

174
20



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DISTRIBUCION ALTITUDINAL DE PEQUEÑOS MAMIFEROS EN LA SIERRA MIXTECA, OAXACA, MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A

LUIS EDUARDO VAZQUEZ SALAUZ



DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES

DIRECTOR: DR. VICTOR SANCHEZ-CORDERO.



FACULTAD DE CIENCIAS CIUDAD UNIVERSITARIA

OCTUBRE, 1998.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

26 6805



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

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

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:
DISTRIBUCION ALTITUDINAL DE PEQUEÑOS MAMIFEROS EN LA SIERRA
MIXTECA, OAXACA, MEXICO.

realizado por Luis Eduardo Vázquez Salauz

con número de cuenta 8235772-2 , pasante de la carrera de Biólogo

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Propietario Dr. Víctor Sánchez-Cordero Dávila

Propietario M. en C. Guillermo Pérez Saldaña

Propietario Biól. Gerardo Quintero Altamirano

Suplente Biól. José Antonio Santos Moreno

Suplente Biól. Julieta Vargas Cuenca.

Mano de Víctor Sánchez-Cordero Dávila
Mano de Guillermo Pérez Saldaña
Mano de Gerardo Quintero Altamirano
Mano de José Antonio Santos Moreno
Mano de Julieta Vargas Cuenca

FACULTAD DE CIENCIAS

Consejo Departamental de Biología
Edna Ma. Suárez Díaz

Dra. Edna Ma. Suárez Díaz.



DEPARTAMENTO DE BILOGIA

ÍNDICE

<i>Dedicatoria</i>	ii
<i>Agradecimientos</i>	iii
<i>Resumen</i>	1
<i>Introducción</i>	2
<i>Objetivos</i>	10
<i>Área de Estudio</i>	11
<i>Distritos comprendidos</i>	15
<i>Vegetación</i>	16
<i>Métodos</i>	18
<i>Lista de Localidades</i>	20
<i>Calendario de Colectas</i>	22
<i>Procesamiento de Datos</i>	23
<i>Resultados y Discusión</i>	27
<i>Conclusiones</i>	64
<i>Literatura Citada</i>	65

Nada tiene sentido en Biología,
si no es a la luz de la Evolución

T. Dobzhansky

Hemos estado luchando contra problemas pequeños
que nos hemos vuelto pequeños
nosotros mismos

Eugene O'Neill

(Emperor Jones)

¿Por qué se acaba la esencia de las cosas?

Si ya no hay esa sustancia que blandía el ser
y que podía, con solo desearlo,
enaltecer hasta el sombrío emblema.

Crear que en el fondo siempre ha sido así,
querer verlo de otro modo,
todo siempre ha estado derruido.

Nadie hay, ni nada, que haga cambiar, llenar o
haga ver las cosas de otro modo.

¿Por qué ya no te interesas?

y, ¿si fuese al contrario?

No estamos hechos para valorar, pero... ¿hoy?
ya no importa.

(Rachel, 1993.)

DEDICATORIA

ii

A mis padres:

Sra. Juana Carmen Salauz Vázquez.

Sr. Rigoberto Vázquez Rojas. (+)

Origen, Identidad, Amor

Base familiar y dedicación,

Quiero de esta forma

compensar su confianza en mí.

A mi esposa:

Rosario Raquel Biciego Sánchez.

Tu figuras en cada página

le das forma y color

no existe frontera

que no puedas trasponer.

Es tu forma la de todo mi ser,

es tu figura que no puedo ver,

porque a mis ojos les falta el saber.

A mis hermanos y amigos:

Alejandra, Susana,

Francisco y Rigoberto.

Gerardo, Mary, y a sus tres damitas,

José, Guillermo y Cris

Baldo, Mike, Alfonso y

Jesús Ramírez.(+)

AGRADECIMIENTOS

El esfuerzo que una persona es capaz de realizar depende en gran medida del temple en el carácter, la seguridad en sus objetivos y la firme decisión de alcanzarlos por lejanos que parezcan. Aquí el trabajo se desempeña individualmente, y ésta es mi primera gran obra. Sin embargo, el ser social no representa una dependencia por la sociedad que lo forma, por tales razones quiero agradecer la oportunidad que la Universidad Nacional me brindo para alcanzar los objetivos del presente trabajo, al personal académico del Instituto de Biología, profesores y compañeros directamente relacionados con el desempeño del trabajo. Pero principalmente quiero agradecer profunda e infinitamente el enorme esfuerzo que mis padres me brindaron y sin el cual este trabajo no habría sido justificado: Sra. Juana Carmen Salauz Vásquez, a Usted es a quien debo todo lo que hoy soy, las limitaciones de la vida pasada tienen su recompensa y de esta forma se lo quiero demostrar.

Al personal académico, sinodales del jurado: Dr Víctor Sánchez Cordero por dirigir la tesis y contar con el apoyo material para lograr la culminación del presente; M. en C. Guillermo Pérez Saldaña, profesor de la Facultad de Ciencias, por sus observaciones al trabajo desde una perspectiva particular; Biól. Gerardo Quintero Altamirano, profesor de la Facultad de Ciencias, y amigo desde entonces, cuyas valiosas observaciones resultaron en la correcta orientación de este trabajo y por el apoyo moral siempre que fue necesario; Biól. José Antonio Santos por dirigir una parte medular en cuanto a los registros colectados en el presente trabajo, y a la Biól. Julieta Vargas, por contar siempre con disposición para escuchar todo aquello relacionado con la biología y los gajes del oficio.

La realización del proyecto no habría sido posible sin el financiamiento que instituciones como la Fundación Mac Arthur, National Science Foundation, y la UNAM misma, proporcionaron a los investigadores involucrados en el proyecto de los Mamíferos de Oaxaca, del cual ésta tesis forma parte.

Deseo expresar mi sincero agradecimiento por su colaboración directa o indirecta en este trabajo, a las siguientes personas:

Al Dr Fernando Cervantes, curador de la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM, por las facilidades para consultar el material científico ahí depositado, y a la M. en C. Yolanda Hortelano, personal académico directamente relacionado con el uso y organización del material de la Colección.

A mis queridos amigos: Biól. Rosario Raquel Biciego Sánchez, amiga y compañera inseparable, por su apoyo físico y moral incondicional y que hoy retribuyo agradecido. Biól. José Martín García, compañero de trabajo en el campo, amigo y compañero desde la formación o deformación en la Facultad de Ciencias.

A mis compañeros del cubículo de trabajo: Dr. Miguel Ángel Briones S., al Dr Roberto Martínez G. por sus observaciones y comentarios al manuscrito.

También quiero agradecer a los compañeros de la Colección Nacional de Mamíferos, por los momentos agradables que pasamos en las buenas y en las difíciles: Biól. Rosa María Hernández, Dra Consuelo Lorenzo, Biól. Enrique Martínez M., también a la Biól. Mónica Salmerón, del herpetario de la Facultad, y a Raúl Martínez por su colaboración en este proyecto.

RESUMEN

En el presente estudio se analizó el patrón de distribución en un gradiente altitudinal de las especies de pequeños mamíferos de la Sierra Mixteca, Oaxaca, colectadas entre marzo de 1991 y agosto de 1993. Se presenta la lista sistemática que incluye las especies obtenidas en las colectas de campo, así como los registros reportados para la zona de estudio en bibliografía y en la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM. Se observó que el patrón de distribución basado en la altitud, sugiere un mayor número de especies localizados en las zonas de altitud intermedia en un gradiente de 800 a 3,000 msnm. Después de realizar el análisis de resultados de 22 especies de pequeños mamíferos colectadas en las localidades de estudio, se observó que en un intervalo de 2,200 metros, la mayor riqueza de especies se presentó entre las cotas altitudinales de los 800 y los 1600 m entre las que se cuentan 15 de las 22 especies registradas, lo que representa el 67% del total de especies colectadas. También incluye cuatro nuevos registros para la zona de estudio.

Estacionalmente el número de especies registradas durante la sequía fue ligeramente mayor que durante las lluvias, esto es, 18 especies colectadas en la sequía y 16 especies en las lluvias.

La distribución de las especies en base a los principales tipos de vegetación divide en dos grupos principales con un número de registros similar, las selvas mediana y baja por un lado y los bosques de pino y pino encino por otro. Un tercer grupo lo componen las especies del ecotono entre selva y bosque de encino. Lo anterior es corroborado con los dendrogramas, en los que se observa mayor afinidad de especies entre vegetación de tipo selvática, que con la vegetación de los bosques templados, y viceversa.

Los datos y el análisis realizado permite apreciar que el patrón de distribución de las especies de pequeños mamíferos colectadas, parece ajustarse a la hipótesis de trabajo, en la que la mayor riqueza específica corresponde a las altitudes intermedias de un gradiente altitudinal.

DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS EN LA SIERRA MIXTECA, OAXACA, MÉXICO.

INTRODUCCIÓN

Entre los factores que influyen en la distribución de las especies animales, dentro de una región determinada, están en principio los factores geográficos como la latitud y longitud, que refieren únicamente a la posición de un punto en la tierra con respecto a dos ejes fijos, y la altitud, factor topográfico referido a la elevación del suelo con respecto al nivel promedio del mar. También se debe considerar otras condiciones físicas del ambiente, tal como la variación climática y la precipitación. Otro aspecto que determina los patrones de distribución son los factores biológicos, como la competencia y depredación, así como el estado o etapa sucesional de la vegetación (Begon et al., 1989).

Una vez ubicada una región determinada, ésta puede ser subdividida en áreas más pequeñas, como por ejemplo en hábitats, considerando a éstos como el lugar físico con todas sus características en donde ocurren las especies que han logrado adaptarse a esas particulares condiciones. El hábitat puede presentar diferencias microclimáticas y ecológicas según la altitud a la que se ubique. Si se une esta definición al concepto de heterogeneidad ambiental, entendida como la variedad en cuanto al tamaño, estructura, número de partes, o la "arquitectura" de las diferentes especies vegetales de un lugar particular, en donde unidades vegetacionales complejas, pueden sustentar mayor número de especies animales, que unidades

vegetales más simples (August, 1983), entonces es posible entender la complejidad de los factores que determinan los patrones de distribución de las especies.

Para facilitar este tipo de estudios es conveniente analizar por separado los efectos de los factores bióticos y abióticos, aunque en la naturaleza se encuentran estrechamente vinculados. Tal como es el caso de la distribución de las especies con respecto a la altitud, este factor que describe el relieve del suelo y que puede afectar la distribución a través de gradientes, de efectos locales en unos casos y de cambios más bruscos en otros, por lo que el estudio por separado de los patrones de distribución con respecto al factor altitud y a la estacionalidad nos permitirá conocer como afecta a la composición y al número de especies de una comunidad y a la dinámica poblacional en los diferentes niveles altitudinales.

El área territorial de México, con una superficie de casi dos millones de kilómetros cuadrados, amplias zonas costeras, una extensa zona marina y su localización geográfica en el continente americano, además de su compleja geología y variedad de climas que en última instancia determinan la evolución y la diversidad, contribuyen a formar un mosaico ambiental, ecológico y social por todos conocido (Flores-Villela y Gerez, 1994; Jardel, 1990; Toledo, 1988). Estas características hacen del territorio nacional uno de los países con la mayor biodiversidad en el mundo (Halffter, 1992; Ramammorthy et al., 1993).

Tal diversidad biológica, entendida como el número de especies que habitan en una región determinada, con una variedad de manifestaciones de formas de vida, incluida toda la gama de genes, organismos, poblaciones, comunidades y ecosistemas, así como los procesos ecológicos de los que forman parte, unidos a los procesos de evolución geológica, ubicación y extensión geográfica, conjuntamente han propiciado que tal diversidad se manifieste en múltiples formas acuáticas, aéreas y terrestres. Por ejemplo, la

vegetación de México, que representa el 10% del total de la flora mundial con más de 30,000 especies de plantas de las cuales el 11% (3,280 especies) son endémicas de nuestro país (Gómez-Pompa, 1985). Particularmente en los estados del sureste del país se presentan el mayor número de especies, tal es el caso del estado de Chiapas, que cuenta con una flora de 12,000 especies, y Oaxaca con 10,000 (Toledo, 1988). Pero según un estudio de Ramammorthy y Lorence (1987) el porcentaje de plantas endémicas para México esta entre el 20% y el 30%, esto es entre 6,000 y 9,000 especies del total, lo que convertiría a México en el país americano con el mayor número de endemismos.

Esta gran diversidad de plantas mexicanas, el complejo sistema fisiográfico, el mosaico de climas y la variedad de ecosistemas de nuestro país, favorecen el desarrollo de la diversidad faunística (Ramírez-Pulido y Mūdespacher, 1987), en donde se pueden contar con 2,500 especies de mariposas (Toledo, 1988), que superan en número a países territorialmente más grandes, como la ex URSS, E.U.A., China o Canadá. Lo que da lugar a un muy numeroso grupo de especies de invertebrados y más de 2,000 especies de vertebrados (Flores-Villela y Gerez, 1994).

En México están presentes alrededor de 2,400 especies de vertebrados, de las cuales 1,257 (52%) son endémicas de Mesoamérica (Flores-Villela y Gerez, 1994), y particularmente del grupo de mamíferos terrestres se tienen registradas en nuestro territorio 504 especies, de las cuales el 29% de este número (147 especies) son endémicas de México (Arita y Ceballos, 1997; Cervantes et al., 1994; Ramírez-Pulido et al., 1986).

En el presente trabajo nos ocuparemos del grupo de vertebrados terrestres que se han adaptado a los hábitats particulares del territorio nacional, y dentro de éstos al grupo de los mamíferos pequeños. Los mamíferos nativos de México son, Dos especies de la familia Didelphidae, una de las cuales es endémica; 23 especies de la familia Soricidae, 11 de ellas

ellas endémicas; 203 especies de roedores de las familias Sciuridae, Heteromyidae y Muridae, 95 de las cuales son endémicas; ocho especies del género *Sylvilagus* de la familia Leporidae, cuatro de las cuales son endémicas, además del género monotípico *Romerolagus diazi* conejo de los volcanes o zacatuche (Arita y Ceballos, 1997).

Este grupo de pequeños mamíferos terrestres se encuentran bien representadas en toda la variedad de hábitats latitudinales y altitudinales (Vaughan, 1988). y particularmente en México se encuentran distribuidos en todo el territorio (Toledo, 1988). En general, son de alta tasa reproductiva y con excepción de los insectívoros, de relativa facilidad de captura, por lo que además de ser elementos importantes en los ecosistemas, representan el principal porcentaje de fauna colectada durante las actividades de muestreo, lo que los hace ideales para estudios en ecología (Delany, 1981).

La importancia que tienen las especies dentro de los ecosistemas ha propiciado que se lleven a cabo diversos estudios, analizando desde diferentes perspectivas la participación que tienen dentro de la dinámica de poblaciones y comunidades. Ante esta situación, se han desarrollado en los últimos años trabajos encaminados a explicar la composición de las comunidades naturales y la estructura de las poblaciones, así como también la distribución geográfica tanto latitudinal como altitudinal, y como resultado de estos estudios sobre los cambios en la riqueza de especies en gradientes altitudinales han surgido diferentes hipótesis respecto a la distribución que presentan los pequeños mamíferos (Pianka, 1966; Terborgh, 1971).

Los trabajos en que se observa la importancia del cambio en el número de especies en comunidades distribuidas en gradientes altitudinales, incluyen entre otros el de Pizzimenti y De salle (1981) quienes analizaron los patrones de abundancia espacial y altitudinal de las comunidades de roedores del sur de Perú separándolos en dos niveles: Regional (Sur del Perú) y Local en un

transecto de 30 kilómetros. Encontraron que el número de especies se incrementa con la altitud a nivel local, pero no a nivel regional, y existe correlación significativa entre el número de especies de roedores y cobertura vegetal a nivel regional, pero no a nivel local. Además, al estudiar por separado las comunidades en dos categorías tróficas, los patrones de distribución si presentan diferencias. Patton (1986) analizó los patrones de distribución de una comunidad de pequeños mamíferos de las dos laderas de los andes peruanos. Observó que si existe diferencia entre la ladera oriental, de bosque de neblina, con 35 especies de roedores, con alta diversidad tanto a altas como a bajas elevaciones, y en las laderas andinas, de bosque montano, observó no más de 6 especies en un nivel altitudinal determinado. Además, por separado estudio la distribución longitudinal, las relaciones geográficas y filogenéticas de tres géneros.

