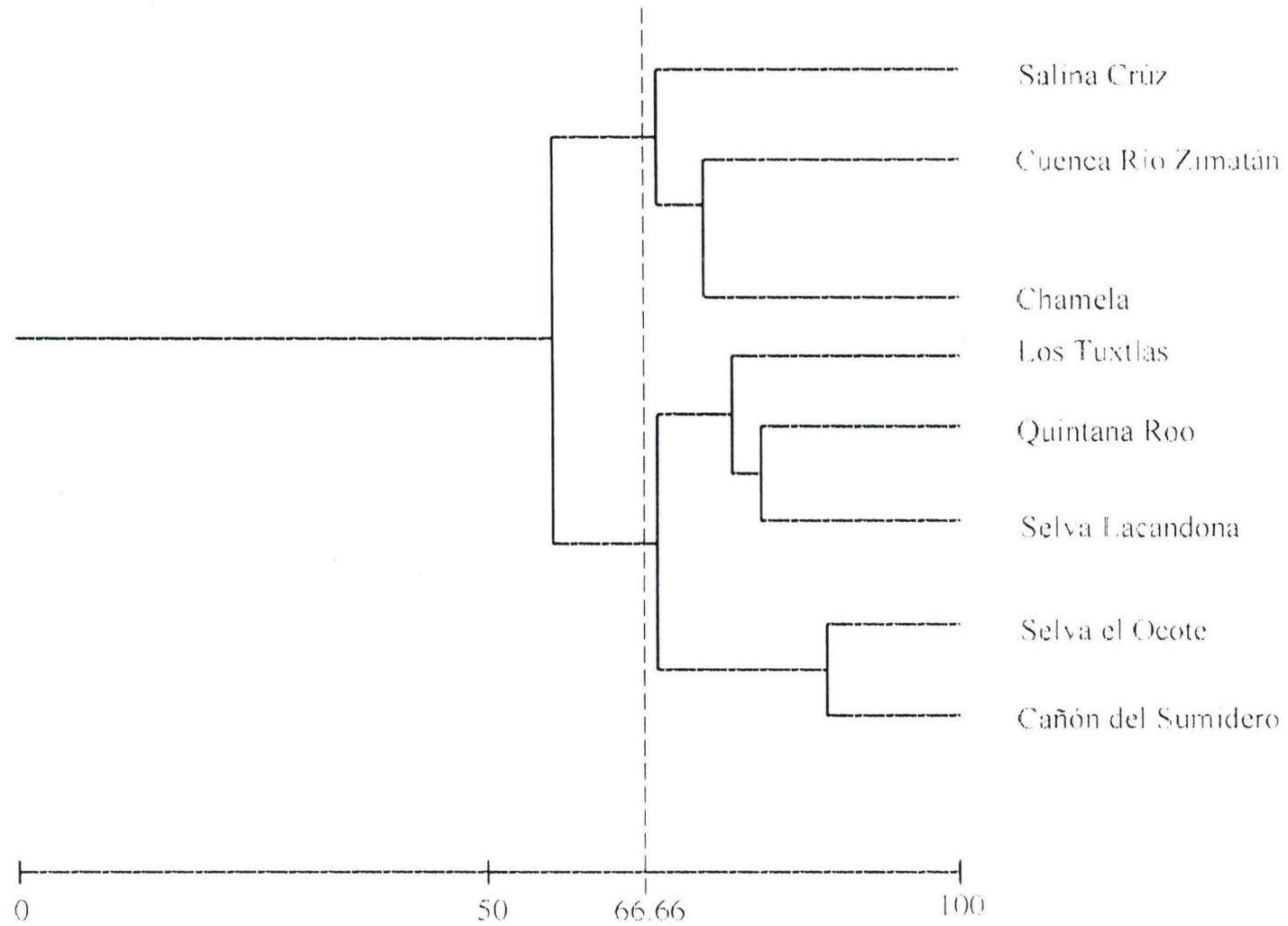


Figura 10. Dendrograma de similitud de la comunidad de murciélagos de la cuenca del río Zimatán, en la costa de Oaxaca con otras siete comunidades tropicales del país.

DISCUSION

Listado taxonómico.

En total se registraron 20 especies, que representan el 15.2% de las 137 reportadas para México (Medellín *et al.*, 1997) y el 23.26% de las registradas para el estado de Oaxaca (Calderón y Briones, 1998); esta cantidad es similar a las reportadas por Ceballos y Miranda (1986), en Chamela, Jalisco; Cervantes y Yépez (1995), en los alrededores de Salina Cruz; Sosa (1997), en el NE de la Península de Yucatán y Calderón (2000), en Ixtlán, Sierra Norte de Oaxaca.

La familia Phyllostomidae es la mejor representada en este estudio, con el 68.42% de las capturas, Mormoopidae representó el 15.79%, mientras que Emballonuridae, Noctilionidae, Vespertilionidae y Molossidae representaron, cada una, el 5.26%. Todas las familias colectadas son de origen neotropical (Ceballos y Miranda, 2000); destaca la abundancia de la familia Phyllostomidae, esto se debe a que es la de mayor número de especies en México, además de que posee la mayor diversidad de gremios tróficos y estrategias reproductivas (Ceballos y Miranda, 1996).

Indudablemente, el número de especies y los gremios tróficos registrados en el área aumentarían si ésta se amplía de manera que se abarque un mayor gradiente de vegetación y de elevación.

Esfuerzo de captura.

Comparado con el esfuerzo invertido por Moreno y Halffer (2000), de 120 noches con 27,001 m red/h y 20 especies es equitativo con respecto a las especies capturadas y los metros red, pero las noches son más del doble; por el contrario Sosa (1997), obtiene 20 especies con prácticamente la mitad de metros red y noches. Sin embargo, el esfuerzo de captura desplegado para este estudio, en conjunto con la representatividad del muestro demuestra que éste fue suficiente para obtener información confiable con respecto a la diversidad y abundancia de las especies presentes en el paisaje estudiado.

Abundancia total.

La abundancia de las especies varió de manera considerable entre los últimos tres periodos y el resto, estos tres periodos pertenecen a la temporada seca, en la cual se esperaba una abundancia más baja de las especies, Sosa (1997), encuentra un patrón similar; con base en la literatura consultada referente al movimiento de las especies en el tiempo (Fleming *et al.*, 1972; LaVal y Fitch, 1977; Bonaccorso, 1979; Kunz, 1982; Iñiguez, 1993), se infiere que esto es normal, ya que las especies realizan migraciones tanto altitudinales como latitudinales en busca de mejores y mayores fuentes de alimento durante esta temporada. La menor abundancia de especies se registró en diciembre que es el primer mes de la temporada seca como tal, y por las observaciones hechas en campo todavía se encuentra abundancia de alimento para todas las especies por lo que probablemente no hubo un gran desplazamiento.