Por citar sólo algunos trabajos sobre la riqueza de especies en gradientes ambientales se puede mencionar aquellos que interpretan los patrones de distribución modelados o determinados parcial o totalmente por el factor altitudinal como el estudio de Armstrong *et al.*, (1973) en el que mencionan los factores ecológicos que limitan la distribución altitudinal de 22 especies de insectívoros y roedores a lo largo del gradiente del Valle del río Arkansas, Colorado. Pearson y Ralph (1978) encontraron correlación positiva entre el número de especies de vertebrados y la altitud. Además observaron que la mayor densidad poblacional ocurre en las zonas de mayor densidad vegetal. en un gradiente altitudinal en Perú. Heaney (1984, 1985, 1986), Heaney *et al.*, (1987, 1989), Heideman y Heaney (1989) y Heideman *et al.*, (1987) analizaron los patrones de distribución altitudinal, de riqueza de especies y de abundancia de pequeños mamíferos en algunas islas del Archipiélago Filipino, diferenciando especies voladoras de las no voladoras, encontraron que la mayor riqueza de especies de especies no voladoras, principalmente roedores, está en las partes altas, además de que su abundancia se incrementa con la altitud. Patterson *et al.*, (1989) describieron

el patrón de distribución y de abundancia de los pequeños mamíferos del Valle de la Picada, Chile, en un gradiente altitudinal encontrando que el mayor número de especies se localiza a altitudes intermedias, y que tanto la riqueza de especies como la densidad de mamíferos y de plantas, disminuye en las partes altas del gradiente ambiental.

En México se han efectuado estudios referentes a varios aspectos de la distribución altitudinal en distintos grupos de vertebrados. Por citar algunos ejemplos del grupo de los mamíferos: Martin (1955) planteó la zonificación para el estudio de los vertebrados en un bosque nublado en Tamaulipas. Robertson (1975) distinguió dos factores biológicos y ambientales describiendo dos transectos altitudinales, y analizó la estructura de la comunidad, ecomorfología y estrategias reproductivas de roedores en hábitats boscosos del Golfo y de la costa Pacífica en Oaxaca. Observó mayor número de especies en la costa del Pacífico, y en ambas costas observó que aumenta el número de especies con el incremento de altitud, y que en ambos casos los factores limitantes son de tipo físico. Santillán (1978) analizó los intervalos de distribución altitudinal para algunas especies de roedores de la ladera oriental del Popocatepetl. Grenot y Serrano (1981) analizaron diversidad y distribución de diferentes roedores en un gradiente altitudinal de 100 a 500 msnm en el Bolsón de Mapimí, Durango, los criterios de diferenciación fueron: nivel trófico, dieta y tamaño. Baca, (1984) realizó un estudio ecológico de la comunidad de roedores del Ajusco y reporta un gradiente continuo de vegetación que determina, junto con el cambio climático y tipo de sustrato la distribución de roedores. Juárez (1992) realizó un estudio más integrado sobre gradiente ambiental y distribución altitudinal de las especies de roedores de la Sierra de Atoyac, Guerrero, observó que los principales tipos de vegetación determinan los seis niveles en que se pueden encontrar distribuidas las especies mencionadas. Romo-Vazquez (1993) realizó un trabajo sobre distribución altitudinal de roedores del noreste de Querétaro, y analizó la representatividad, la diversidad, la equidad y la afinidad de especies por tipos de vegetación.

Registro dos especies endémicas y observó que la mayor riqueza específica ocurrió a los 2,650 m con posterior decremento hacia las zonas bajas de las dos vertientes, este número se asocia a un clima húmedo templado y gradual incremento en la riqueza hacia las partes bajas del gradiente altitudinal.

Entre los trabajos de carácter más general sobre distribución realizados con mamíferos terrestres en México, podemos citar el de Goodwin (1969) y el de Hall (1981).

De los diferentes ecosistemas y comunidades presentes en México, se seleccionó aquella comunidad ubicada entre las principales regiones fisiográficas en el estado de Oaxaca, considerado uno de los estados con mayor diversidad biológica (Ceballos, 1993; Mittermeier y Goettsch, 1992), gracias a su ubicación geográfica en la confluencia de las dos regiones biogeográficas: Neártica y Neotropical que permiten la transición de elementos florísticos y faunísticos, como son los de zona semiárida en la porción norte, y templados en la zona de sierra y cálido-húmedos en las costas, Oaxaca forma parte de la Zona de Transición (Alvarez y de Lachica, 1974), determinando la existencia de una gran variedad de hábitats que le confieren una biodiversidad no del todo conocida.

Aunque se puede inferir que la riqueza biológica del estado es de las más completas, ya que presenta casi todos los tipos de vegetación existentes en la República Mexicana (Halffter, 1976), la fauna de mamíferos ha sido relativamente poco estudiada, a pesar de ser uno de los estados con los más altos índices de endemismos de especies de roedores. (Briones-Salas, 1989, Sánchez-Cordero et al., 1993).

Los trabajos realizados sobre mamíferos presentes en los ecosistemas de Oaxaca, principalmente los que corresponden a la región de la Mixteca son de los más escasos, o son prácticamente inexistentes si nos referimos a los

mamíferos terrestres de talla pequeña. Por otra parte, el rápido desarrollo urbano y la creciente necesidad de aprovechar nuevas fuentes de recursos naturales, entre ellos, los recursos forestales, provocan el rápido deterioro del bosque y por lo tanto del ambiente, con la consecuencia de la desaparición de la cubierta vegetal y con ello la desaparición de las especies animales y vegetales (Dirzo, 1990).

Las razones anteriores sirven de base al presente trabajo el cual se dedicó al estudio de la distribución altitudinal de las especies de pequeños mamíferos de la Sierra Mixteca, y para contribuir a los primeros aportes de conocimiento la pregunta planteada fue ¿Cuál son las especies y cuál es la distribución de los pequeños mamíferos terrestres, localizados en la Sierra Mixteca?

Los argumentos sobre distribución altitudinal de pequeños mamíferos referidos por diferentes autores, motivan la hipótesis de este trabajo, que pretende explicar el patrón de distribución observado en las especies de pequeños mamíferos en la Sierra Mixteca, Oaxaca, México. Si efectivamente se observan cambios en la composición del número de especies en los diferentes niveles altitudinales y es posible aducir que la vegetación que actualmente existe determina la composición y distribución altitudinal de las especies de pequeños mamíferos de la Sierra Mixteca, entonces se propone que ésta distribución no sea aleatoria, y se espera que sea diferencial en cuanto al número de especies a lo largo de un gradiente altitudinal. Además de que estarán presentes en mayor número las especies asociadas a hábitats con alta complejidad florística que en aquellos hábitats con estructura florística menos diversa (August, 1983).

OBJETIVOS

GENERAL: Identificar el factor (biótico o abiótico) que determina la distribución altitudinal de los pequeños mamíferos de la Sierra Mixteca, Oaxaca, México.

PARTICULARES: Determinar el patrón de distribución de los pequeños mamíferos en un gradiente altitudinal y estacional.

Conocer la distribución altitudinal de los pequeños mamíferos en función de los tipos de vegetación presentes en la zona de estudio.

ÁREA DE ESTUDIO

Localización

El estado de Oaxaca está situado en la porción sureste de la República Mexicana. Está localizado geográficamente entre los 15° 39' y 18° 42' de latitud norte y los 93° 52' y 98° 32' de longitud oeste (Figura 1). Limita políticamente con cuatro estados: al norte con Veracruz y Puebla, al este con Chiapas, al oeste con el estado de Guerrero, y al sur limita con el Océano Pacífico. Es el quinto estado en extensión, con una superficie de 93,952 km² (INEGI, Municipios de Oaxaca, 1988).

El macizo rocoso que forma la Sierra en Oaxaca es una región alta y montañosa de clima templado, parcialmente seco y parcialmente húmedo. Las montañas están bordeadas tanto al norte como al sur por áreas bajas y cálidas. Otras áreas son de clima húmedo, que contrastan fuertemente con las zonas áridas. Aún entre dichas zonas se encuentran muchas elevaciones que interceptan a los vientos húmedos y que sustentan bosques de neblina cuya flora y fauna es interesante (Goodwin, 1969).

Las condiciones climáticas en Oaxaca varían ampliamente, debido a la diversidad de las condiciones locales, como son la elevación, grado de exposición, y la dirección de los vientos predominantes, entre otras. Aproximadamente la mitad de las aguas pluviales del estado drenan hacia el Golfo de México y la otra mitad drena al sur hacia el océano pacífico (Goodwin, 1969).

El estado se encuentra dividido por siete regiones, que son conocidas así: El Valle, La Sierra, La Costa, La Cañada, El Papaloapan, El Istmo y la Mixteca "alta" y "baja" (INEGI, Municipios de Oaxaca, 1988).

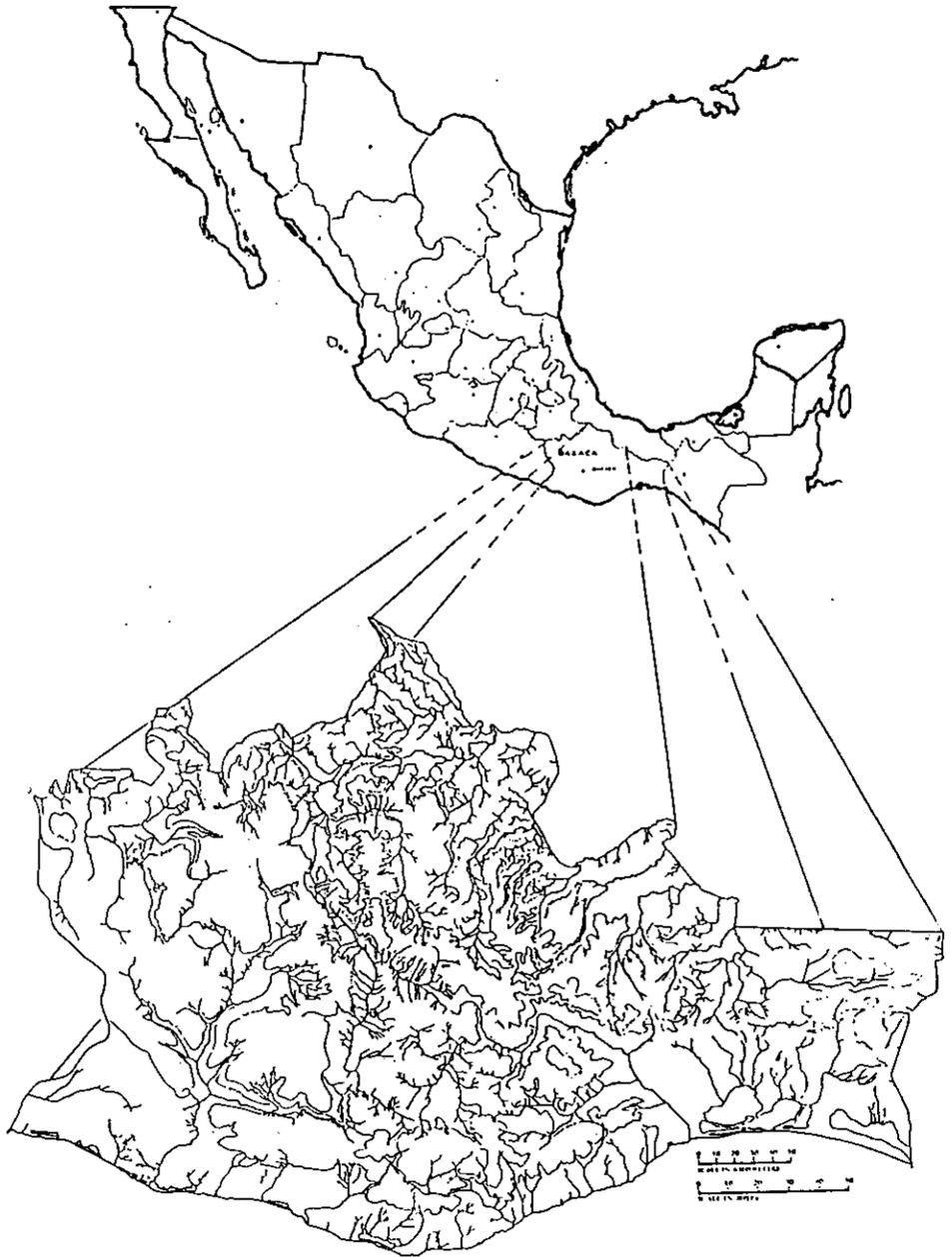


Figura 1. Localización del Estado de Oaxaca (tomado de: Goodwin, 1969).

"La Mixteca", en el sentido más amplio, abarca casi la mitad occidental del territorio del Estado de Oaxaca, comprende 189 Municipios de los Distritos de Silacayoapan, Huajuapán, Juxtlahuaca, Coixtlahuaca, Nochixtlán, Teposcolula, Tlaxiaco, Putla y Jamiltepec (Acevedo, 1992).

La región de la "Mixteca Alta" se encuentra en la confluencia de la Sierra Madre del Sur y la Sierra de Oaxaca, lo que hace de su territorio una zona con topografía accidentada predominantemente montañosa, se localiza geográficamente entre los 97° y los 98° 30' de longitud oeste y los 15° 45' y los 18° 15' de latitud norte. Tiene aproximadamente 40,000 Km² de extensión, en la que se localizan pequeños valles transversales y numerosas cañadas y cuenta también con una gran variedad de climas.

El presente trabajo se realizó en una zona comprendida dentro de la Sierra Mixteca, conocida como la "Mixteca Alta", se ubica dentro del Distrito de Teposcolula, Tlaxiaco y Putla, tomando como referencias geográficas las ciudades de San Juan Teposcolula, Sta. Ma. Asunción Tlaxiaco y Putla de Guerrero (Figura 2).

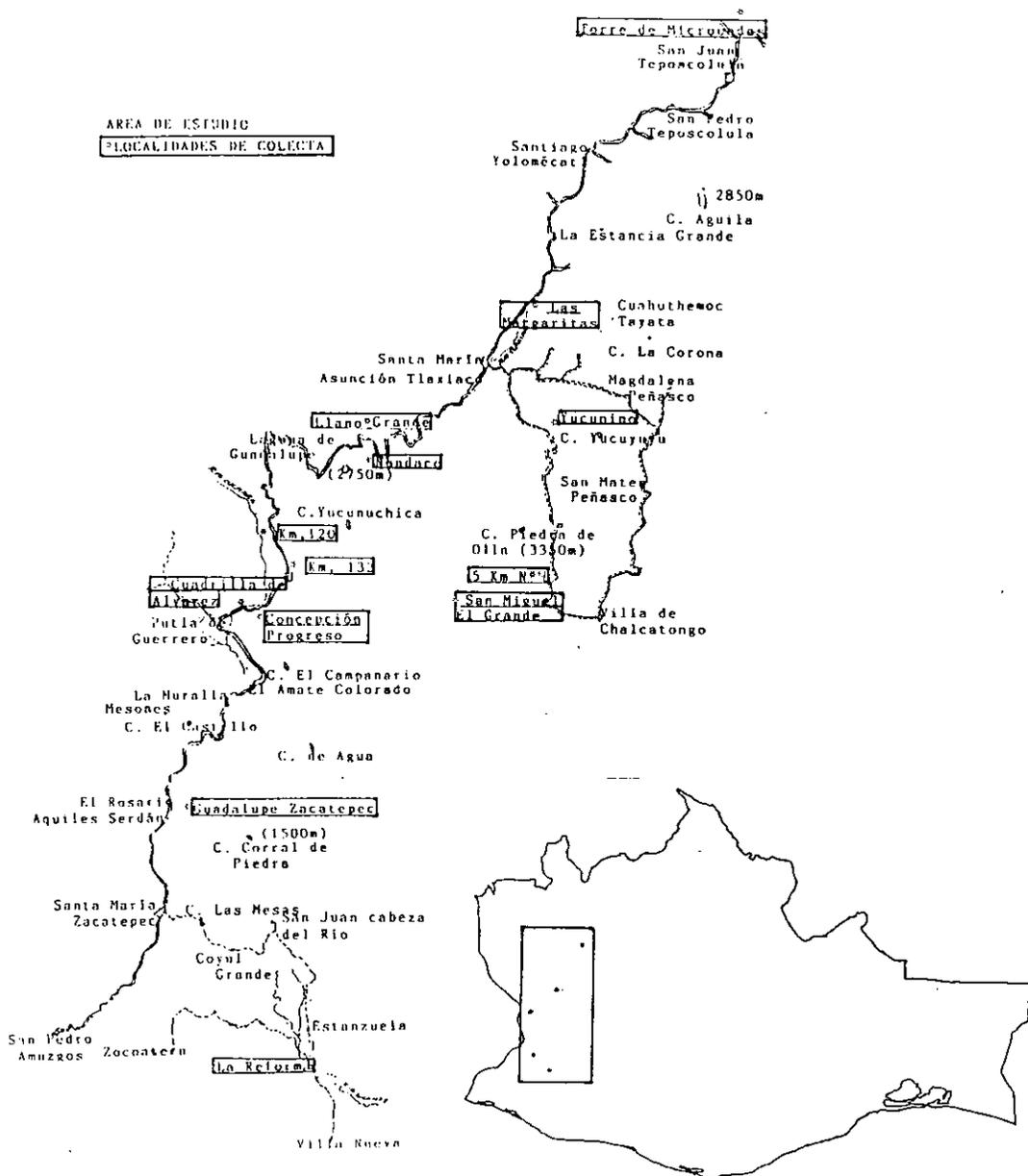


Figura 2 Localización de la Zona de Estudio (tomado de: Carta de México, Topográfica, INEGI, 1987)

Distritos comprendidos en el zona de estudio

Teposcolula

Este distrito, de apróx. 1,534 Km² presenta altitudes de 1,500 a 2,500 msnm, es irrigado por el río Teposcolula y otros más pequeños que desembocan en la presa Cerro de Oro, el clima es templado frío, con temperatura media anual de 15°C y presenta un régimen de lluvias de junio a septiembre, casi todos los municipios que conforman este distrito presentan el mismo tipo de suelo: luvisol crómico, utilizado con fines agrícolas, presentando fertilidad moderada. En cuanto a vegetación se puede encontrar entre otras especies: pino, oyamel, madroño, encino, aile, moral, zacate y pastos.