Abundancia total por localidad.

Por localidad por mes, la mayor abundancia de organismos se registró en septiembre en la Laguna de Barra de la Cruz, esto se atribuye a la alta captura de ejemplares de *Noctilio leporinus* que representó el 64% de las capturas de este mes en esta localidad. También se registraron valores altos de abundancia en febrero en la Laguna de Barra de la Cruz y en Rancho San Lorenzo.

La abundancia de los organismos en el Campamento tortuguero vario de alta en la temporada seca a baja en la temporada lluviosa, con los menores valores en agosto y diciembre de 1999 y los más altos en junio de 1999 y marzo del 2000, como se mencionó anteriormente este patrón en la abundancia de las especies es normal. En la Laguna de Barra la Cruz y en Rancho San Lorenzo se observó el mismo patrón, aunque se esperaba que la diferencia de abundancia y diversidad, de ésta última localidad, comparada con los otros dos sitios fuera más notable, debido a que es una parte no perturbada de selva baja caducifolia, aún con esto tiene la misma diversidad que la localidad 2 (Laguna de Barra de la Cruz) y el número de individuos capturados es muy similar, 76 ejemplares contra 78 de la Laguna.

Las especies que habitan en la selva baja caducifolia presentan adaptaciones fisiológicas (hibernación, patrones reproductivos, variación de sus hábitos alimenticios, etc) y ecológicas (migraciones), debido a la marcada estacionalidad que se presenta este tipo de vegetación (Davis, 1970; Griffin, 1970; Gardner, 1977), esto les permite sobrevivir en la época de mayor escasez de recursos, de esta manera se explica la mayor abundancia de organismos

en la Laguna de Barra de la Cruz en el mes de febrero (temporada seca), que es cuando las especies realizan migraciones o tienen un mayor desplazamiento en busca de alimento, pero principalmente de agua.

Abundancia relativa.

Se clasificaron cinco especies como abundantes en toda la comunidad que representaron el 70.1% de todas las capturas, la especie con el valor más alto de abundancia relativa fue *Artibeus intermedius* y también fue la más abundante en el Campamento y el Rancho, para la Laguna la especie más abundante fue *Noctilio leporinus*. De estas cinco especies, cuatro son frugívoras; en las comunidades de murciélagos tropicales éstas suelen ser las más abundantes (Iñiguez, 1993; Medellín, 1993; Navarro y León-Paniagua, 1995; Sosa, 1997; López, 1998; Calderón, 2000), aunque esto también puede estar influenciado por el método de captura empleado en cada uno de estos trabajos, ya que las especies frugívoras son más fáciles de capturar en redes de niebla (Kalko, 1997). Es obvio que el registro y la abundancia de *N. leporinus* en la Laguna son consecuencia del cuerpo de agua, lo que es extraño es que no haya estado presente a lo largo de todo el año y esto se atribuye a los lugares en los que se desplegaron las redes, ya que aunque siempre se colocaron a orillas de la Laguna el lugar se fue variando y es muy posible que cuando se capturaron, las redes se hayan extendido sobre los corredores utilizados por esta especie para entrar o salir del lugar o bien, el nivel del agua era bajo en esas zonas. Hood y Knox (1984), mencionan que esta especie captura a sus presas al detectar hasta las más mínimas ondas que éstas producen cuando están en la superficie; que literalmente rozan gran parte de la superficie del área en la que se están alimentando; buscan aguas someras debido a que son incapaces de detectar a presas totalmente sumergidas y además buscan aguas con gran cantidad de alimento. Esta especie se capturó en agosto y septiembre de 1999 y marzo del 2000, los dos primeros meses era temporada de lluvias y la laguna había crecido hasta llegar a los cultivos y lo que era una cancha de fútbol, el nivel del agua en estas partes era escaso, lo mismo ocurrió en el mes de marzo, que era temporada seca, por ello el nivel general de la laguna era bajo, además de que la abundancia de insectos también era alta, los mismos autores mencionan que aunque esta especie presenta una gran adaptación a la piscivoría también se registra un porcentaje significativo de restos de insectos en los contenidos estomacales.

Cinco de las nueve especies clasificadas como raras son insectívoras y de estas, cuatro son insectívoras de áreas abiertas, esto les confiere un sistema de ecolocación mejor desarrollado y por ello pueden detectar mejor las redes;

por ejemplo, *Balantiopteryx plicata* es una especie insectívora de áreas abiertas que vuela sobre el dosel de los árboles a una altura de alrededor de 25 m (Arroyo-Cabrales y Knox, 1988), cuando las redes estuvieron colocadas entre los 0 y 5 m de altura como máximo.

Dominancia.

Como se mencionó anteriormente la dominancia esta relacionada de una manera inversamente proporcional con la diversidad y el valor más alto de dominancia se registró en la localidad con diversidad y abundancia de organismos más baja (Magurran, 1988). El porcentaje de dominancia de las especies asociadas al gremio trófico al que pertenecen, indica que especies y que recursos alimenticios son los principales para la regulación del hábitat (Sosa, 1997).

En general, las localidades y las temporadas tuvieron un comportamiento como se esperaba, es decir, que los valores de dominancia más bajos se registraron en la localidad o temporada con el valor de diversidad más alto (Krebs, 1985 y Magurran, 1988). Sosa (1997), Calderón (2000) y Briones *et al.*, (*en prensa*) obtuvieron resultados similares.

DIVERSIDAD

La diversidad de la comunidad de quirópteros de la cuenca del río Zimatán se acopla al gradiente de riqueza discutido por otros autores (McCoy y Connor, 1980; Willig y Selcer, 1989; Pagel *et al.*, 1991; Findley, 1993; Kaufman, 1995). La diversidad obtenida ($H' = 1.051$) está por debajo de sitios con menor latitud que presentan gradientes altitudinales y que poseen otros tipos de vegetación. Por ejemplo, el valor obtenido es menor al registrado en selvas altas perennifolias de Chajul, Chiapas, ($H' = 1.16$) y de La Selva ($H' = 1.21$), en Costa Rica. Es similar a bosques tropicales secos que se encuentran en el país como la Sierra de Huautla ($H' = 1.119$) y otras localidades de América Central como Rodman ($H' = 0.822$) en Panamá y La Pacífica ($H' = 0.894$), en Costa Rica (Fleming *et al.*, 1972; LaVal y Fitch, 1977; Medellín, 1993; Sánchez y Romero, 1995).