Tlaxiaco

Este distrito es orográficamente el más complejo de los distritos en que se realizaron las colectas, ya que cuenta con elevaciones por encima de los 3,000 metros sobre nivel del mar, es irrigado por los ríos Mixteco, Santo Domingo y el río Grande. Presenta clima cambiante y extremoso, con temperaturas de varios grados bajo cero en ciertos lugares durante el invierno, hasta los 37°C durante el verano, la precipitación varía mucho entre una región y otra, el régimen de lluvias generalmente es de abril a octubre. El suelo de esta región se encuentra en avanzado estado de erosión, uno de los más afectados del país con alta probabilidad de desertificación.

Putla de Guerrero

Hidrográficamente con mayores recursos y con elevaciones que van desde los 400 a los 2,500 msnm, su extensión es de apróx. 3,250 Km². Sus principales ríos son: el río Putla, que en sus partes más bajas toma el nombre de río Zapotes y que vierte sus aguas al Yolotepec, y este al río Verde. El río Zapotes se considera una prolongación del río Atoyac.

La temperatura media anual de 20°C propicia un clima templado-cálido y la precipitación de entre 1,100 a 2,600 mm de junio a septiembre. Sustenta una variedad florística aún no conocida por completo.

Al igual que Tlaxiaco, este distrito se encuentra en una región montañosa con suelos de tipo luvisol órtico, rico en arcilla usados principalmente para las actividades agrícolas, seguido de las forestales, también están presentes los suelos de cambisol districo, con poca arcilla y poca susceptibilidad a la erosión. La vegetación es principalmente boscosa con especies como oyamel, pino, encino, especies típicas de la vegetación de tipo selvática, pastizales y cultivos.

Vegetación

Debido a la complejidad ambiental y topográfica del territorio oaxaqueño, no se conoce con exactitud el número de especies que se encuentran comprendidas en el estado. De acuerdo con Flores-Villela y Gerez (1994) los inventarios florísticos que han empezado a publicarse estiman en 9,000 el número de especies y un alto grado de endemidad. Entre los tipos de vegetación se presentan los bosques templados de la región norte, y la vegetación de la zona árida del valle de Tehuacán-Cuicatlán que comparte con el estado de Puebla, y que presenta un alto índice de endemismos.

De acuerdo con los datos del Plano de Políticas Ecológicas (SAHOP, 1981) el estado tenía 46.7% de superficie cubierta con vegetación natural y 43.5% presentaba signos de perturbación. Para 1992 la vegetación conservada pasó al 40.36% de su superficie, mientras que la vegetación con alteración se redujo al 28.6%. Por otra parte la superficie registrada en 1981 con uso agropecuario era de 9.8%, pero para 1992 se incremento al 27.93%, aunque Flores-Villela y Gerez (1994) recomiendan tomar con precaución dichas cifras, sin embargo esto refleja la disminución de la cubierta vegetal.

Entre los tipos de vegetación descritos en las cartas de vegetación y de clima editadas por el INEGI (1987) en la zona de estudio, y de acuerdo con las descripciones tomadas del trabajo de Rzedowski (1994) se observaron los siguientes tipos de vegetación en la zona de estudio. Bosque Tropical Subcaducifolio, Bosque Tropical Caducifolio, Bosque de Coníferas, de *Quercus* y Pastizal. Matorral Xerófilo y Pastizal en la parte norte; Bosque de Coníferas y Encino en la porción central correspondiente a la sierra y Bosque Tropical Subcaducifolio (selva baja y mediana) en la costa.

Las principales características de la vegetación de tipo selvática son su desarrollo desde el nivel del mar hasta los 1,300 m, aunque frecuentemente se puede encontrar a mayores alturas. A menudo colinda con encinales. Pinares y con Bosque Mesófilo de Montaña.

El factor limitante en la existencia de este tipo de vegetación es la temperatura mínima de 0°C. La temperatura media anual es mayor de 20° y no pasa de 28°C.

La precipitación promedio anual es por lo común de 1,000 a 1,600 mm. Un elemento importante que determina la existencia del Bosque, es la distribución de las lluvias a lo largo del año, ya que se presenta una larga temporada de sequía, de cinco a siete meses, pero suele ser atenuada por humedad atmosférica, la cual puede ser elevada en este bosque.

Los suelos pueden ser someros o profundos con texturas pesadas, y los hay sobre arenas casi puras de color claro, derivadas de granito. La materia orgánica por lo regular es abundante.

El Bosque Tropical Subcaducifolio es una comunidad densa y cerrada, la altura de los árboles oscila entre 15 y 40 m. y más frecuentemente entre 20 y 30 m. Los elementos del estrato superior comúnmente tienen troncos

derechos y esbeltos que no se ramifican en la parte inferior y el diámetro de la copa suele ser mucho menor que la altura total del árbol. Entre las especies que destacan se observa *Ficus* sp, *Enterolobium cyclocarpum*, *Orbignya cohune* y *Bernoullia flamaea*, entre otras. En el follaje predominan coloraciones verde oscuro, pero algunas tonalidades claras son comunes. En el Bosque Tropical Subcaducifolio se pueden distinguir dos estrato arbóreos, el inferior mide de 8 a 15 m. de altura y con frecuencia bien desarrollado. El estrato arbustivo es muy variable en cuanto a su representación, ya que en algunas comunidades falta casi por completo, en otras está claramente definido.

El clima, de acuerdo con la Clasificación de Köeppen, modificado por García (1981) es:

Af. Cálido subhúmedo, con régimen de lluvias intermedias y porcentaje de lluvias invernales mayor a 18 mm.

Am. Cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano y porcentaje de lluvias invernales entre 5 y 10 mm.

Cfa. Templado subhúmedo , con régimen de lluvias de verano y verano cálido.

Cfb. Templado subhúmedo, con régimen de lluvias de verano y verano fresco largo.

MÉTODOS

Para cumplir con los objetivos planteados, el trabajo se dividió en dos partes:

1.- Recopilación de datos de literatura especializada, así como de los registros de especies de mamíferos de la Colección Nacional de Mamíferos, del Instituto de Biología de la UNAM, a los que se sumaron los registros obtenidos en el campo para elaborar una lista sistemática de pequeños mamíferos de la zona de estudio.

derechos y esbeltos que no se ramifican en la parte inferior y el diámetro de la copa suele ser mucho menor que la altura total del árbol. Entre las especies que destacan se observa *Ficus* sp, *Enterolobium cyclocarpum*, *Orbignya cohune* y *Bernoullia flamanea*, entre otras. En el follaje predominan coloraciones verde oscuro, pero algunas tonalidades claras son comunes. En el Bosque Tropical Subcaducifolio se pueden distinguir dos estrato arbóreos, el inferior mide de 8 a 15 m. de altura y con frecuencia bien desarrollado. El estrato arbustivo es muy variable en cuanto a su representación, ya que en algunas comunidades falta casi por completo, en otras está claramente definido.

El clima, de acuerdo con la Clasificación de Köeppen, modificado por García (1981) es:

Af. Cálido subhúmedo, con régimen de lluvias intermedias y porcentaje de lluvias invernales mayor a 18 mm.

Am. Cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano y porcentaje de lluvias invernales entre 5 y 10 mm.

Cfa. Templado subhúmedo , con régimen de lluvias de verano y verano cálido.

Cfb. Templado subhúmedo, con régimen de lluvias de verano y verano fresco largo.

MÉTODOS

Para cumplir con los objetivos planteados, el trabajo se dividió en dos partes:

1.- Recopilación de datos de literatura especializada, así como de los registros de especies de mamíferos de la Colección Nacional de Mamíferos, del Instituto de Biología de la UNAM, a los que se sumaron los registros obtenidos en el campo para elaborar una lista sistemática de pequeños mamíferos de la zona de estudio.

2.- Análisis de las colectas hechas en campo correspondientes a distintas fechas a lo largo de los años 1991 y parte de 1992-1993 procurando abarcar las estaciones de lluvia y de sequía.

Estacionalidad. Para definir las estaciones anuales en la zona de estudio se consideró que aquellos meses sin precipitación pluvial, generalmente entre noviembre y abril se consideraron como los meses de sequía, y aquellos entre mayo y octubre fueron tomados como la estación de lluvias (Rzedowski, 1994).

Localidades y Colectas. Las localidades seleccionadas para realizar las colectas, se apoyaron en la consulta de los mapas de la Carta de México: Topográfica, escala 1:250,000 del INEGI (1987) y de las Cartas de Uso de Suelo 1:250,000 y 1:50,000 editadas también por el INEGI (1987). De acuerdo a dichas cartas se tomaron en cuenta ocho niveles altitudinales procurando incluir todo el gradiente topográfico y vegetacional, cada estación de trapeo se seleccionó de acuerdo a las condiciones del terreno, y a la presencia de actividad humana, obteniendo de esta manera un total de 13 localidades de colecta, mismas que se presentan en forma de un cuadro de datos, que incluye los nombres de las localidades de acuerdo a las cartas, y corroboradas durante el trabajo de campo, además incluye datos de altitud media sobre nivel del mar y tipo de vegetación predominante en el que se realizó la colecta (Cuadro 1).

Cuadro 1. Localidades de Colecta y Ubicación Geográfica en la Zona de Estudio, Sierra Mixteca, Oaxaca.

NUM	LOCALIDAD	ALT	VEG	COORDS. GEOGRAF.
1.	Cuadrilla de Alvarez, 4 Km NE Putla de Guerrero, Mpio. Putla de Guerrero.	800	SM	17°05' N 97°54' O
2.	2 Km N Rancho "La Palizada", San Isidro la Palizada, Mpio. San Isidro.	800	SM	16°58' N 97°55' O
3.	Concepción Progreso, Mpio. Concepción Progreso.	1000	SM	17°02' N 97°58' O
4.	La Reforma, 0.5 y 1.5 Km S. Camino La Reforma-Villanueva.	1000	SB	16°36' N 97°49' O
5.	20 Km N Putla de Guerrero, Mpio. San Isidro.	1080	SM	17°09' N 97°49' O
6.	2 Km E "El Corral", Mpio. Guadalupe Zacatepec.	1250	SM BPE	16°49' N 97°53' O
7.	25 Km N Putla de Guerrero, Mpio. San Isidro.	1600	SM	17°02' N 97°55' O
8.	3 Km SE Llano Grande, Mpio. Tlaxiaco	2040	BP	17°01' N 97°47' O
9.	Rancho Las Margaritas, 15 Km NE Tlaxiaco; Nundaco, Mpio. Tlaxiaco.	2200	BPE	17°20' N 97°38' O 17°12' N 97°44' O
10.	San Miguel, El Grande, 25 Km W Tlaxiaco, Mpio. San Miguel El Grande.	2200	BP	17°09' N 97°50' O
11.	Torre de Microondas, 5 Km. N San Juan Teposcolula, Mpio. San Juan Teposcolula.	2700	BE	17°23' N 97°45' O
12.	5 Km. NW San Miguel El Grande, Mpio. San Miguel El Grande.	2850	BPE	17°09' N 97°55' O
13.	San Miguel El Grande, 15 Km. NW Tlaxiaco Mpio. San Miguel El Grande.	3000	BP	17°05' N 97°43' O

ALT=altitud (msnm); VEG= tipo de vegetación.

BPE= Bosque de Pino Encino; BP= Bosque de Pino; BE= Bosque de Encino;

SM= Selva Media; SB= Selva Baja.

La recolección de ejemplares se llevó a cabo utilizando trampas de dos tipos: 1) trampas "Sherman" para captura de pequeños mamíferos vivos, las cuales fueron cebadas con hojuelas de avena, y 2) trampas de golpe "Victor" (tipo ratoneras), estas trampas fueron cebadas utilizando una mezcla de avena, crema de cacahuete y vainilla.

Ambos tipos de trampas fueron colocadas en cuatro líneas o transectos libres de 40 trampas cada una con separación de cinco a ocho metros entre cada trampa. Estas permanecían colocadas toda la noche, y se levantaban a la mañana siguiente, y para obtener la mejor representación posible de las especies de pequeños mamíferos y detectar los posibles cambios estacionales en la riqueza, se realizaron siete salidas al campo, procurando abarcar todo el ciclo anual (Cuadro 2).

En el cuadro mencionado sólo se presentan las localidades en las que se obtuvo algún registro o colecta durante el trampeo, excluyendo aquellas en las que no se logró la recolección con ningún tipo de trampa. Las limitaciones a este respecto se explican en parte, al difícil acceso a determinadas localidades durante la estación de lluvias, a la falta de tiempo o, a imponderables como la falta de permisos locales.

Cuadro 2. Calendario de Colectas en las Localidades de la Zona de Estudio,
Sierra Mixteca, Oaxaca.

AÑO DE COLECTA								
LOC	ALT.	1991				1992	1993	
		MAR-ABR	MAYO	JUL	OCT	OCT	MAR	AGS
1, 2	800		X		X		X	
3, 4, 5	1000	X	X	X		X		X
6	1250					X		X
7	1600	X	X	X	X			
8	2040		X				X	
9, 10	2200	X	X	X		X	X	
11	2700				X	X		
12, 13	3000			X	X		X	X

LOC= Número de la localidad, descritas en el cuadro 1.

ALT=Altitud sobre el nivel del mar.

Preparación del Material Colectado

Los ejemplares colectados se prepararon según las recomendaciones de Hall (1981) como ejemplares para colección científica, anexando a cada piel una etiqueta con los datos de la localidad de colecta y las medidas estándar. El esqueleto fue procesado en el dermestario, además de un proceso posterior de "blanqueo" y limpieza detallada.

Después de la preparación y rotulación de los ejemplares se determinaron taxonómicamente hasta el nivel específico utilizando las Claves de Determinación de mamíferos propuestas por Hall (1981) y tomando en cuenta la revisión de los nombres de las especies de acuerdo con Wilson y Reeder (1993). Estos ejemplares fueron depositados en la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM.

Procesamiento de Datos

Una vez examinados y determinados los ejemplares hasta la categoría de especie se presenta la lista sistemática, cuadros y figuras.

La Lista Sistemática de las especies de pequeños mamíferos presentes en la Sierra Mixteca, fue elaborada en base a los registros publicados por Goodwin (1969), Hall (1981) y los registros, para la zona de estudio, representados en la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la UNAM. En dicho listado se incluyeron los ejemplares que fueron colectados en el campo. Este mismo sirvió de base para la elaboración de los demás cuadros y figuras.