La diversidad del área responde al patrón establecido por Ceballos (1995 b), para las selvas secas, dónde dice que este tipo de vegetación no tiene una diversidad muy alta pero tiene un alto porcentaje de especies endémicas.

Aunque en este trabajo solo se hayan capturado dos, es importante seguir con muestreos que abarquen una mayor área, que se utilicen otros métodos de captura y registro de murciélagos, así como la visita de refugios.

Diversidad alfa.

Las diferencias significativas encontradas entre los valores de diversidad de las temporadas de la Laguna de Barra de la Cruz se debe al gran número de ejemplares de *Noctilio leporinus* capturados en la temporada de lluvias, la presencia de esta especie en esta temporada fue demasiado alta lo que lleva a una equitatividad baja con una dominancia muy alta y por ende, un valor de diversidad mas bajo, lo que indica que hay una o varias especies que están influyendo en la distribución de los recursos y la abundancia de las demás especies; esto se corrobora con el valor de dominancia reportado para ésta localidad en esta temporada; aunque se observó que *N. leporinus* no está influyendo sobre las demás especies por su especialización en el alimento. Las temporadas de las otras dos localidades tuvieron valores de H' , H' max y E más semejantes, por lo que se infiere que dentro de estas dos localidades la estación del año no afecta mucho la diversidad.

La temporada seca de la Laguna de Barra de la Cruz tuvo los valores de H' , H' máx. y E más altos, se encontraron diferencias significativas entre sus valores y los de las otras dos localidades. De manera anual, también esta localidad fue, por muy poco, más diversa que el Rancho San Lorenzo, localidad que se esperaba tuviera valores mucho más altos. Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los valores de las tres localidades, la alta diversidad de esta zona se debe a la presencia del cuerpo de agua, que al parecer atrae de manera más o menos uniforme a todas las especies (Medellín, 1993).

La temporada seca es más diversa que la de lluvias, esta variación, contraria a la esperada (hipótesis 2), es explicada por una mayor disponibilidad de alimento durante la época de lluvias, lo que implica un menor movimiento de las especies a través del espacio (Fleming *et al.*, 1972; LaVal y Fitch, 1977; Bonaccorso, 1979, Kunz, 1982; Bonaccorso y Humphrey, 1984).

Diversidad beta.

Sosa (1997) y Calderón (2000), encuentran que los patrones de recambio de las especies están asociados a los cambios en el tipo de vegetación (gradientes altitudinales) o a una orientación norte-sur. En este trabajo, a pesar de la diferencia en el grado de conservación de las localidades, la diversidad beta es muy baja y esto se relaciona con la cercanía de las localidades y la capacidad de desplazamiento de las especies. Moreno y Halfpter (2001) y Briones *et al.* (*en prensa*), mencionan que se espera encontrar valores del índice de diversidad beta más altos en taxones cuya capacidad de dispersión es menor, como los roedores. Magurran (1988), menciona que la diversidad beta también puede ser calculada mediante índices de similitud como Jaccard, Sorensen, y Simpson.

Desafortunadamente, pocos trabajos de ecología de comunidades han realizado análisis de diversidad beta, la cual en la actualidad es importante conocer debido a la alta tasa de deforestación y transformación del paisaje por causas antropogénicas.

IZT.

Diversidad gama.

En México, así como en la mayor parte del neotrópico, el estudio de los mamíferos terrestres se ha limitado a presentar listas de especies únicamente con su presencia (diversidad alfa), describiendo la diversidad regional (gama) solamente en términos de riqueza específica, o bien, con cualquier otra medida de diversidad (p. ej. reportando el valor global del índice de Shannon). Algunos trabajos hacen comparaciones entre la comunidad de mamíferos que habitan en los distintos tipos de vegetación (diversidad beta), pero ninguno incluye esta información en una medida de la biodiversidad con base, tanto en alfa como en beta. Desafortunadamente, esto mismo se ha identificado para otros grupos de organismos (Moreno y Halfpter, 2001).

En este sentido, la estimación de la diversidad gama, permite determinar en que proporción contribuyen las diversidades alfa y beta a la integración de la biodiversidad de quirópteros en la Cuenca del río Zimatán en la costa de Oaxaca. Para poder realizar comparaciones, fue necesario obtener los valores de la ecuación con los datos registrados para otras regiones de México (Cuadro 10), que permite dar una idea de lo que ocurre y mostrar las bases de su interpretación; nótese que mientras más heterogéneo es el paisaje, mayor es gama (Ricklefs y Schluter, 1993; Fávila y Halfpter, 1997). Asimismo, el recambio en la composición de especies de quirópteros entre hábitats (diversidad beta), ocasiona que el número total de especies en todo el paisaje o región, sea muy superior al que

corresponde a una diversidad alfa promedio. Esta información tiene importantes implicaciones en biodiversidad, ya que demuestra que para maximizar el número de especies es necesario incorporar la diversidad alfa hasta la fecha utilizado en conservación (Sosa, 1997).

En general, todos los ambientes comparten muchas de las especies registradas, por lo que el número de especies presentes de manera exclusiva en un solo hábitat depende de las características muy especiales o micro climáticas que se encuentran en cada una de las áreas; este patrón indica que el paisaje estudiado, que al parecer era un área heterogénea, con diferentes grados de perturbación, es en realidad un área homogénea para los murciélagos debido a que no son sensibles a los cambios ambientales en una escala espacial (Moreno y Halfiter, 2001).

Los valores de diversidad α , β y γ demuestran que el área muestreada es pequeña, que se trata de una misma comunidad o población para, al menos, las especies mas abundantes.

Gremios tróficos.

En la cuenca del río Zimatán en la costa de Oaxaca, se registró el 73% de los grupos tróficos registrados para selvas altas perennifolias (Medellín, 1993), con ausencia de los onmivoros/recogedores, los frugívoros especialistas en desechos y los carnívoros; así como el 78% de los grupos reportados por Bonaccorso (1979), en la Isla de Barro Colorado, Panamá, las excepciones son los frugívoros especialistas en desechos y los carnívoros. Se encontró el 100% de los gremios registrados por Sosa (1997) y Calderón (2000), para el bosque tropical caducifolio.

Los quirópteros de los intervalos de tamaño de antebrazo II y IV, son desde el punto de vista trófico, los de mayor importancia para la comunidad, ya que explotan los recursos alimentarios de tres y cuatro formas diferentes. En conjunto representan el 53% de las especies de la cuenca del río Zimatán, e incluyen a la especie más abundante de la comunidad: *Artibeus intermedius*.

Calderón (2000), reporta, para el bosque tropical caducifolio en Ixtlán, Sierra Norte de Oaxaca, solo cinco especies pertenecientes a tres intervalos de tamaño y cinco gremios tróficos, observa que dos intervalos de tamaño tienen una sola especie y las especies que pertenecen al mismo intervalo tienen gremios diferentes, por lo que no observa sobreposición.

En este estudio es evidente que existe sobrelapamiento de especies en los gremios mejor representados pero estas son semejantes tanto taxonómica como morfológicamente aunque esto muestra que es necesario un mayor número de estudios que comparen la abundancia, dieta y competencia intraespecífica de un mismo grupo trófico para evaluar cuantitativamente el uso de los recursos, conocer los mecanismos que permiten la coexistencia de esas especies así como las limitaciones plásticas y fisiológicas entre ellas (Medellín, 1993; Sosa, 1997; López, 1998).

Reproducción.

Las cinco especies más abundantes, para las que se analizaron las evidencias reproductivas, presentaron un patrón, definido por Fleming *et al.*, (1972) y Bonaccorso (1979), como poliéstrico estacional, tres de estas cinco especies son frugívoras y el poseer este patrón les permite dos estaciones de apareamiento, una al final y otra al principio de la temporada seca, lo que permite que sus crías, debido a la mayor disponibilidad de alimento, tengan altas probabilidades de sobrevivir; lo mismo ocurre con la especie nectarívora. Para la especie piscívora no se pudo establecer un patrón reproductivo, pero Nowak (1997), menciona la captura de ejemplares de *Noctilio leporinus* y *N. albiventris* con evidencias reproductivas (hembras preñadas o lactando) desde enero hasta agosto. Hood y Knox, (1984), mencionan que la temporada de apareamiento es a finales del invierno y principios de la primavera (que sería enero, febrero, marzo y abril) y que el alumbramiento tiene lugar entre abril y junio lo que lleva a concluir que tienen un patrón de reproducción similar al de las especies anteriores, por otro lado Ceballos (2001), menciona que se pueden reproducir durante casi todo el año.

Calderón (2000), reporta que los murciélagos frugívoros se pueden reproducir dos veces al año, al principio y al final de la época de lluvias. Iñiguez y Santana (1993), reportan lo mismo para *Sturnira lilium* y *Dermanura tolteca* en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Por lo contrario, en este estudio se observó el mayor número de organismos con evidencias reproductivas en enero, febrero y marzo, prácticamente al final de la época de secas, teniendo así que los nacimientos, el destete o la dispersión de los juveniles serán al principio o a mediados de la época de lluvias que es precisamente cuando hay más abundancia de recursos para todos los gremios tróficos de murciélagos encontrados en la selva seca de la costa de Oaxaca.

Conservación.

La importancia de los murciélagos en los ecosistemas tropicales radica en que son regeneradores de áreas perturbadas debido a que algunos géneros como *Carollia* y *Sturnira* se alimentan de frutos de árboles o arbustos que son pioneros en la regeneración de áreas perturbadas, al alimentarse de estas especies vegetales, dispersan eficazmente las semillas, también son polinizadoras de éstas mismas especies y de algunas que proliferan en los ecosistemas en clímax.

Por su ubicuidad se pueden considerar como indicadores biológicos de perturbación, muy en particular la subfamilia Phyllostominae debido a que la abundancia de las especies de ésta disminuye en ambientes perturbados (Fenton *et al.*, 1992; Medellín *et al.*, 2000; Schulze *et al.*, 2000), sin embargo otras especies de ésta misma subfamilia indican perturbación, pero no por su disminución sino por su aumento en el porcentaje que representan de las capturas, que debe de ser superior al 35%, estos géneros son *Carollia* y *Sturnira*, así como una abundancia alta del murciélago vampiro *Desmodus rotundus*, que prolifera en áreas que han sido convertidas en pastizales y que están rodeados de manchones de selva.

Debido al valor del índice de diversidad obtenido, la abundancia de la subfamilia Phyllostominae y dada la baja abundancia de las especies que sirven como indicadoras de perturbación (*Carollia sp.*, *Sturnira sp.* y *Desmodus rotundus*), al menos la localidad designada como Rancho San Lorenzo, puede considerarse en buen estado de conservación. Es importante que en todos los trabajos que se hagan con éste fin (el de conservar un área determinada), se tome en cuenta a la comunidad que en ella habita, porque ellos saben lo que tienen y de cierta manera les interesa seguir manteniéndolo. Efectivamente, gran parte de toda la zona estudiada esta siendo convertida en área de pastoreo, en cultivos de leguminosas, de árboles frutales y de café, además de que es notable una alta tasa de deforestación o desmonte por extracción de madera, pero como ya se mencionó, los murciélagos son importantes regeneradores de áreas perturbadas.

Actualmente los proyectos de conservación no solo deben enfocarse a proteger áreas en buen estado natural, también deben protegerse los lugares aledaños que se encuentren perturbados, ya que sirven como refugio (nocturno o diurno) o corredor para algunas especies además de servir como zona de amortiguamiento a la zona que se elija como núcleo.

Similitud.

Al comparar la zona con otras siete áreas en un gradiente latitudinal, los resultados obtenidos demuestran que la fauna de murciélagos de la cuenca del río Zimatán en la costa de Oaxaca se encuentra dentro de las selvas secas Mesoamericanas que están distribuidas a lo largo de la costa del Pacífico desde el sur de Sonora, México (25° latitud Norte) hasta la Península de Nicola en Costa Rica (10° latitud Norte) y en la Península de Yucatán; ésto se debe a que por algún tiempo compartieron una masa forestal continua, la cual corresponde a la provincia biótica de Tehuantepec (Alvarez y Lachica, 1991; Medellín *et al.*, 1992; Navarrete-Gutiérrez *et al.*, 1996).

La gran similitud en la composición de especies de murciélagos entre los sitios en los que se realizaron los muestreos de la zona de trabajo, refleja la tendencia de muchos murciélagos de viajar a través de diversos ambientes durante el forrajeo. La captura de especies de murciélagos en un hábitat particular no necesariamente refleja que esas especies estén forrajeando en él (Zarza, 2001). Tal es el caso del Campamento Tortuguero y Rancho San Lorenzo, que comparten un gran número de especies (10), con la mención de que éstas son frugívoras e insectívoras, y la abundancia de frutos e insectos en ambas localidades era muy alta (*observación personal*).