Se elaboró la gráfica de curva de acumulación de especies, la cual permitió conocer el esfuerzo de la recolección de ejemplares y observar la mejor representación de las especies que ocurren en la zona de estudio. Para

conocer la diversidad obtenida se obtuvo la proporción por especie, en forma de un cuadro y una gráfica, y se les aplicaron los índices de diversidad de Shannon-Wiener y el índice de equitatividad, expresados como sigue:

Índice de Shannon-Wiener:

$$H = -\sum P_i (\ln P_i); \text{ donde, } H = \text{índice de diversidad}$$

P_i = Proporción de la especie i

Índice de Equitatividad:

$$E = H / \ln S; \quad \text{donde, } E = \text{Equitatividad}$$

H = índice de diversidad

S = Número total de especies.

La función de Shannon-Wiener combina dos componentes de la diversidad, el número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de los individuos de las diferentes especies (Krebs, 1985). Se utilizó el logaritmo natural por ser el de mayor uso en los trabajos de ecología de poblaciones y su facilidad de conversión entre logaritmos de otras bases.

El índice de equitatividad o uniformidad de distribución analiza la diversidad máxima obtenida del logaritmo natural del número total de especies la muestra y propone que, si tiende a cero, casi todos los individuos son de la misma especie, y si tiende a uno, en comunidades uniformemente distribuidas, los individuos de diferentes especies están en igual proporción.

El patrón de distribución de las especies colectadas en cada localidad, presenta el número de especies registradas en cada una de los niveles altitudinales visitados. De este mismo se desprendieron los datos para elaborar la gráfica y calcular el Índice de Similitud de Simpson. El número indicado en cada localidad se refiere a los nombres descritos en el Cuadro 1.

La gráfica de distribución altitudinal de las especies es propiamente el patrón de distribución y muestra el cambio en el número de especies en el gradiente, en este caso se realizó, un análisis estadístico de tipo regresión lineal y la prueba de confiabilidad respectiva. El total del número de especies se subdividió primero desde la cota inferior hacia el "pico" de riqueza de especies encontrado en los 1,600 msnm, y se realizó la regresión lineal estadística (Daniel, 1997). Se procedió de igual forma rebasado este punto y hacia la cota ubicada a los 3,000 m. La expresión matemática obtenida en ambos casos es la ecuación de la recta:

$y = mx + b$, en donde:

y = No. de especies colectadas,

m = pendiente = tasa de cambio del número de especies,

x = elevación altitudinal en metros sobre nivel del mar, y

b = ordenada al origen, en este caso el número "inicial" de especies.

Los valores obtenidos por este método estadístico se presentan al pie de la gráfica correspondiente. S_y representa la desviación estándar del número de especies y s^2 la varianza.

En otro cuadro de datos se presenta el patrón de distribución estacional de las especies colectadas en la zona de estudio. Con estos datos se elaboró la gráfica, la cual también fue analizada con una regresión lineal de acuerdo al procedimiento descrito en párrafos anteriores. La gráfica de distribución estacional compara cuales y cuantas especies ocurrieron en cada época

La distribución por tipo de vegetación, presenta en un cuadro el número total de especies colectadas en los principales tipos de vegetación presente en la zona de estudio. En la gráfica se omite como tipo de vegetación a los cultivos, ya que éstos estuvieron presentes en prácticamente todos los lugares

de trampeo de la zona de estudio. La vegetación correspondiente a la intergradación entre Selva y Bosque (S-B en la gráfica respectiva), es decir, selva media y bosque de pino, o de encino, se agrupó como un solo tipo, por tratarse de la ecotonía entre uno y otro tipo de vegetación.

Para analizar la distribución de las especies en diferentes tipos de vegetación se elaboró el cuadro con los valores obtenidos aplicando el índice de Similitud de Simpson (1964). Dichos valores fueron utilizados para la elaboración de los dendrogramas descritos más adelante.

El Índice de Simpson se expresa como:

$$IS = \frac{100(C)}{B}$$

donde: **IS**= índice de similitud,

C= Número de Especies Compartidas,

B= La Fauna de menor número de especies.

El índice de similitud nos acerca al conocimiento de la diversidad de un ecosistema, y particularmente cuando se obtiene el valor máximo del índice de Simpson (= a uno) indica la dominancia de una sola especie. Por el contrario, cuando se aproximan a cero indica la presencia de varias especies. En términos de diversidad se utiliza la diferencia de uno con el valor calculado, de este modo mientras mayor es el valor mayor es la diversidad de especies de una comunidad (Odum, 1978).

Este índice puede rendir mejores resultados para este tipo de análisis, y proponen un valor crítico de 66.6% para establecer similitud o diferencia, (Sánchez y López, 1989).

Los dendrogramas fueron realizados con el método de ligamiento promedio (Crisci y López, 1983) y el programa estadístico para computación NTSYS-PC versión 1.5. Si se toman los valores obtenidos con el Índice de Similitud de Simpson, así como los datos del cuadro de distribución estacional, éstos muestran la probable similitud de las poblaciones de pequeños mamíferos presentes en la zona de estudio en cada tipo de vegetación.

En el caso del dendrograma correspondiente a sequías se presentan dos figuras, ambas obtenidas por el mismo procesamiento de datos realizadas con el paquete estadístico mencionado en el párrafo anterior.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para presentar adecuadamente el patrón de distribución altitudinal - estacional de las especies de pequeños mamíferos de la Sierra Mixteca se presentan los cuadros y figuras que son descritos y analizados en esta sección.

En primer término se presentan el Cuadro 3 que corresponde a la Lista Sistemática que comprende un total de 33 especies pertenecientes a 17 géneros, agrupados en 6 familias y 4 órdenes, que incluye a las especies de nuevo registro para la zona de estudio. En cada caso se indica la procedencia del registro.

Los dendrogramas fueron realizados con el método de ligamiento promedio (Crisci y López, 1983) y el programa estadístico para computación NTSYS-PC versión 1.5. Si se toman los valores obtenidos con el Índice de Similitud de Simpson, así como los datos del cuadro de distribución estacional, éstos muestran la probable similitud de las poblaciones de pequeños mamíferos presentes en la zona de estudio en cada tipo de vegetación.

En el caso del dendrograma correspondiente a sequías se presentan dos figuras, ambas obtenidas por el mismo procesamiento de datos realizadas con el paquete estadístico mencionado en el párrafo anterior.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para presentar adecuadamente el patrón de distribución altitudinal - estacional de las especies de pequeños mamíferos de la Sierra Mixteca se presentan los cuadros y figuras que son descritos y analizados en esta sección.

En primer término se presentan el Cuadro 3 que corresponde a la Lista Sistemática que comprende un total de 33 especies pertenecientes a 17 géneros, agrupados en 6 familias y 4 órdenes, que incluye a las especies de nuevo registro para la zona de estudio. En cada caso se indica la procedencia del registro.

Cuadro 3. Lista Sistemática de Pequeños Mamíferos registrados en las Localidades de Estudio, de la Sierra Mixteca, Oaxaca, México.

	1	2	3
ORDEN DIDELPHIMORPHA			
FAMILIA DIDELPHIDAE			
E <i>Marmosa canescens</i> (J. A. Allen, 1893)	X		X
<i>Marmosa mexicana</i> Merriam, 1897	X		
ORDEN INSECTIVORA			
FAMILIA SORICIDAE			
<i>Cryptotys goldmani</i> (Merriam, 1895)	X		
E <i>Cryptotys mexicana</i> (Coues, 1877)	X		X
<i>Cryptotys parva</i> (Say, 1823)	X		
<i>Megasorex gigas</i> (Merriam, 1897)	X		
<i>Sorex saussurei</i> Merriam, 1892	X		X
ORDEN RODENTIA			
FAMILIA SCIURIDAE			
<i>Glaucomys volans</i> (Linnaeus, 1758)	X		
<i>Sciurus aureogaster</i> F. Cuvier, 1829			X
FAMILIA HETEROMYIDAE			
<i>Liomys irroratus</i> (Gray, 1868)	X		X
<i>Liomys pictus</i> (Thomas, 1893)	X	X	X
FAMILIA MURIDAE			
<i>Microtus mexicanus</i> (Saussure, 1861)	X	X	X
<i>Baiomys musculus</i> (Merriam, 1892)	X	X	X
E □ <i>Megadontomys cryophilus</i> (Musser, 1964)			X
<i>Neotoma mexicana</i> Baird, 1855	X		
E □ <i>Oryzomys chapmani</i> Thomas, 1898			X
<i>Oryzomys couesi</i> (Alston, 1877)	X	X	X
E <i>Oryzomys melanotis</i> Thomas, 1893	X		X
□ <i>Peromyscus aztecus</i> (Saussure, 1860)			X
<i>Peromyscus difficilis</i> (J. A. Allen, 1891)	X		
<i>Peromyscus gratus</i> Merriam, 1898	X		X
<i>Peromyscus levipes</i> Merriam, 1898	X		X
<i>Peromyscus megalops</i> Merriam, 1898	X		
<i>Peromyscus melanophrys</i> (Coues, 1874)	X		
<i>Peromyscus mexicanus</i> (Saussure, 1860)	X	X	X
<i>Reithrodontomys fulvescens</i> J. A. Allen, 1894		X	X
<i>Reithrodontomys megalotis</i> (Baird, 1858)	X		X
□ <i>Reithrodontomys mexicanus</i> (Saussure, 1860)			X
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i> (Saussure, 1861)	X		
<i>Sigmodon hispidus</i> Say y Ord, 1825	X		X
<i>Sigmodon mascotensis</i> J. A. Allen, 1897	X		
<i>Tylomys nudicaudus</i> (Peters, 1866)	X		X
ORDEN LAGOMORPHA			
FAMILIA LEPORIDAE			
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J. A. Allen, 1890)	X		X

□=Especies de nuevo registro para la zona de estudio. E= endémica de México (Sedesol, 1994).
 1= Goodwin, 1969; Hall, 1981; Wilson & Reeder, 1993. 2=Colecc. Nat. de Mamíferos, IBUNAM,
 3= Este estudio.

I. Lista Sistemática.

Como se observa, en este estudio se registraron 22 de las 33 especies reportadas para la zona, esto representa aproximadamente un 65%. Los nuevos registros para la zona de estudio están señalados con un asterisco en el Cuadro respectivo y fueron colectados en Bosque de Pino y Pino-Encino, además *Peromyscus aztecus* también fue colectado en Selva Mediana. El primer aspecto que se distingue es que varias especies reportadas por Goodwin (1969) y Hall (1981), como *Cryptotys parva*, *Cryptotys goldmani* y *Megasorex gigas*, de la familia Soricidae; *Glaucomys volans* de la familia Sciuridae y varias especies de *Peromyscus* de la familia Muridae, no fueron capturadas en este trabajo, esto probablemente se debió a que son especies de difícil colecta, o porque su presencia pudo restringirse a zonas cada vez más aisladas por la actividad humana, o bien, a que el muestreo fue limitado en tiempo o número de trampas.

El tipo de trampas y el "cebo" utilizado en la captura de mamíferos pequeños que accionen el mecanismo de cerrado o disparo de las trampas limita la variedad que se puede colectar, y dejan fuera a las que se alimentan de insectos, y a aquellas ligeramente mayores que las dimensiones de las trampas además éstas son del tipo de colocación a nivel de la superficie del suelo, por lo que no se posibilita la colecta de especies arborícolas o subterráneas.

Por otro lado, en el presente estudio se colectaron especies no reportadas por Goodwin o Hall (op. cit.), como *Megadontomys cryophilus*, y *Oryzomys chapmani*, especies que no se habían reportado anteriormente para la zona de estudio. Tampoco se han mencionado en la literatura con estos nombres debido al arreglo taxonómico propuesto por Wilson y Reeder (1993) y a la redefinición del área de distribución revisada por los mismos

autores. En el caso de *Peromyscus aztecus* probablemente se trata de una especie oportunista que se beneficia de la actividad humana.

Por otra parte, es importante notar que del total de especies colectadas cinco son consideradas especies endémicas de México, esto significa que el 23% de las especies colectadas pertenecen a una categoría propuesta para su protección, esta característica está indicada con una letra "E" en el Cuadro 3 (Arita y Ceballos, 1997., SEDESOL, 1994).

II. Esfuerzo de Recolecta.

Todo estudio que se ocupe de la distribución, desde el punto de vista de la zoogeografía, se deberá abocar al análisis del espacio físico-geológico que ocupan las distintas especies animales en la biosfera, así como las características ecológicas de dicho espacio (Fleming, 1973).

La composición de especies de una comunidad o un hábitat determinado dependerá, entre otros aspectos, de la capacidad de adaptación de dichas especies a las condiciones que impone el medio ambiente, así como a las interacciones ecológicas con otras especies. La distribución de las especies, como una primera aproximación de éste tipo de estudios, está en función de un conjunto de condiciones ambientales y factores bióticos y abióticos, que determinan la manera en que será ocupado el espacio disponible, por las diferentes especies vegetales o animales, de pequeños mamíferos en este caso (Krebs, 1985).

En la siguiente gráfica (Figura 3) se presenta el número de especies que se registro en forma acumulativa durante el periodo completo de colectas en las localidades de estudio descritas en los Cuadros 1 y 2.

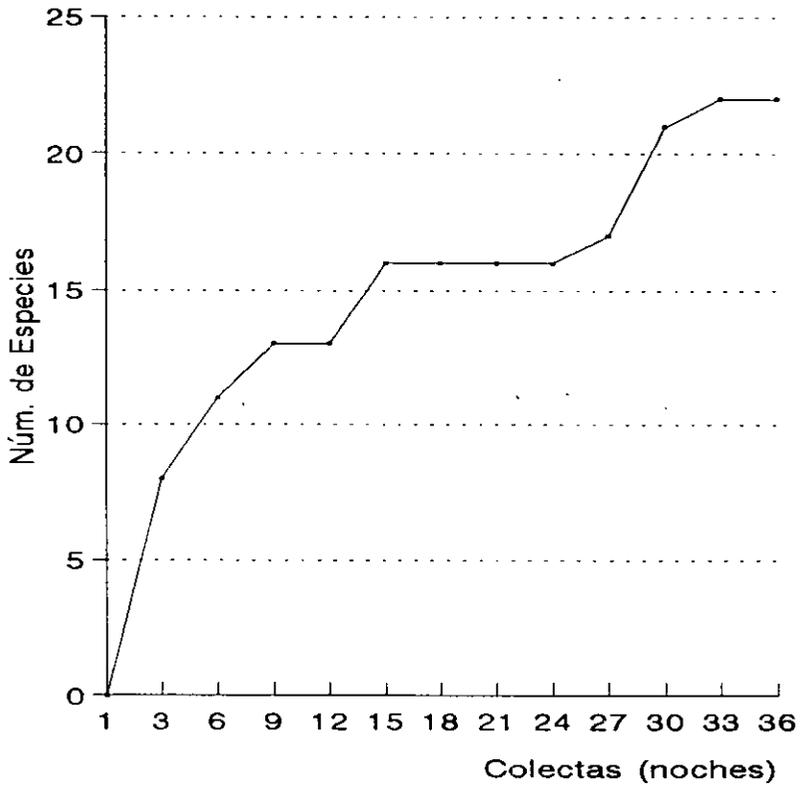


Figura 3. Curva de Acumulación de Especies de Pequeños Mamíferos Colectados en las Localidades de la Zona de Estudio, Sierra Mixteca.

Se consiguió un total de 35 noches de trampeo distribuidas en las siete fechas de colecta, con 160 trampas por noche para un esfuerzo total de 5,600 trampas-noche durante el periodo completo de las colectas. En la Figura 3 se observa que el incremento en el número de especies colectadas en los primeros 15 días fue relativamente rápido (16 especies), seguido por un periodo estable, relativamente corto hasta el día 24 y después otro incremento hasta el día 33, momento en que tiende a estabilizarse hasta alcanzar la asíntota y con ello el número máximo de especies colectadas. El esfuerzo para el periodo del muestreo acumuló 22 especies, esto es el 67% de las especies de mamíferos pequeños presentes reportadas para la zona de estudio. Pero si se considera que del total reportado, cuatro son nuevos registros para la zona, entonces se alcanza un porcentaje del 76% colectado. Lo cual es aceptable en términos numéricos y dadas las condiciones y tipo de trampas empleadas en las colectas.