CONCLUSIONES

- ❖ Se encontraron especies de importancia ecológica por su sensibilidad a la perturbación o fragmentación del hábitat y por sus movimientos de migración como *Leptonycteris curasoae*, *Anoura geoffroyi* y *Tadarida brasiliensis*.
- ❖ La composición de las especies de cada localidad varió de acuerdo a su grado de perturbación, sin embargo la abundancia de los organismos capturados fue similar en las tres áreas.
- ❖ El valor alto del índice de diversidad registrado para la temporada seca, responde al patrón de movimiento de las especies en esta temporada en busca de mejores fuentes de alimento y agua.
- ❖ De acuerdo a los bajos valores de diversidad beta registrados y los resultados del índice de similitud, se presupone que las especies estudiadas corresponden a una misma comunidad. Es importante que para medir la tasa de recambio de especies entre diferentes comunidades se tomen en cuenta los índices de diversidad y similitud ya que juntos, estos métodos, proporcionan una buena herramienta para medir la diversidad beta.
- ❖ Las especies más abundantes presentan un patrón reproductivo poliéstrico bimodal.
- ❖ La comunidad de murciélagos cuenta con una amplia representación de los gremios tróficos reportados para el orden Chiroptera.
- ❖ A pesar los altos valores de dominancia registrados, las especies que se clasificaron como abundantes no ejercen presión sobre las demás debido a las diferencias en los gremios tróficos.
- ❖ Los resultados reflejan una fuerte tendencia hacia la conservación no solamente de áreas en aparente buen estado de conservación, sino también en áreas aledañas que sirvan de soporte o amortiguamiento a ciertas especies que encuentran en estos sitios alimento y refugio apropiado para sobrevivir.

LITERATURA CITADA

- Alvarez, T., S. T. Alvarez-Castañeda y J. C. López-Vidal. 1994. Claves para murciélagos mexicanos. Co-Edición No. 2. *Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N.* México. 65 pp.
- Alvarez, T. y F. de Lachica. 1991. Zoogeografía de los vertebrados de México. Sistemas técnicos de edición, México D.F. 65 pp.
- Amín, M. y R. A. Medellín. en prensa. Bats as indicators of habitat disturbance. En: *Single species approaches to conservation: what works, what doesn't and why?*. Island Press.
- Arita, T. H. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp. 109-128. En: *Avances en el estudio de los mamíferos de México.* (Medellín, R. y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicaciones especiales. 1:1-464.
- Arroyo-Cabrales, J. and Knox, J. J. Jr. 1988. *Balantiopteryx plicata*. *Mammalian Species*. 301: 1-4.
- Banco Mundial. 1994. Estudio del Subsector Forestal. México. SARH – Subsecretaría Forestal de Fauna Silvestre. Coordinación de Asesores. México. D. F.
- Begon, M., J. Harper y C. Townsend. 1988. *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*. Omega. Barcelona, España. 753 pp.
- Bonaccorso, F. J. 1979. Foraging and reproductive ecology in Panamanian bat community. *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences*. 24: 359-408.
- -----, y S. Humphrey. 1984. Fruit bat niche dynamics: their role in maintaining tropical forest diversity. Pp. 169-183. En: *Tropical Rain-Forests: The Leeds symposium*. USA
- Bonilla, C., E. Piña y E. Cisneros. 1988. La fauna de la Sierra de San Felipe Oaxaca, conocimiento actual. *Cuaderno de Investigación No. 11*. CIIDIR, Oaxaca. IPN.
- Briones, S. M. A. 1988. Análisis de la distribución geográfica de los mamíferos comprendidos en la zona noreste de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 167 pp.
- -----, 1997. Montane Bat Community in the Northeast of Oaxaca state, México. Pp 43. En: *Memories of Seventh International Theriological Congress*. Acapulco, México. 403 pp.

- -----, 1998. First record of *Bauerus dibiaquerqus* (Vespertilionidae) in Oaxaca, México. *The Southeastern Naturalist*. 43(4): 495-496.
- -----, G. González, J. Calderón y L. Velásquez. 1999. Mamíferos de los bosques Húmedos del Nordeste de Oaxaca. "En marcha". CIIDIR, Oaxaca. IPN.
- -----, Sánchez-Cordero y J. A. Santos-Moreno. en prensa. Diversidad de murciélagos en un gradiente altitudinal de la Sierra Mazateca, Oaxaca, México.
- Calderón, J. M. 2000. Diversidad y Estructura de Comunidades de Quirópteros en Ixtlán, Sierra Norte de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. 79 pp.
- ----- y M. A. Briones. 1998. Murciélagos del estado de Oaxaca, México. En : *Memorias del Cuarto Congreso Nacional de Mastozoología*, Jalapa, Veracruz.
- Carabias, J., y L. Arizpe. 1993. El deterioro ambiental: cambios nacionales, cambios globales. Pp 43-59. En: Desarrollo Sustentable. Hacia una Política ambiental. (A. Azuela, J. Carabias y E. Provencio, eds). UNAM. México. D. F.
- Castillo, P. V. H. 2002. Mamíferos de la costa sudeste de Oaxaca. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores – Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 78 pp.
- Ceballos, G. 1995 a. Biodiversidad y conservación en el Neotrópico. *Mastozoología Neotropical*. 2: 3-4.
- -----, 1995 b. Vertebrate diversity, ecology and conservation in Neotropical deciduous Forests. Pp 195-220, En: *Seasonally Dry Tropical Forests* (Bullock, S., E Medina, y Mooney, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- -----, y A. García. 1995. Conserving Neotropical biodiversity: The role of dry forests in Western Mexico. *Conservation Biology*. 9: 1349-1353.
- -----, 1997. La selva baja: biodiversidad única en peligro. *Revista Ocelote*. 5: 10-15.
- ----- y C. Galindo. 1984. Mamíferos silvestres de la Cuenca de México. Limusa. México. 299 pp.
- ----- y A. Miranda. 1986. Los mamíferos de Chamela, Jalisco, México. Manual de campo. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 436 pp.
- -----, 2000. Guía de campo de los mamíferos de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología. Instituto de Biología. 502 pp.

- ----- y P. Rodríguez. 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos de México: II. Patrones de endemidad. Pp. 87-108. En: Avances en el estudio de los mamíferos de México (Medellín, R. y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicaciones especiales. 1:1-464.
- Cervantes, G. V., M. López González, N. Salas Nava, G. Hernández Cárdenas. 2001. Técnicas para propagar especies nativas de selva baja caducifolia y criterios para establecer áreas de reforestación. Coordinación de Servicios Editoriales. Facultad de Ciencias. UNAM. SEMARNAP. Programa nacional de reforestación. 174 pp.
- Cervantes, R. F. A., A. Castro-Campillo, y J. Ramírez-Pulido. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*. 65(1): 177-190.
- ----- y L. Yépez Mulia. 1995. Species richness of mammals from the vicinity of Salina Cruz, coastal Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*. 66(1): 113-122.
- Coates-Estrada, R. y A. Estrada. 1986. Manual de identificación de campo de los mamíferos de la Estación de Biología de "Los Tuxtlas". *Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 151 pp.
- Cody, M. 1975. Towards a theory of continental species diversities. Pp. 214-257. En: Ecology and evolution of communities (Cody, M. and J. Diamond, eds.). The Belknap Press of Harvard University, Cambridge, Mass. USA. 545 pp.
- Colwell, R. K. 1999. Estimates 5. Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Web site: www.viceroy.eeb.uconn.edu/estimates.
- Cruz, N. M. A. 1997. Murciélagos. *DUMAC. OTOÑO*. 26-30 pp.
- Davis, W. B. 1970. The large fruit bats (Genus *Atribeus*) of Middle America with a review of the *Artibeus jamaicensis* complex. *Journal of Mammalogy*. 51: 105-122.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1991. El límite Boreal de la Selva tropical húmeda en el Continente Americano: Contracción de la Vegetación y solución de una controversia. *Interciencia*. 16(5): 240-247.
- ----- y P. H. Raven. 1994. Un inventario biológico para México. *Sociedad Botánica de México*. 55: 29-34.

- Fávila, E. M. y G. Halffter. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*. 72: 1-25.
- Fenton, M. B., L. Acharya, D. Audet, M. B. C. Hickey, C. Merriman, M. K. Boris and D. M. Syme. 1992. Phyllostomid Bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as Indicators of Habitat Disruption in the Neotropics. *Biotropica*. 24(3): 440-446.
- Findley, J. 1993. Bats: a community perspective. Cambridge University Press. USA. 167 pp.
- Fleming, H. T., E. T. Hooper and D. E. Wilson. 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles and movement patterns. *Ecology*. 53(4): 555-569.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. 2da Ed. *Comisión Nacional para el Uso y Manejo de la Biodiversidad de México. y Universidad Nacional Autónoma de México*. México. 439 pp.
- Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del Bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*. 73: 57-74.
- Gálvez, J. 1990. Mastofauna del Parque Nacional "Cañón del Sumidero" Chiapas, México. Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas. Tesis de Licenciatura. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 89 pp.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para la República Mexicana. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 153 pp.
- ----- . 1989. Apuntes de Climatología. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 155 pp.
- García, J. M. 1998. Distribución altitudinal de la comunidad de quirópteros de la Mixteca Oaxaqueña. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 45 pp.
- Gardner, A. L. 1977. Feeding habits. Pp. 292-350 en: *Biology of Bats of the New World family Phyllostimidae. Part II.* (R. J. Baker, J. K. Jones, Jr. y D. C. Carter, eds). Special Publications Museum of Texas Tech. University. 13: 1-364.
- Goodwin, G. 1966. A preliminary report on the Mammals collected by T. McDougall in southeastern Oaxaca, México. *Amer. Mus. Nat. Hist. Publ.* New York. 1-15 pp.
- ----- 1969. Mammals from state of Oaxaca, México, in the American Museum of Natural History. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* USA. 141:1-269.

- Griffin, D. R. 1970. Migration and homing of bats. Pp. 233-264. En: *Biology of bats*. Vol II. (W. A. Wimsatt, ed.). Academy press. New York.
- Halffter, G. y E. Ezcurra. 1992. ¿Qué es la Biodiversidad?. Pp. 3-24. En: *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Halffter G. ed.). *Acta Zoológica Mexicana*. Volumen especial. 1-389.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. John Wiley & Sons. New York. Vol. I y II.
- Hernández, H. C. 2002. Mamíferos medianos del Parque Nacional Huatulco, Oaxaca. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores – Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 101 pp.
- Hood, S. C. and J. Knox Jones, Jr. 1984. *Noctilio leporinus*. *Mammalian Species*. 216: 1-7.
- Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal Theor. Biol.* 29: 151-154.
- Hutchinson, G. E. 1959. Homage to Santa Rosalia, or why are there so many kinds of animals?. *The American Naturalist*. 93: 145-159.
- INEGI. 1988. Carta de vegetación y uso de suelo. Escala 1:1,000,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- Iñiguez, D. L. I. 1993. Patrones ecológicos en la comunidad de murciélagos de la sierra de Manantlán. Pp. 355-370. En: *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. (Medellín, R. A. y G. Ceballos, eds.). *Asociación Mexicana de Mastozoología*. México. 464 pp.
- ----- y E. Santana. 1993. Patrones de distribución y riqueza de especies de los mamíferos del occidente de México. Pp. 65-86. En: *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. (Medellín, R. A. y G. Ceballos, eds.). *Asociación Mexicana de Mastozoología*. México. 464 pp.
- Janzen, D. H. 1988. Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystem. Pp. 130-137. En: *Biodiversity*. (O. Wilson, ed.). National Academy Press. Washington. D. C. USA.
- Kalko, E. K. V. 1997. Diversity in tropical bats. Pp. 13-43. In: *Tropical biodiversity and systematic*. Proceedings of the International Symposium on Biodiversity and Systematic in tropical ecosystems (Ulrich, H. ed.). Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Kaening, Bonn, Germany.
- Kaufman, D. 1995. Diversity of New World Mammals: Universality of the latitudinal gradients of species and bauplans. *Journal of Mammalogy*. 76(2): 322-334.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia*. Harla. 753 pp.

- ----- 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publishers. New York. 654 pp.
- Kunz, H. T. 1982. *Ecology of bats*. Plenum Publishing Corporation. New York. USA. 425 pp.
- LaVal, R. and H. Fitch. 1977. Structure, movements and reproduction in three Costa Rican bat communities. *Occasional papers, Museum of Natural History of the University of Kansas*. 69: 1-28.
- Lloyd, M., J. H. Zar and J. R. Karr. 1968. On the Calculation of Information-theoretical Measures of Diversity. *The American Midland Naturalist*. 79(2): 257-272.
- López-González, C. 1991. Estudio prospectivo de los vertebrados terrestres del corredor turístico Cancún - Tulum, Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Escuela Nacional de Estudios Profesionales – Iztacala. México. 127 pp.
- López, T. M. C. 1998. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos de la Selva Lacandona, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 89 PP.
- Lovett, S. 1991. *Bats. Extremely Weird*. Santa Fe. New Mexico, USA. 32 pp.
- Magurran, A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. New Jersey. USA. 179 pp.
- March, I. J. y M. Aranda. 1992. Mamíferos de la Selva Lacandona. 201-220 Pp. En: Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación. (Vásquez, M. y M. Ramos, eds.). Centro de Estudios para la Conservación de los Recursos Naturales, A. C. Publicaciones especiales Ecósfera. México. 1: 436 pp.
- Massera, O., M. J. Ordóñez y R. Dirzo. 1997. Carbon emission from Mexican forest: current situation and long-term scenario. *Climatic Change*. 35: 256-295.
- McCoy, E. and E. Connor. 1980. Latitudinal gradients in the species diversity of North America mammals. *Evolution*. 34:193-203.
- McNab, B. 1971. The structure of tropical bat faunas. *Ecology*. 52(2): 352-358.
- Medellín, R. A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. Pp. 333-354. En: Avances en el estudio de los mamíferos de México. (Medellín, R. A. y G. Ceballos, eds). *Asociación Mexicana de Mastozoología*. México. 464 pp.
- -----, O. Sánchez-Herrera y G. Urbano. 1992. Ubicación Zoogeográfica de la Selva Lacandona. Chiapas, México a través de su fauna de quirópteros. Pp. 235-251. En: Reserva de la Biosfera Montes