El número total de ejemplares colectados fue de 186, lo que representa el 3.32% de capturas con respecto al total de trampas colocadas durante todo el periodo de colectas (5,600). Para conocer que tan representativa de la comunidad fue la muestra de especies colectadas se aplicaron los índices de diversidad y equitatividad descritos en la sección de métodos. En el Cuadro 4 se presenta la proporción por especies y el valor del índice de diversidad. El valor de la equitatividad se presenta más adelante.

En la Figura 4 se presenta una gráfica de pay para ilustrar la proporción por género de las especies predominantes en la muestra de mamíferos colectados en las localidades de estudio.

Cuadro 4. Proporción Relativa de Individuos por Especie e Índice de Diversidad, Pequeños Mamíferos de la Sierra Mixteca.

Especie	No. de ind.	Proporción por especie	Diversidad (H)
<i>Marmosa canescens</i>	1	0.005	0.026
<i>Cryptotys mexicana</i>	3	0.016	0.066
<i>Sorex saussurei</i>	1	0.005	0.026
<i>Sciurus aureogaster</i>	2	0.011	0.050
<i>Liomys irroratus</i>	3	0.016	0.066
<i>Liomys pictus</i>	43	0.231	0.338
<i>Microtus mexicanus</i>	6	0.032	0.110
<i>Baiomys musculus</i>	18	0.097	0.226
<i>Megadontomys cryophilus</i>	3	0.016	0.066
<i>Oryzomys chapmani</i>	7	0.038	0.124
<i>Oryzomys couesi</i>	13	0.069	0.184
<i>Oryzomys melanotis</i>	5	0.027	0.098
<i>Peromyscus aztecus</i>	31	0.167	0.299
<i>Peromyscus gratus</i>	9	0.048	0.146
<i>Peromyscus levipes</i>	3	0.016	0.066
<i>Peromyscus mexicanus</i>	10	0.054	0.158
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	7	0.038	0.124
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	9	0.048	0.146
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	1	0.005	0.026
<i>Sigmodon hispidus</i>	5	0.027	0.098
<i>Tylomys nudicaudus</i>	3	0.016	0.066
total	186	1	2.537

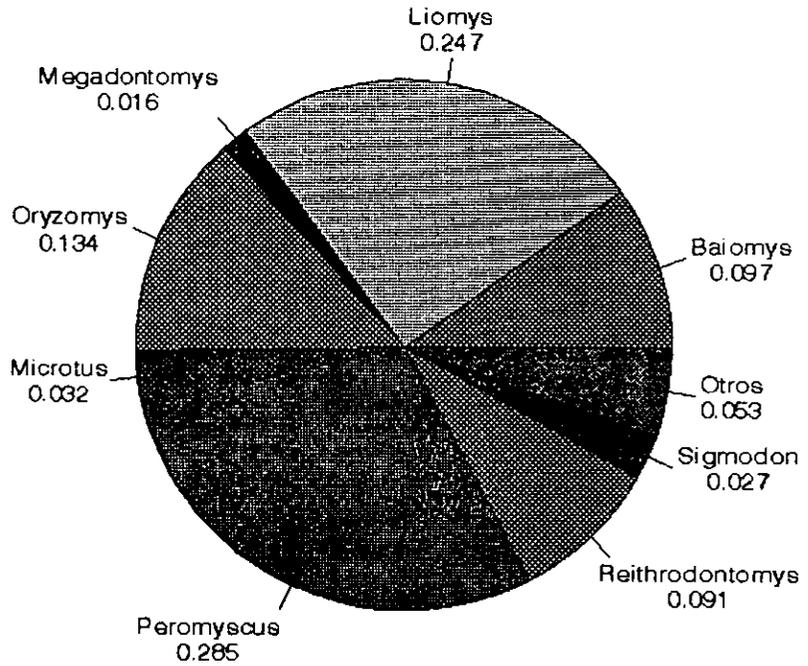


Figura 4. Proporción Relativa de Géneros de Pequeños Mamíferos presentes en las Localidades de Colecta, Sierra Mixteca.

La suma de la Proporción por Especie calculada directamente con el índice de Shannon-Wiener (H), más el cálculo del índice de equitatividad (E), en base a los datos del Cuadro 4 y a las ecuaciones descritas en la sección de métodos, proporcionó los valores de cada índice. Para la diversidad fue $H=2.537$, y para la equitatividad fue $E=0.814$. En el caso de diversidad (H =diversidad e igualdad de distribución), se tomó como valor de comparación el porcentaje total de capturas (3.32%), lo que permitió conocer que tan bien fue representada la comunidad de pequeños mamíferos de la Sierra Mixteca en la muestra de especies colectadas. La comparación de éstos dos valores cercanos entre sí, permite inferir que el número de especies colectadas representa apropiadamente a la fauna de mamíferos pequeños de la zona de estudio.

La equitatividad o uniformidad de distribución se cuenta en una escala de cero a uno, y propone que si el valor calculado tiende a cero casi todos los individuos son de la misma especie. Si tiende a uno, en comunidades uniformemente distribuidas, los individuos de diferentes especies están en igual proporción (Romo-Vázquez, 1993). En este caso se observó que el valor calculado para el índice de equitatividad ($E=0.814$) está más cercano a uno que a cero, por lo que la muestra colectada puede ser considerada una buena representación de la comunidad de pequeños mamíferos presentes en las localidades de estudio en la sierra Mixteca.

La Figura 4 presenta la composición de las especies de mamíferos predominantes en la muestra colectada en las localidades de estudio, se observa mayor proporción de roedores mûridos, particularmente de especies de *Peromyscus*, aunque también es importante la fracción de heterómidos del género *Liomys*. En menor número están los insectívoros y los didélfidos. Esta gráfica nos presenta la estructura de la comunidad y la predominancia de algunas especies sobre otras.

III. Especies Colectadas en la Sierra Mixteca.

Cuadro 5. Distribución Altitudinal de las Especies de Pequeños Mamíferos Colectadas en la Zona de Estudio, Sierra Mixteca.

ESPECIE	ALTITUD (msnm)	LOC
<i>Liomys pictus</i> <i>Baiomys musculus</i> <i>Oryzomys couesi</i> <i>Reithrodontomys fulvescens</i> <i>Sigmodon hispidus</i>	800	1
<i>Liomys pictus</i> <i>Oryzomys melanotis</i>	800	2
<i>Liomys pictus</i> <i>Oryzomys couesi</i> <i>Peromyscus mexicanus</i> <i>Sigmodon hispidus</i>	1,000	3
<i>Marmosa canescens</i> <i>Liomys pictus</i> <i>Oryzomys couesi</i> <i>Reithrodontomys fulvescens</i>	1,000	4
<i>Liomys pictus</i> <i>Baiomys musculus</i> <i>Oryzomys couesi</i>	1,080	5
<i>Cryptotys mexicana</i> <i>Liomys pictus</i> <i>Oryzomys chapmani</i> <i>Peromyscus aztecus</i> <i>Peromyscus mexicanus</i>	1,250	6
<i>Liomys pictus</i> <i>Baiomys musculus</i> <i>Oryzomys couesi</i> <i>Peromyscus aztecus</i> <i>Peromyscus levipes</i> <i>Peromyscus gratus</i> <i>Reithrodontomys fulvescens</i> <i>Reithrodontomys megalotis</i> <i>Sigmodon hispidus</i> <i>Tylomys nudicaudus</i>	1,600	7

Cuadro 5. (continuación)

ESPECIE	ALTITUD (msnm)	LOC
<i>Sorex saussurei</i> <i>Oryzomys chapmani</i> <i>Oryzomys melanotis</i> <i>Peromyscus mexicanus</i> <i>Reithrodontomys mexicanus</i>	2,040	8
<i>Sciurus aureogaster</i> <i>Liomys irroratus</i> <i>Peromyscus gratus</i> <i>Reithrodontomys megalotis</i> <i>Sylvilagus floridanus</i>	2,200	9
<i>Peromyscus gratus</i> <i>Reithrodontomys megalotis</i>	2,200	10
<i>Peromyscus gratus</i> <i>Peromyscus levipes</i>	2,700	11
<i>Microtus mexicanus</i>	2,850	12
<i>Liomys irroratus</i> <i>Megadontomys cryophilus</i> <i>Microtus mexicanus</i> <i>Reithrodontomys megalotis</i>	3,000	13

LOC=Localidades de Colecta descritas en el Cuadro 1.

Cuadro 5b. Distribución Altitudinal de Pequeños Mamíferos colectados en las Localidades de Estudio, Sierra Mixteca.

Especie	800	1000	1250	1600	2000	2200	2700	3000
<i>Marmosa canescens</i>		■						
<i>Cryptotys mexicana</i>			■					
<i>Sorex saussurei</i>					■			
<i>Sciurus aureogaster</i>						■		
<i>Liomys irroratus</i>						■		■
<i>Liomys pictus</i>	■	■	■	■				
<i>Microtus mexicanus</i>								■
<i>Baiomys musculus</i>	■	■		■				
<i>Megadontomys cryophilus</i>								■
<i>Oryzomys chapmani</i>			■		■			
<i>Oryzomys couesi</i>	■	■		■				
<i>Oryzomys melanotis</i>	■				■			
<i>Peromyscus aztecus</i>			■	■				
<i>Peromyscus gratus</i>				■		■	■	
<i>Peromyscus levipes</i>				■			■	
<i>Peromyscus mexicanus</i>		■	■		■			
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	■	■		■				
<i>Reithrodontomys megalotis</i>				■		■		■
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>					■			
<i>Sigmodon hispidus</i>	■	■		■				
<i>Tylomys nudicaudus</i>				■				
<i>Sylvilagus floridanus</i>						■		

El Patrón de Distribución Altitudinal presentado en los Cuadros 5 y 5b incluyen las 22 especies de mamíferos pequeños colectados en las localidades de estudio, y hace referencia al número de especies en orden creciente de elevación altitudinal.

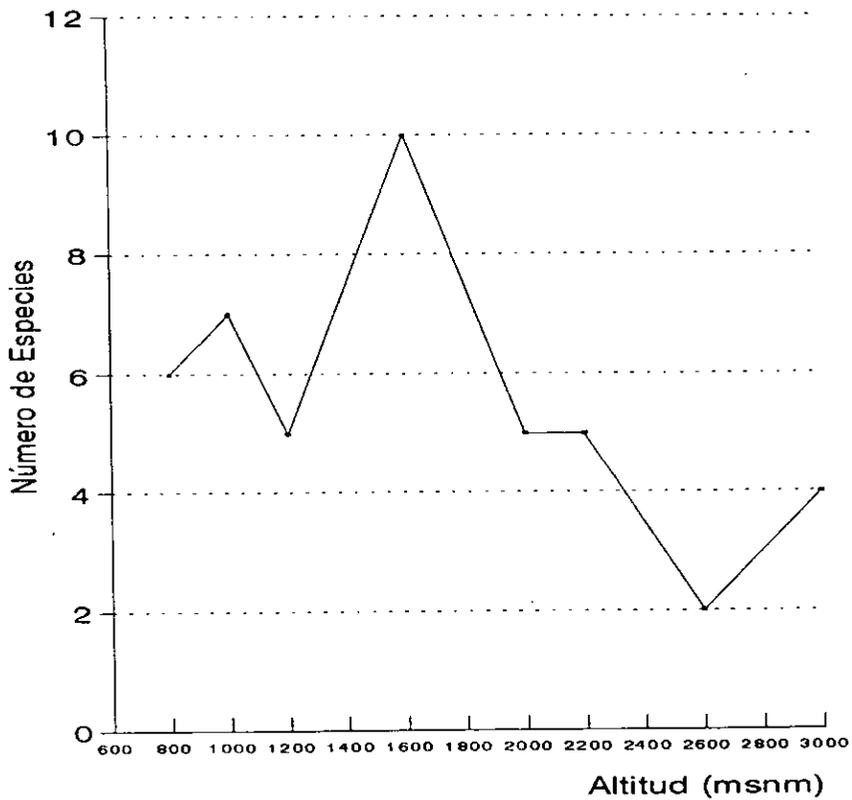
Se observa que la mayor riqueza específica corresponde a la cota altitudinal de los 1,600 msnm, con un total de 10 especies, en la localidad denominada "25 Km N Putla", cuya vegetación es Selva Mediana y cultivo de café. La cota con el menor número de especies, fue la de los 2,700 m, en la "Torre de Microondas, San Juan Teposcolula", con vegetación de Bosque de Encino. También se presentan siete especies que fueron encontradas en una sola cota altitudinal y no en otra, estas especies son *Marmosa canescens* en la cota de los 1,000 m, *Criptotys mexicana* en la de los 1,250 m, *Tylomys nudicaudus* en los 1,600 m y dos especies a los 2,000 m *Sorex saussurei* y *Reithrodontomys mexicanus*, y a los 3,000 se colectaron en forma exclusiva a *Microtus mexicanus* y *Megadontomys cryophilus*.

En los extremos de este gradiente se registraron seis especies en la cota altitudinal de los 800 m y de cuatro especies en la de los 3,000 m. En las cotas de altitud intermedia se presenta un número de especies de pequeños mamíferos mas o menos regular, a los 1,000 m se registraron siete especies. A los 1,200, 2,000 y 2,200 m cinco especies en cada una fueron registradas. Para algunas especies la altitud parece no afectar la distribución, ya que *Liomys pictus* y *Liomys irroratus*, se distribuyen en casi todo el intervalo del gradiente, de 800 a 1,600 m en el primer caso y de 2,200 a 3,00 m en el segundo. Las tres especies de *Oryzomys* tienen un rango de distribución desde los 800 hasta los 2,000 m, *Peromyscus gratus* se colectó desde los 1,600 hasta los 2,700 m y *Reithrodontomys megalotis* se distribuye desde los 1,600 hasta los 3,000 m. Por lo que la presencia en esos intervalos puede indicar una alta tasa de recambio de especies en la comunidad de pequeños mamíferos de la Sierra Mixteca (Sánchez-Cordero et al, 1993).

De los mismos Cuadros 5 y 5b se extrae que la mayor riqueza de especies de pequeños mamíferos se ubica entre las cotas de los 800 y los 1,600 m de altitud sumando un total de 15 especies, lo que representa casi el 70% de las especies registradas en este estudio. En el siguiente intervalo altitudinal, de 2,000 a 2,700 m, se colectaron 11 especies, y como se mencionó anteriormente, cuatro especies fueron colectadas a los 3,000 msnm. Es importante mencionar que cada intervalo presenta algunas especies características de cada altitud y de cada tipo de vegetación, como las descritas anteriormente. La distribución altitudinal en su conjunto parece formar parte de un gradiente más amplio en el que las localidades estudiadas estarían formando parte de éste, y sería necesario conocer el número de especies a niveles altitudinales inferiores a 800 m y superiores a 3,000 m, para conocer con mayor certeza que tan constante es el cambio en el número de especies con el incremento en la elevación topográfica (Heaney y Rickart, 1989; Heaney et al., 1989; Patterson et al., 1989; Patterson et al., 1990).

El patrón de distribución altitudinal de las especies de pequeños mamíferos de la Sierra Mixteca descrito es congruente con el patrón de distribución basado en los estudios de Heaney et al (1989), Heideman et al (1987), con lo que la hipótesis de este trabajo coincide en la descripción del patrón que propone un incremento en el número de especies de pequeños mamíferos a medida que aumenta la elevación, pero sólo hasta altitudes intermedias, y un posterior decremento en la riqueza a mayor altitud. En otras palabras, si se encontró mayor riqueza de especies en altitudes intermedias, debido probablemente, a la complejidad de los hábitats presentes (Terborgh, 1977; August, 1983), y una disminución en el número de especies a medida que se incrementó la altura.

Si bien es cierto que el conjunto de datos nos permite suponer que a mayor altitud parece aumentar el número de especies, este incremento en el número de especies no es totalmente uniforme como se puede observar en la Figura 5, y por lo tanto, es probable que la altitud sea solo parte de la principal causa de distribución. El patrón de distribución basado en los registros colectados en este estudio, permite observar que el gradiente altitudinal de la zona de estudio, es complejo si se considera al conjunto total de especies de pequeños mamíferos, ya que cada especie presentó una distribución particular dependiendo de la altitud y de la época en que fue hecha la colecta (Fauth et al., 1989).