Azules Selva Lacandona: Investigación para su conservación. (Vásquez, M. y M. Ramos, eds.). Centro de Estudios para la Conservación de los Recursos Naturales, A. C. Publicaciones Especiales. Ecósfera. México. 1:1-466.

- -----, H. T. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. *Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México. Publicaciones especiales* Núm. 2. 83 pp.
- -----, M. Equihua y M. A. Amín. 2000. Bat Diversity and Abundance as Indicators of Disturbance in Neotropical Rainforests. *Conservation Biology*. 14 (6): 1666-1675.
- Miranda, F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. México. 28: 29-179.
- Mittemeir, R. y C. Goetsch. 1992. La importancia de la diversidad Biológica de México. En: "México ante los retos de la biodiversidad". (Sarukhán, J. y R. Dirzo, eds.). *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México*. (CONABIO). México. 3-6 pp.
- Moreno, E. C. and G. Halffter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*. 37: 149-158.
- -----, 2001. Spatial and temporal analysis of α , β and γ diversities of bats in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation*. 10 (3): 367-382.
- Navarrete-Gutiérrez, D. A., L. Alba, M. March y M. Espinoza. 1996. Mamíferos de la Selva "El Ocote" Chiapas. Pp. 179-207. En: *Conservación y desarrollo sustentable en la selva "El Ocote"*, Chiapas. (Vásquez, M. y M. Ramos eds.). Editorial ECOSUR, ECOSFERA y CONABIO.
- Navarro, D., A. T. Jiménez y J. Juárez. 1990. Los mamíferos de Quintana Roo. Pp. 371-450. En: *diversidad biológica en la reserva de la biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. (Navarro, D. y J. G. Robinson, eds.) Centro de Investigaciones Quintana Roo (CIQRO). Quintana Roo, México. 450 pp.
- Navarro, P. y L. León-Paniagua. 1995. Community structure of bats along altitudinal gradient in tropical eastern México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 1(1): 9-21.
- Nowak, R. M. 1991. Walker's Mammals of the World. Fifth Edition. The John Hopkins University. Baltimore. USA 1362 pp.
- Pagel, M., R. May and A. Collie. 1991. Ecological aspects of the geographical distribution and diversity mammalian species. *The American Naturalist*. 137(6): 791-815.

- Pianka, E. 1982. *Ecología Evolutiva*. Omega, S. A. Barcelona. España. 365 pp.
- Ramírez-Pulido, J., M. C. Britton, A. Perdomo y A. Castro-Campillo. 1986. Guía de los mamíferos de México, referencias hasta 1983. Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. México. 720 pp.
- ----- y C. Müdespacher. 1987. Estado actual y perspectivas del conocimiento de los mamíferos de México. *Ciencia*. 38: 49-67.
- -----, A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y F. A. Cervantes-Reza. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. *Occas. Papers Mus., Texas Tech. Univ.* 158: 62 pp.
- Reid, A. F. 1997. *A field guide to the Mammals of Central America and southeast Mexico*. Oxford University Press. 334 pp.
- Ricklefs, R. and D. Schluter, (eds.). 1993. *Species diversity in ecological communities, historical and geographical perspectives*. The University of Chicago Press. Chicago. USA. 414 pp.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 pp.
- ----- . 1990. *Vegetación potencial*. Atlas Nacional de México. Sección Naturaleza. Hoja V.8.2, Volúmen II. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez, O. and G. López. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana*. 75: 119-145.
- Sánchez, G. y M. Romero. 1995. Murciélagos de Tabasco y Campeche: Una propuesta para su conservación. *Cuadernos del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 24: 1-215.
- Sánchez, H. C. y A. M. Romero. 1995. Mastofauna silvestre del área de la reserva Sierra de Huautla (con énfasis en la región Noreste). Ed. U. A. E. M. Fanes. Morelos. 146 pp.
- Schaldach, W. J. Jr. 1964. Notas breves sobre algunos mamíferos del Sur de México. *Anales del Instituto de Biología*. 35: 129-137.
- Schulze, M. D., N. E. Seavy and D. F. Whitacre. 2000. A Comparison of the Phyllostomid Bat Assemblages in Undisturbed Neotropical Forest and in Forest Fragments of a Slash-and-Burn Farming Mosaic in Petén, Guatemala. *Biotropica*. 32 (1): 174-184.
- Simpson, G. 1960. Notes on the measurement of faunal resemblance. *American Journal of Science*. 258:300-311.

- Soberón, M. J. y J. Llorente. 1993 a. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México. (CONABIO). México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. esp. (XLIV)*: 3-17.
- -----, 1993 b. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*. 7(3): 480-488.
- ----- y J. Sarukhan Kermez. 1994. La biodiversidad de México. *Boletín de la ARIFF*. 1(1): 7-12.
- Sosa, E. J. 1997. Ecología de la Comunidad de Mamíferos Terrestres del Noreste de la Península de Yucatán: Distribución y Estructura. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 155 pp.
- Toledo, V. J. Carabias, C. Toledo, y C. González-Pacheco. 1989. La producción Rural en México: Alternativas Ecológicas. Fundación Universo Veintiuno. México. D. F.
- Turner, D. C. 1975. The Vampire Bat. The John's Hopkins University Press, Baltimore. USA.
- Tuttle, M. D. 1970. Distribution and zoogeography of Peruvian bats, with comments on natural history. University of Kansas. Sciences bulletin. 49: 45-86.
- Villa, R. B. 1966. Los murciélagos de México. Instituto de Biología UNAM. México. 491 pp.
- Weeb, G. R. y R. H. Baker. 1969. Vertebrados terrestres del suroeste de Oaxaca. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*. 1: 139-152.
- Willig, M. and K. Selcer. 1989. Bat species gradients in the New World: a statistical assessment. *Journal of Biogeography*. 16:189-195.
- Wilson, M. and A. Shmida. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology*. 72:1055-1064.
- Whittaker, H. R. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains. Oregon and California. *Ecological Monographs*. 30(3): 279-338.
- -----, 1975. Communities and Ecosystems. Second edition. McMillan. New York. USA
- Zar, J. 1984. Biostatistical Analysis. Second edition. Prentice-Hall, INC. USA. 717 pp.
- Zarza, V. H. 2001. Estructura de la comunidad de pequeños mamíferos en diversos hábitats en la Selva Lacandona, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 129 pp.

Anexo 1. Abundancia relativa de las especies de murciélagos capturadas en la cuenca del río Zimatán en la costa de Oaxaca. Esta abundancia se obtuvo dividiendo el número de individuos capturados por especie entre los metros de red x hora totales para el estudio.

ESPECIE	No. de Individuos	Abundancia
<i>Balantiopteryx plicata</i>	2	0.00009
<i>Noctilio leporinus</i>	20	0.00091
<i>Mormoops megalophylla</i>	1	0.00005
<i>Pteronotus davyi</i>	1	0.00005
<i>Pteronotus parnelli</i>	6	0.00027
<i>Macrotus waterhousii</i>	1	0.00005
<i>Desmodus rotundus</i>	12	0.00054
<i>Anoura geoffroyi</i>	3	0.00014
<i>Glossophaga morenoi</i>	9	0.00041
<i>Glossophaga soricina</i>	24	0.00109
<i>Leptonycteris curasoae</i>	3	0.00014
<i>Artibeus intermedius</i>	45	0.00204
<i>Artibeus jamaicensis</i>	29	0.00131
<i>Artibeus lituratus</i>	4	0.00018
<i>Carollia subrufa</i>	6	0.00027
<i>Dermanura tolteca</i>	4	0.00018
<i>Sturnira lilium</i>	23	0.00104
<i>Vampyressa pusilla</i>	6	0.00027
<i>Rhogeessa parvula</i>	2	0.00009
Totales	201	0.00910

Anexo 2. Abundancia relativa de las especies colectadas en: A. Campamento Tortuguero, con un esfuerzo de captura de 2,192 m red/h; B. Laguna de Barra de la Cruz, con 2,723.5 m red/h y C. Rancho San Lorenzo, con 2,606 m red/h.

A.

Especie	No. de organismos	Abundancia relativa
<i>Artibeus intermedius</i>	13	0.00593
<i>Glossophaga morenoi</i>	12	0.00547
<i>Artibeus jamicensis</i>	5	0.00228
<i>Sturnira lilium</i>	5	0.00228
<i>Desmodus rotundus</i>	4	0.00182
<i>Vampyressa pusilla</i>	2	0.00091
<i>Artibeus lituratus</i>	1	0.0005
<i>Glossophaga morenoi</i>	1	0.0005
<i>Macrotus waterhousii</i>	1	0.0005
<i>Mormoops megalophylla</i>	1	0.0005
<i>Pteronotus parnellii</i>	1	0.0005
<i>Rhogeessa parvula</i>	1	0.0005

B.

Especie	No. de organismos	Abundancia relativa
<i>Noctilio leporinus</i>	20	0.00734
<i>Artibeus jamicensis</i>	13	0.00477
<i>Artibeus intermedius</i>	11	0.00404
<i>Glossophaga soricina</i>	9	0.00330
<i>Desmodus rotundus</i>	6	0.00220
<i>Sturnira lilium</i>	5	0.00184
<i>Dermanura totleca</i>	4	0.0015
<i>Artibeus lituratus</i>	2	0.00073
<i>Balantiopteryx plicata</i>	2	0.00073
<i>Glossophaga morenoi</i>	2	0.00073
<i>Vampyressa pusilla</i>	2	0.00073
<i>Carollia subrufa</i>	1	0.00037
<i>Pteronotus davyi</i>	1	0.00037

C.

Especie	No. de organismos	Abundancia relativa
<i>Artibeus intermedius</i>	21	0.00806
<i>Sturnira lilium</i>	13	0.00499
<i>Artibeus jamicensis</i>	11	0.00422
<i>Glossophaga morenoi</i>	6	0.00230
<i>Carollia subrufa</i>	5	0.00192
<i>Pteronotus parnelli</i>	5	0.00192
<i>Anoura geoffroyi</i>	3	0.00115
<i>Glossophaga soricina</i>	3	0.00115
<i>Leptonycteris curasoae</i>	3	0.00115
<i>Desmodus rotundus</i>	2	0.00077
<i>Vampyressa pusilla</i>	2	0.00077
<i>Artibeus lituratus</i>	1	0.00038
<i>Rhogeessa parvula</i>	1	0.00038

Anexo 3.

= Macho con testículo E c otado , HG = Hembra gestante y HL = Hembra en Lactancia.

	May '99	Jun '99	Jul '99	Ago '99	Sep '99	Oct '99	Nov '99	Dic '99	Ene '00	Feb '00	Ma '00
<i>Anoura geoffroyi</i>										1 HL	
<i>Artibeus intermedius</i>		1 HG		1 MTE					2 MTE	5 MTE 3 HG	3 MTE 6 HG 3 HL
<i>Artibeus jamaicensis</i>		1 MTE 1 HG			2 MTE				3 HG		
<i>Artibeus lituratus</i>									1 MTE	1 MTE 1 HG	
<i>Balantiopteryx plicata</i>											
<i>Carollia subrufa</i>	1 HL										
<i>Dermanura tolteca</i>										2 MTE 1 HG 1 HL	
<i>Desmodus rotundus</i>	1 HG						1 HG 1 HL			4 MTE	
<i>Glossophaga morenoi</i>	1 MTE		1 MTE			1 HG					
<i>Glossophaga soricina</i>		1 MTE		2 HG						3 HG	
<i>Leptonycteris curasoae</i>											
<i>Macrotus waterhousii</i>											
<i>Mormoops megalophylla</i>											
<i>Noctilio leporinus</i>				1 MTE 1 HL	3 MTE						3 HG
<i>Pteronotus davyi</i>											
<i>Pteronotus parnellii</i>											
<i>Rhogeessa parvula</i>											
<i>Sturnira lilium</i>				1 HL	1 MTE				2 HG	1 MTE 2 MTE 1 HG 2 HL	1 HL
<i>Vampyressa pusilla</i>											