Altitud (msnm)	No. de especies	Valores obtenidos	Coefficiente de correlación
800	6	$m = 0.005$	
1000	7	$b = 2$	$r = 0.723$
1250	5	$s_y = 2.16$	
1600	10	$s^2 = 4.66$	
1600	10		
2000	5	$m = -0.004$	
2200	5	$b = 15$	$r = -0.822$
2700	2	$s_y = 2.95$	
3000	4	$s^2 = 8.7$	

Figura 5. Gráfica de Distribución Altitudinal de las Especies de Pequeños Mamíferos Colectados en la Zona de Estudio, Sierra Mixteca.

En la Figura 5 se destaca que el mayor número de especies de mamíferos pequeños colectados en la zona de estudio se ubica en la cota altitudinal de los 1,600 m con un total de 10 especies. Este nivel se ubica cerca de la media aritmética, del gradiente de 800 a 3,000 m, lo que hace factible la interpretación como cota altitudinal intermedia y la hipótesis sobre el incremento en el número de especies de pequeños mamíferos de la Sierra Mixteca en altitudes intermedias y una disminución en número de especies en las de mayor altitud (Fauth, et al., 1989; Heaney et al., 1989).

Del análisis estadístico mostrado al pie de esta misma figura se desprenden los valores obtenidos por regresión lineal:

$$Y = 0.005X + 2, \text{ ascendente}, \quad Y = -0.004X + 15, \text{ descendente}.$$

La tasa de cambio (m) en el número de especies de pequeños mamíferos colectadas hasta la cota altitudinal de los 1,600 msnm, es ligeramente mayor que la tasa de decremento en el número de especies hasta los 3,000 msnm, esta última m esta representada con signo negativo, ya que se trata de una recta con pendiente que tiende a disminuir. El valor de la desviación estándar indica la diferencia que hay con respecto al promedio del número de especies en cada caso, y el coeficiente de correlación, r , que nos indica que tan fidedigna resultó la aproximación, esto es, mientras más cerca este del valor de uno es mejor el ajuste de la curva, en este caso el mejor ajuste corresponde a la recta de decremento como se aprecia en el valor negativo del coeficiente de correlación: $r = -0.822$.

La ordenada al origen, en el caso de la segunda ecuación de recta, es equivalente al número inicial de especies después de la cota de los 1,600 m, el cual queda descartado, ya que al tratarse de una recta negativa el valor proyectado es el punto de origen en el eje de la ordenada, en este caso, igual a 15, lo que difiere del número de especies realmente encontrado en esa cota.

IV. Estacionalidad.

Cuadro 6. Distribución Estacional de las Especies de Pequeños Mamíferos Colectadas en la Zona de Estudio, Sierra Mixteca.

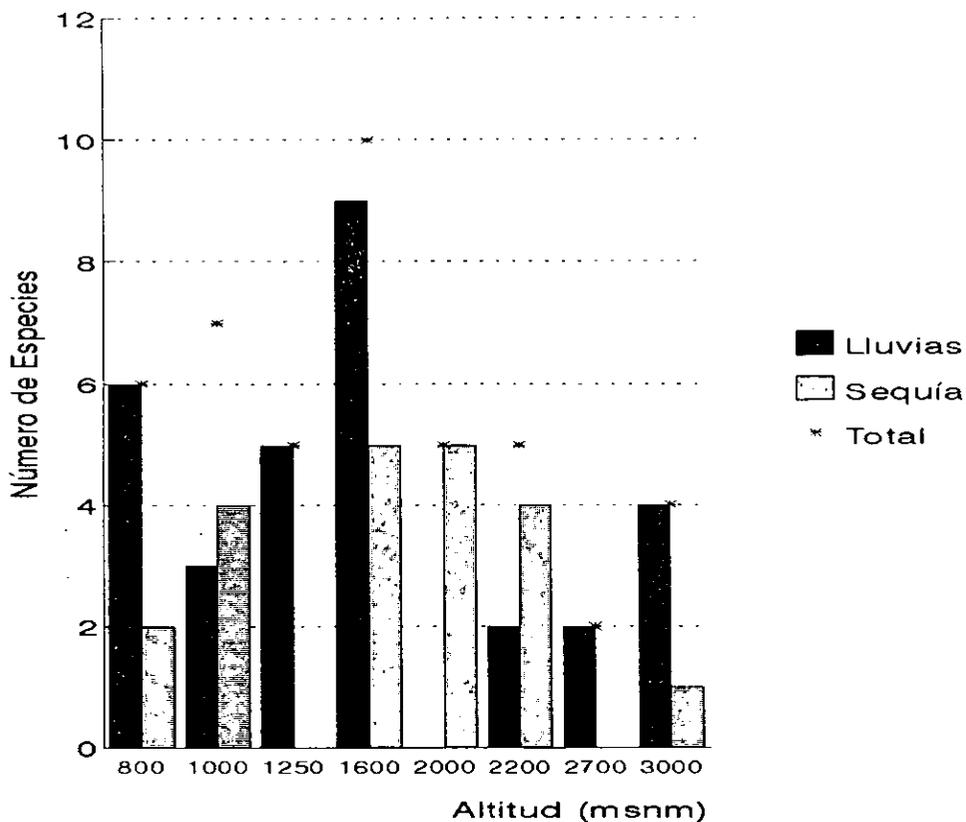
Especies Colectadas por Periodo de Precipitación		
Especie	Lluvias	Sequía
<i>Marmosa canescens</i>		●
<i>Cryptotys mexicana</i>	■	
<i>Sorex saurei</i>		●
<i>Sciurus aureogaster</i>		●
<i>Liomys irroratus</i>	■	
<i>Liomys pictus</i>	■	●
<i>Microtus mexicanus</i>	■	●
<i>Baiomys musculus</i>	■	●
<i>Megadontomys cryophilus</i>	■	
<i>Oryzomys chapmani</i>	■	●
<i>Oryzomys couesi</i>	■	●
<i>Oryzomys melanotis</i>		●
<i>Peromyscus aztecus</i>	■	●
<i>Peromyscus gratus</i>	■	●
<i>Peromyscus levipes</i>	■	●
<i>Peromyscus mexicanus</i>	■	●
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	■	●
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	■	●
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>		●
<i>Sigmodon hispidus</i>	■	
<i>Tylomys nudicaudus</i>	■	●
<i>Sylvilagus floridanus</i>		●

Para obtener el patrón de distribución estacional, los datos de las colectas se subdividieron en dos partes que corresponden a cada una a las estaciones anuales definidas en la sección de métodos.

El análisis del Cuadro 6 permite observar la presencia de 16 especies (72%) durante la estación de lluvias, y 18 especies (81%) en la sequía. Además 12 de las 22 especies de pequeños mamíferos estuvieron presentes en ambas estaciones, esto representa el 54% de especies que parecen no tener limitaciones por el periodo de precipitación pluvial o la ausencia de la misma. Las otras 10 especies (45%) estuvieron presentes solo en alguna de las estaciones, de éstas cuatro especies se colectaron únicamente durante la época de lluvias (20%) y seis fueron registradas únicamente en la época de sequía (27%). Esto puede representar algún indicador de estacionalidad y correlación entre la precipitación y la productividad primaria del ecosistema (Owen, 1989), y por lo tanto fuerte dependencia a la disponibilidad del recurso alimentario e hídrico (Sánchez-Cordero y Valadez, 1989).

En la localidad No. 8 denominada "Llano Grande", se observó durante una de las salidas, en el periodo previo a la época de lluvias, que el agua es abundante en forma de vapor (nubosidad sobre las laderas). La presencia de las especies de pequeños mamíferos en ambientes con limitada disponibilidad del recurso alimenticio así como la del recurso hídrico en esa época, puede indicar alguna estrategia de sobrevivencia a determinadas condiciones ambientales. La diferencia en composición y número de especies en cada época, es afectada por el periodo de precipitación y determina la distribución de las especies en los distintos hábitats estudiados.

En la Figura 6 se presenta la gráfica de distribución estacional de las especies colectadas en la zona de estudio.



Altitud (msnm)	Lluvias	Sequía	No. Total de especies	LLUVIAS	SEQUIA
800	6	2	6	m=0.005	m=0.002
1000	3	4	7	b= 0	b= 0
1250	5	-	5	r=0.834	r=0.354
1600	9	5	10	S=2.217	S=2.217
2000	-	5	5	m=-0.002	m=-0.004
2200	2	4	5	b=8	b=12
2700	2	-	2	r=-0.379	r=-0.899
3000	4	1	4	S=3.435	S=2.345

Figura 6. Gráfica de Distribución Estacional de las Especies de Pequeños Mamíferos Colectados en la Zona de Estudio, Sierra Mixteca.

Como se observa en la Figura 6 si existe diferencia en el número de especies colectadas estacionalmente. La estación de lluvias presentó mayor fluctuación en el número de especies que durante la sequía además, ésta es más estable en cuanto a distribución, como se puede observar en las barras de la gráfica, sólo en la vegetación en la que son predominantes los cultivos, principalmente Selvas Baja y Mediana, se puede apreciar diferencia entre la distribución de las especies de pequeños mamíferos en las dos épocas anuales, siendo mayor el número de especies presentes durante la sequía, lo cual puede deberse a mayor actividad por la búsqueda de agua y alimento (Sánchez-Cordero y Valadez, 1989), como ocurre, por ejemplo, en la Selva Mediana a los 1,600 m.

El número máximo de especies colectadas corresponde a la sequía (18 especies, y 16 en la época de lluvias) particularmente en la cota de los 1,600 msnm, y también a ésta cota corresponde la mayor diferencia entre estaciones. Los asteriscos situados en los extremos superiores de las barras indican el total de especies colectadas en las dos estaciones.

Una inspección más detallada nos permite inferir que la estación que presentó mayor riqueza de especies contribuyó a la alta diversidad observada en la cota de los 1.600 m, sin embargo, no se tiene registro alguno durante la sequía en las cotas de 1,250 y 2,700 m y por el contrario no se cuenta con ningún registro en la estación de lluvias en la cota de los 2,000 m.

Por otra parte el análisis de regresión lineal de la distribución estacional, subdividió el conjunto de datos en dos partes en la cota de los 1,600 m y por periodo de precipitación. Un cuadro al pie de la Figura resume los valores obtenidos. Las ecuaciones ascendentes (intervalo 800 a 1,600m) son las siguientes:

$$Y = 0.005X + 0 \text{ lluvias y } Y = -0.002X + 8 \text{ sequía.}$$

Las ecuaciones descendentes (intervalo 1,600 a 3,000m) son las siguientes:

$$Y = -0.002X + 8 \text{ lluvias y } Y = -0.004X + 12 \text{ sequía.}$$

Lo más importante del análisis es la comparación de la pendiente de la recta para ambas estaciones, tanto en forma ascendente como descendente, de igual forma el valor del coeficiente de correlación es opuesto para ambas estaciones, la ordenada al origen (*b*) de la ecuación encontrada para las cotas de 1,600 a 3,000 m carece de significado, ya que es un valor que proyectaría el número de especies del cual parte inicialmente la cota altitudinal (Marques, 1991). Este análisis permitió conocer la diferencia en el cambio del número de las especies con el incremento de altitud de la comunidad de pequeños mamíferos dependiendo de la estación en que se realizaron las colectas.

El patrón de estacionalidad en base al gradiente topográfico y a los principales tipos de vegetación observados en la zona de estudio puede servir de base para reforzar la hipótesis de una distribución altitudinal en base a la variedad y creciente complejidad de los hábitats que la constituyen. Las diferencias más notorias en cuanto al número y composición de especies presentes en las distintas cotas altitudinales, así como a la época en que se realizaron las colectas son, principalmente, indicadores del estado que guarda la distribución actual de dichas especies, ya que las variaciones ambientales que afectan la densidad y la composición de las poblaciones, son parcialmente explicadas con el patrón de distribución descrito, y propone una idea inicial de lo observado durante el periodo de colectas.

V. Distribución por Tipo de Vegetación.

De acuerdo a las observaciones realizadas en el presente estudio se describen los siguientes tipos de vegetación: En altitudes por debajo de 1,000 msnm se presenta selva media y baja mezclada con diferentes cultivos, principalmente cafetales, maíz, caña y frutales.

En las cotas altitudinales entre 1,000 y 1,500 msnm, se encontró selva baja caducifolia, en algunas localidades a 1,600 m se observó presencia de selva media, cuya composición de vegetación es mucho más variada en cuanto a número de especies y estratos que la de los bosques templados

A altitudes superiores a 1,600 msnm, se encuentra el bosque de encino, que se caracteriza por predominio de árboles de seis a nueve metros, en algunas localidades y escaso sotobosque, en otras la altura de los árboles fue muy variable.

A altitudes de 2,000 m y hasta los 3,000 m se observaron bosques de pino, de encino y de pino encino caracterizados por la asociación de este tipo de arboles. Por arriba de los 3,000 m se observaron bosque de pino y bosque de neblina.

Los acahuales, potreros y las zonas de cultivo están presentes en prácticamente todas las localidades visitadas.

En el siguiente cuadro se presenta la distribución observada de las especies colectadas en las localidades estudiadas, basada en el tipo de vegetación predominante.

Cuadro 7. Distribución de las Especies de Pequeños Mamíferos por Tipo de Vegetación de la Zona de Estudio, Sierra Mixteca.

Espece	SB	SM	S-B	BE	BPE	BP
<i>Marmosa canescens</i>	*					
<i>Cryptotys mexicana</i>					*	
<i>Sorex saurei</i>						*
<i>Sciurus aureogaster</i>					*	
<i>Liomys irroratus</i>					*	
<i>Liomys pictus</i>	*	*	*			
<i>Microtus mexicanus</i>					*	*
<i>Baiomys musculus</i>	*	*	*			
<i>Megadontomys cryophilus</i>					*	*
<i>Oryzomys chapmani</i>			*			*
<i>Oryzomys couesi</i>	*	*	*			
<i>Oryzomys melanotis</i>			*			*
<i>Peromyscus aztecus</i>	*	*	*			
<i>Peromyscus gratus</i>		*		*	*	*
<i>Peromyscus levipes</i>		*		*		
<i>Peromyscus mexicanus</i>		*			*	*
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	*	*				
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	*	*			*	*
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>						*
<i>Sigmodon hispidus</i>		*				
<i>Tylomys nudicaudus</i>		*				

SB=Selva Baja, SM=Selva Mediana, S-B=Selva con Bosque (Pino o Encino), BE= Bosque de Encino, BPE=Bosque de Pino Encino, BP=Bosque de Pino.

Como se puede observar en el Cuadro 7 se registraron nueve especies colectadas en un sólo tipo de vegetación, otras seis en dos tipos de vegetación diferentes y siete especies en más de dos tipos. En la Selva Baja se colectaron siete especies entre las que se incluye *Marmosa canescens* unico registro en este tipo de vegetación. En la Selva Mediana se registraron 11 especies y solo *Tylomys nudicaudus* y *Sigmodon hispidus* son exclusivas de este tipo de vegetación. En la vegetación Selva con Bosque templado se colectaron seis especies y todas fueron encontradas en algún otro tipo vegetacional. El tipo de vegetación con el menor número de especies fue el Bosque de Encino con dos especies *Peromyscus gratus* y *P. levipes*. En los Bosque de Pino Encino y Pino se colectaron nueve especies en cada tipo de vegetación. Entre las especies únicas colectadas en cada tipo estan *Cryptotys mexicana* y *Liomys irroratus* en Bosque de Pino Encino, y *Sorex saussurei* y *Reithodontomys mexicanus* en Bosque de Pino.

Como puede observarse existen varias especies que aparentemente tienen un rango de distribución limitado en cuanto al tipo de vegetación se refiere. Estructuralmente los tipos vegetacionales más complejos son las Selva Baja y Mediana, ya que presentan mayor diversidad de formas vegetales y la mezcla de estos elementos florísticos incrementan la variación fisonómica y con ello el potencial para ocupar las madrigueras habitables por las especies de pequeños mamíferos. Entre los dos tipos de selva estan compartidas la totalidad de especies con excepción de *M. canescens*, hayada sólo en Selva Baja, y otras que no fueron encontradas en este tipo de vegetación, pero esta fauna compartida revela la enorme afinidad y similitud que tienen ambos tipos de vegetación. En foma similar ocurre con los bosques templados, en los que estan compartidas cinco de nueve especies, y solo *P. gratus* se encuentra en los tres tipos de bosque, esta distribución también revela la afinidad entre la fauna neártica.

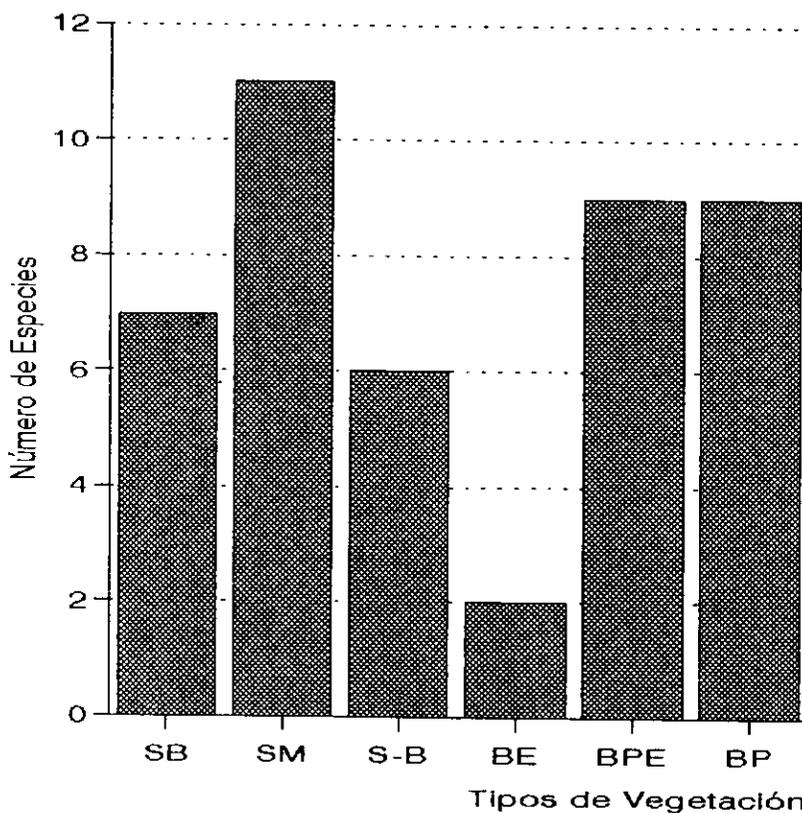


Figura 7. Gráfica de Distribución por Tipos de Vegetación de las Especies de Pequeños Mamíferos colectados en la Zona de Estudio, Sierra Mixteca.

Tipos de Vegetación:

SB= Selva Baja, SM= Selva Mediana, S-B= Selva con Bosque (de Pino o Encino), BE= Bosque de Encino, BPE= Bosque dePino-Encino, BP= Bosque de Pino.

En la Figura 7 se aprecia que la Selva Mediana presento el mayor número de especies con respecto a los demás tipos de vegetación, 11 especies, cabe

En la Figura 7 se aprecia que la Selva Mediana presento el mayor número de especies con respecto a los demás tipos de vegetación, 11 especies, cabe mencionar que se incluyo a *Sciurus aureogaster*, especie considerada cosmopolita. Los tipos de vegetación de Bosque de Pino Encino y Bosque de Pino presentan cada uno nueve especies, lo que no dista mucho del dato anterior, esto puede ser indicador de una riqueza especifica basada en el habitat y en la disponibilidad de alimento.

La vegetación con menor número de especies registradas, fue el Bosque de Encino con dos especies. La localidad en que se presento esta vegetación tenía la característica de ser muy húmeda pero con escaso sotobosque y durante las lluvias la densa neblina y fuertes vientos pudieron afectar los resultados, a pesar de observar rastros y huellas de mamíferos más grandes, pero no fue posible observarlos directamente.

En lo que se refiere al tipo de vegetación denominada Selva con Bosque (S-B en la gráfica) presenta un número que bien puede ser la mediana del número de especies, esto significa una riqueza intermedia en el ecotono de estos dos tipos de vegetación.

La distribución de las especies de pequeños mamíferos colectadas en este estudio se puede correlacionar directamente con la variedad y abundancia y tipo de vegetación, determinada esta misma por la latitud, altitud y el clima. Particularmente la distribución de los roedores depende en gran medida del estrato vegetal del cual obtiene alimentación y refugio, por que los resultados obtenidos pueden servir de base para estudios posteriores en los que se considere la diferencia en cuanto a diversidad altitudinal, riqueza de especies y abundancia

Cuadro 8. Índice de Similitud de Simpson, para las Especies Colectadas por Tipo de Vegetación en la Zona de Estudio, Sierra Mixteca.

	BPE	BP	BE	SB	SM	S-BOSQ
BPE	1	66.6	50.0	37.5	50.0	25.0
BP		1	50.0	12.5	44.4	0
BE			1	0	100	0
SB				1	87.5	75.0
SM					1	75.0
S-BOSQ						1

BPE=Bosque de Pino Encino; BE=Bosque de encino; BP=Bosque de pino; SB=Selva Baja; SM=Selva Mediana; S-BOSQ=Selva con Bosque (de pino o encino).

De la inspección de los resultados del Cuadro 8 se observa que el valor máximo ($IS=100$) pertenece a la intersección entre Bosque de Encino y Selva Mediana, esto se debe a que las dos especies registradas en el Bosque de Encino estuvieron también presentes en la Selva Mediana, lo cual hace que toda la fauna del bosque sea compartida con la de selva y con ello obtengan el valor de similitud más alto, lo que puede no ser muy congruente si se toma en cuenta que son ecosistemas diferentes.

Por el contrario, en los bosques templados (de Encino, Pino-Encino y Pino), cabría esperar mayor afinidad faunística al compartir elementos arbóreos florísticamente semejantes, pero solo una especie del Bosque de Encino es compartida con los otros dos tipos de bosque, por lo que solo se obtiene la mitad del valor del índice ($IS=50.0$). El mismo caso ocurrió entre la intersección entre el Bosque de Pino Encino y Bosque de Encino. Este tipo de resultados refleja una regular afinidad entre dos tipos de vegetación florísticamente muy similares.

Entre los tipos de vegetación correspondiente a Selva (Mediana y Baja) y la ecotonía entre éstos y los Bosques de Pino y/o Encino presentan alta similitud ($IS=75$), ya que comparten varias especies en hábitats muy parecidos con condiciones ecológicas muy similares. El valor de cero de similitud entre la Selva con Bosque (S-BOSQ) y los Bosque de Encino y Pino se debe a que no comparten ninguna especie, por lo que los elementos arbóreos de los bosques templados presentes en la selva, no influyeron en la distribución de las especies.

Por otra parte el índice de menor valor de similitud se presenta entre el Bosque de Pino y la Selva Baja, ya que solo comparten una especie, *Reithrodontomys megalotis*, y difieren en el resto de la composición de especies de la comunidad.

Si se toma el criterio de 66.6% para establecer similitud entre faunas pertenecientes a diferentes tipos de vegetación (Sánchez y López 1989), se observa que son pocas las intersecciones del Cuadro 8 en las que se puede afirmar estadísticamente acertado que se trata de localidades con composición faunística similar. Estos casos son: Bosque de Pino-Encino con Bosque de Pino (IS=66.6), Selva Baja con Selva Mediana (IS=87.5), y Selva Baja, Selva Mediana con la vegetación de ecotono Selva-Bosque (IS=75.0)

Otro análisis relacionado con este aspecto de la distribución se presenta en la Figura 8, el dendrograma de asociación obtenido con los valores del Índice de Similitud de Simpson.

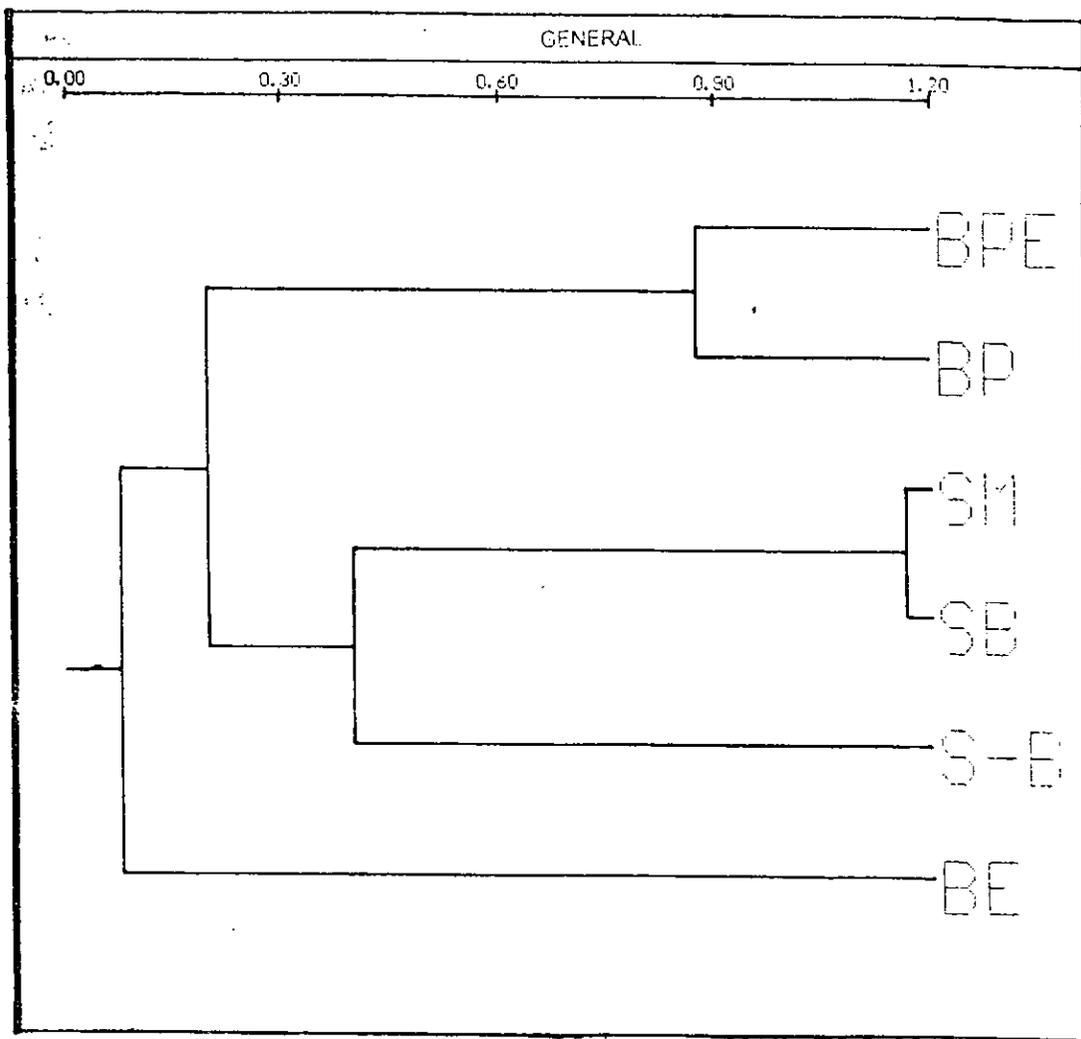


Figura 8 Dendrograma de Asociación del Total de Especies Colectadas en la Sierra Mixteca, en relación a los Tipos de Vegetación.

BPE=Bosque de pino encino, BP=Bosque de pino, SM= Selva media, SB=Selva baja, S-B=Selva con Bosque (ecotono), BE=Bosque de encino.

Del análisis simultáneo del total de datos por tipo de vegetación presentado en la Figura 8, se observa la congruencia que existe en los tipos de vegetación que resultaron más afines como es el caso de la Selva Baja y la Selva Mediana, ya que las especies compartidas obtuvieron el mayor valor de similitud del conjunto, seguido por las especies compartidas entre el de Bosque de Pino y el Bosque de Pino-Encino.

En el caso de la Selva con Bosque (S-B en la Figura), esta se encuentra en la misma rama con la Selvas Mediana y Baja, lo cual es congruente si consideramos que en la zona de estudio existe la gradación o ecotono entre la vegetación de clima cálido en cotas altitudinales bajas y bosques templados a mayores cotas altitudinales, pero presentan un valor inferior al propuesto de 66.6% (Sánchez y López, 1989), lo que los excluye como hábitats similares.

En lo que se refiere al Bosque de Encino, este tipo de vegetación es discriminado en una rama independiente desde la primera subdivisión del dendrograma. Lo anterior puede ser resultado de especies no compartidas, ya que solo se registraron dos especies y de éstas sólo *Peromyscus gratus* esta presente en los otros dos bosques templados.

En otras figuras se presentan los dendrogramas de asociación por tipo de vegetación tomando en cuenta la estacionalidad en que fueron colectadas las especies en las distintas localidades de estudio.

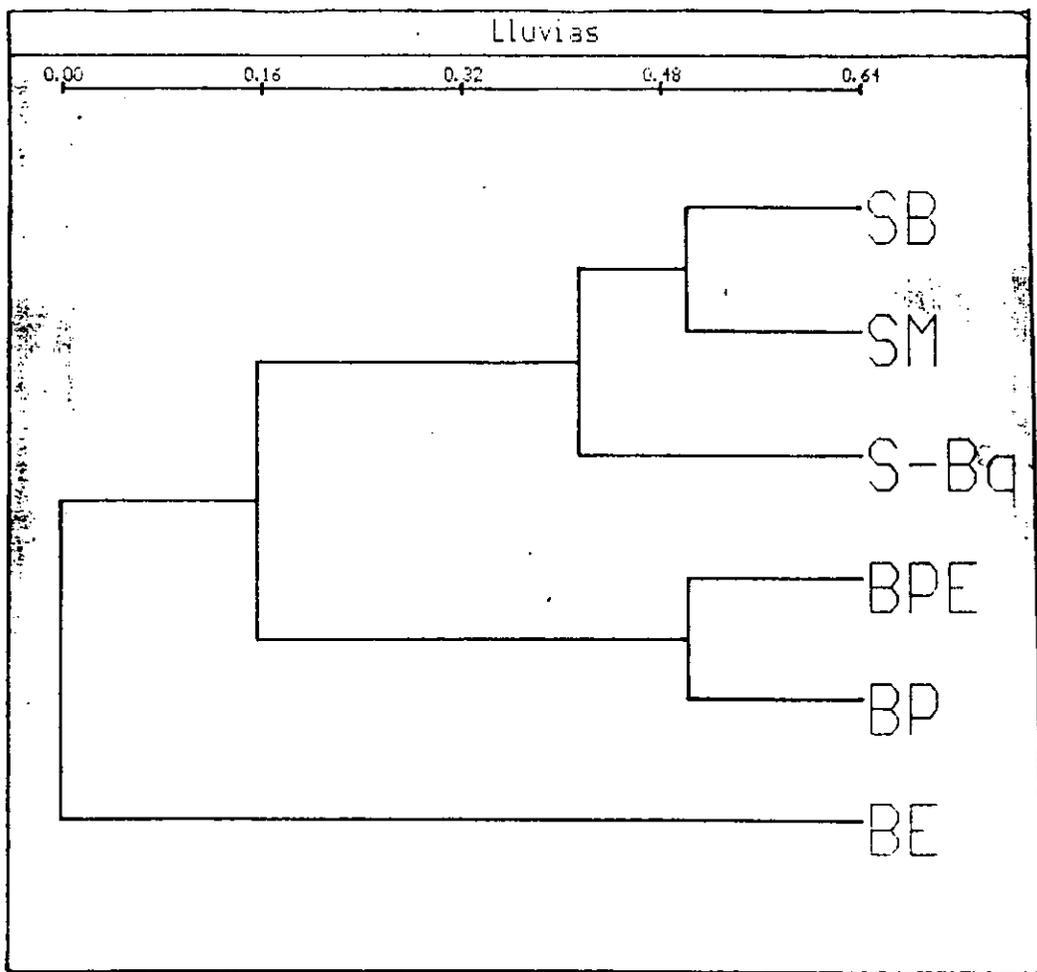


Figura 9 Dendrograma de Asociación para las Especies Colectadas durante las Lluvias en la Sierra Mixteca, en relación a los Tipos de Vegetación.

SB=Selva baja, SM= Selva media, S-Bq=Selva con Bosque (ecotono), BPE=Bosque de pino encino, BP=Bosque de pino, BE=Bosque de encino.

En la Figura 9 la similitud entre especies colectadas en la estación de lluvias, muestra las diferencias entre los hábitats con diferente tipo de vegetación con mayor detalle. Al igual que en la figura anterior se distinguen dos ramas, en una de ellas el Bosque de Encino y en la otra con dos subdivisiones, la de bosques templados y la de selvas, incluido el ecotono vegetacional (S-Bq en la Figura), sin embargo en ningún caso existe aproximación al valor propuesto de 66.6% para establecer las afinidades entre las faunas analizadas estacionalmente. Al parecer la cantidad y distribución de la precipitación pluvial parece afectar la distribución observada en el patrón estacional, lo que puede resultar consistente con la tasa de recambio de especies entre los distintos hábitat.

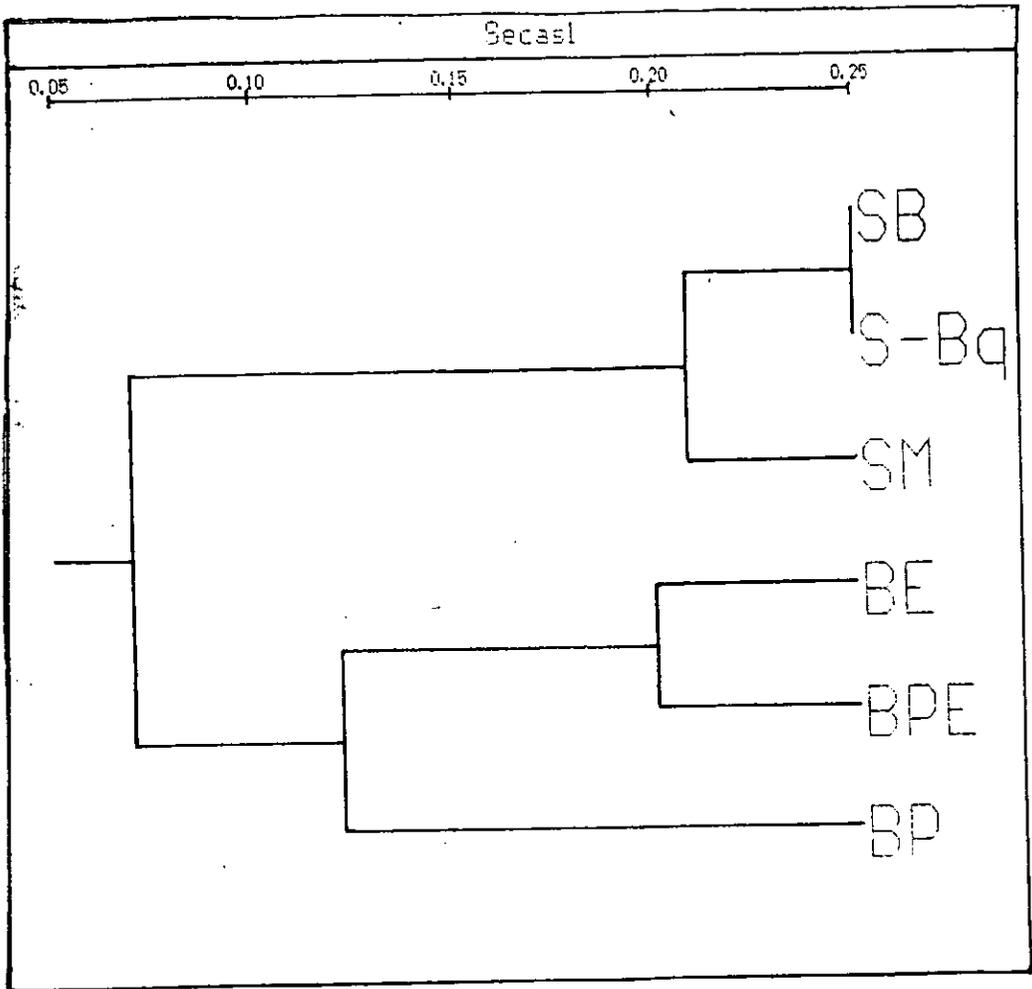


Figura 10. Dendrograma de Asociación para las Especies Colectadas durante la Sequía {1} en la Sierra Mixteca, en relación a los Tipos de Vegetación.

SB=Selva baja, S-Bq=Selva con Bosque (ecotono), SM= Selva media, BE=Bosque de encino, BPE=Bosque de pino encino, BP=Bosque de pino.

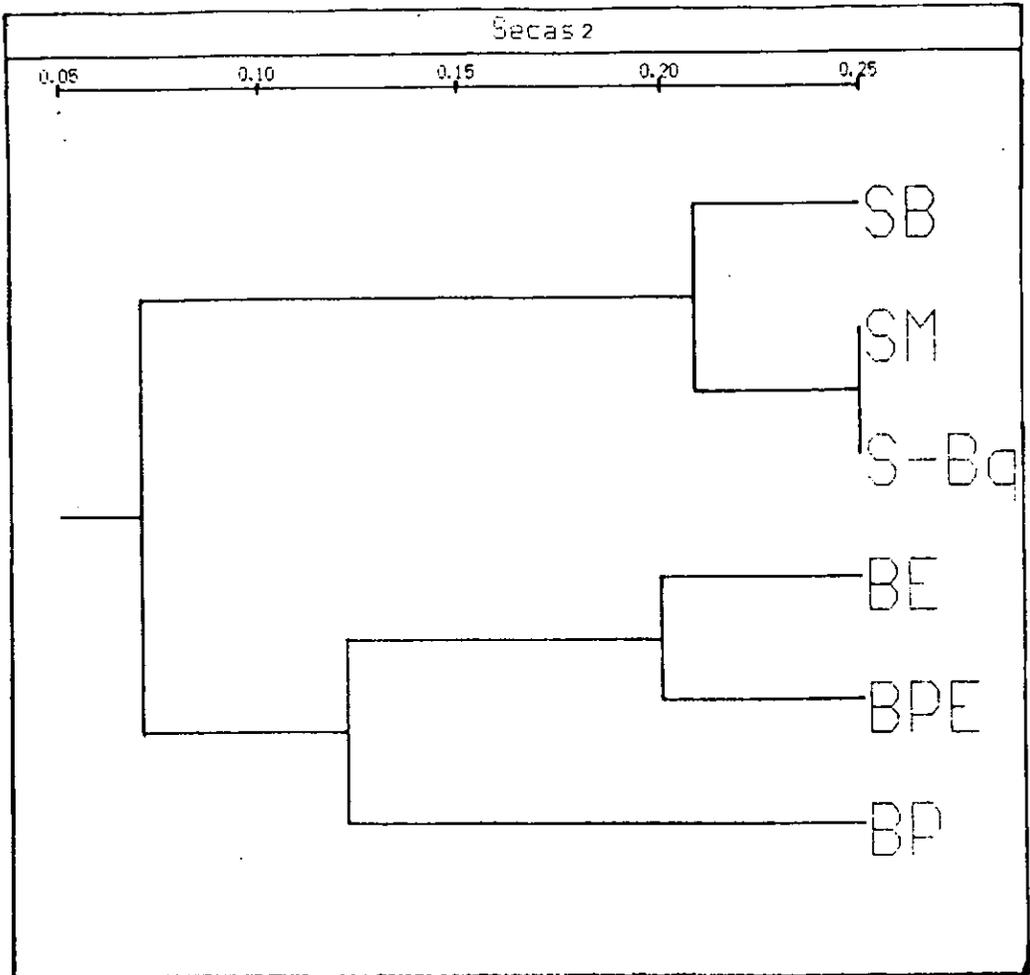


Figura 11 Dendrograma de Asociación para las Especies Colectadas durante la Sequía {2} en la Sierra Mixteca, en relación a los Tipos de Vegetación

SB=Selva baja, SM= Selva media, S-Bq=Selva con Bosque (ecotono), BE=Bosque de encino, BPE=Bosque de pino encino, BP=Bosque de pino.

Para el caso de similitud entre las faunas colectadas durante la sequía, las diferencias se tornan más profundas, ya que ninguna de las ramas alcanza el valor crítico de 66.6% propuesto por Sánchez y López (1989), a pesar de contar con dos posibles arreglos para esta estación diferentes a los obtenidos para los dos primeros dendrogramas. Como en los casos anteriores, se distinguen dos ramas principales, una para bosques templados y la otra para vegetación selvática, en el primer caso se asocia la vegetación de ecotono (S-Bq en la Figura 10) con la Selva Baja y en una rama aparte la Selva Mediana. En la Figura 11 se invierte la asociación, la vegetación de ecotono queda con la Selva Mediana, y en una rama aparte la Selva Baja. Para los bosque templados no hay cambios en ninguna de estas figuras analizadas, ya que el Bosque de Pino esta separado en una rama independiente de la asociación Bosque de Encino con Bosque de Pino-Encino.

Una vez más se observa que la disponibilidad de agua, en cada estación anual, para las especies de pequeños mamíferos en los diferentes hábitats visitados en la zona de estudio, adquiere una mayor importancia que determina el patrón de distribución estacional en un gradiente altitudinal en la Sierra Mixteca de Oaxaca.

CONCLUSIONES

La altitud se considera un factor importante en la distribución observada en las especies de pequeños mamíferos colectados en la Sierra Mixteca.

Este trabajo muestra que si es posible observar una distribución altitudinal con mayor número de especies en las cotas topográficas de 800 a 1,600 msnm como se esperaba.

La distribución altitudinal observada en estas cotas se debe a la mayor complejidad de los hábitats, a la estructura y composición de la comunidad de pequeños mamíferos presentes en los ecosistemas de la Sierra Mixteca.

La disponibilidad de agua y de recursos alimenticios, en función de los tipos vegetacionales predominantes observados en las localidades de colecta, puede ser considerado una importante causas de distribución de las especies de pequeños mamíferos de la Sierra Mixteca.

La severa erosión del suelo que actualmente impide el adecuado desarrollo de la cubierta vegetal afecta la distribución de las especies de pequeños mamíferos, quedando restringida a zonas de difícil acceso, por lo se dificulta la representación de las especies en las colecciones científicas.

Ante la difícil situación tanto política como económica por la que atraviesa el país y desde luego el estado de Oaxaca, cabe reflexionar acerca del futuro de los ecosistemas con que actualmente cuenta y que se sabe cuenta con recursos naturales que merecen atención y uso racional para conservarlos y heredarlos en adecuado estatus a las futuras generaciones.

LITERATURA CITADA

- Acevedo, Ma. L. 1992. Pueblos Indígenas de México. Los Mixtecos. Distribución y Poblaciones. Dirección General y Promoción Cultural. INI. México.
- Alvarez, T. y F. de Lachica. 1974. Zoogeografía de los vertebrados de México, cap. En el Escenario Geográfico. INAH. México. Tomo I, pp 218-295.
- Arita, H. T. y G. Ceballos. 1997. Los Mamíferos de México, distribución y estado de conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 2:33-71.
- Armstrong, D. M., B. H. Banta y E. J. Pokropus. 1973. Altitudinal distribution of small mammals along a cross-sectional transect through the Arkansas river watershed, Colorado, *Southwestern. Nat.* 17(4):315-326.
- August, P. V. 1983. The Role of Hábitat Complexity and Heterogeneity in Structuring Tropical Mammal Communities. *Ecology* 64(6):1495-1507.
- Baca del M., J. 1984. Estudio ecológico de la subcomunidad de roedores en el Ajusco, D.F. Tesis Profesional, Esc. Nac. Cienc. Biol., IPN., México.
- Begon, M., J. Harper y C. Townsend. 1989. *Ecology. Individuals, Populations and Communities*. Ediciones fotoimpresas de la Facultad de Ciencias. "Por una educación popular". 876 p.

- Briones-Salas, M. A. 1989. Análisis de la distribución geográfica de los mamíferos comprendidos en el noroeste del estado de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias, Biología. UNAM.
- Ceballos, G. 1993. La Extinción de las especies. Ciencia. Revista de la Academia Mexicana de Ciencias. Núm. Esp. 7: 5-10.
- Cervantes, F., A. Castro-Campillo y J. Ramírez-Pulido. 1994. Mamíferos Terrestres Nativos de México. An. Ins. Biól. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool. 65(1): 177-190.
- Crisci, J. V. y M. F. López. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la Taxonomía Numérica. Secretaria General de la OEA: Programa regional de desarrollo científico y tecnológico. 132 páginas.
- Daniel, W. 1997. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. UTEHA. 3a. ed. México. 878 pp.
- Delany, 1981. Ecología de Micromamíferos. 487p.
- Dirzo, R. 1990. La Biodiversidad como Crisis Ecológica Actual, ¿Qué Sabemos?. Ciencia. Núm. Esp. Fac de Ciencias:48-55.
- Fauth, J. E., B. I. Crother y J. B. Slowinski. 1989. Elevational patterns of species richness, evenness, and abundance of Costa Rican leaf-litter herpetofauna. Biotropica. 21(2):178-185.
- Fleming, T. H. 1973. Number of Mammal Species in North and Central American Forest Communities. Ecology, 54(3):555-563.

- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. Conservación INIREB. México, 302 pp.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía, Univ. Nal. Autón. Méx. 252 pp.
- Gómez-Pompa, A. 1985. Recursos Bióticos de México. Ed. Anagrama-Limusa, México, D. F.
- Goodwin, G. 1969. Mammals From The State of Oaxaca, Mexico, In The Museum of Natural History. New York. Bulletin of The American Museum on Natural History. Vol. 141: Art 1.
- Grenot, C. y V. Serrano. 1981. Ecological organization of small mammals communities at the Bolson de Mapimi (Mexico). In: Barbault, R. and G. Halffter (Eds.) Ecology of the Chihuahua Desert: organization of some vertebrates communities. Publs. Instituto de Ecología, México. No. 8.
- Halffter, G. 1976. Distribución de los Insectos en la zona de transición mexicana. Descripción y análisis de un grupo ejemplo. En Folia Entomológica Mexicana. Soc. Ent. Méx. 37:1-64.
- Halffter, G (comp.). 1992. La Diversidad Biológica de Iberoamérica, I. Acta Zool. Méx. Vol Especial. CYTED-D. (Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo.) Vol. especial. Instituto de Ecología, A.C. 389 pp.
- Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley and Sons, New York, 1:1-600, 2:601-1181.

- Heaney, L. 1984. Mammalian Species Richness on Islands on the Sunda Shelf, Southeast Asia. *Oecologia*. 61:11-17.
- Heaney, L. 1985. Zoogeographic Evidence for Middle and Late Pleistocene Land Bridges to the Philippine Islands. *Mod. Quaternary Res. SE Asia*. 9:127-143.
- Heaney, L. 1986. Biogeography of Mammals in SE Asia: Estimates of rates of colonization, extinctions and speciation. *Biological Jour. of The Linn. Soc. London*. 28:127-165.
- Heaney, L., P. Gonzalez, y A. Alcalá. 1987. An Annotated Checklist of the Taxonomic and Conservation Status of Land Mammals in the Philippines. *Silliman Jour.* 34(1-4):32-66.
- Heaney, L. y E. Rickart. 1989. Correlations of Clades and Clines: Geographic, Elevational and Phylogenetic Distribution Patterns among Philippine Mammals. pp. 1-18.
- Heaney, L., P. Heideman, E. Rickart, R. Uzzurum y J. Klompen. 1989. Elevational Zonation of Mammals in the Central Philippines. *Jour. of Trop. Ecol.* 5:259-280.
- Heideman, P., L. Heaney, R. Thomas, y K. Erickson. 1987. Patterns of Faunal Diversity and Species Abundance of non-volant Small Mammals on Negros Island, Philippines. *J. Mamm.* 68(4):884-888.
- Heideman, P. y L. Heaney. 1989. Populations biology and estimates of abundance of fruit bats (Pteropodidae) in Philippine Submontane Rainforest. *J. Zoo. London*. 218:565-586.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

69

INEGI, 1987. Carta de México. Topográfica, Escala 1:250,000. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.

INEGI, 1987. Carta de Uso de Suelo. Vegetacional, escala 1:250 000, Teposcolula, Tlaxiaco y Putla de Guerrero.

INEGI, 1988. Municipios de Oaxaca. Secretaria de Programación y Presupuesto, México, D.F.

Jardel, P., J. E. (Coord.). 1990. Estrategia para la Conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadajajara. El Grullo, Jal. 278 p.

Juárez, G. J. 1992. Distribución altitudinal de los roedores de la sierra de Atoyac, Guerrero. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias. Univ. Nac. Autónoma. Méx. 72 pp.

Krebs, J. Ch. 1985. Ecology: The Experimental of Distribution and Abundance. Harper & Row Publ. USA.

Marques de C., M.J. 1991. Probabilidad y Estadística. Para Ciencias Químico-Biológicas. Preedición. Mc Graw Hill. México. 657 p.

Martin, P. S. 1955. Zonal distribution of vertebrates in a mexican cloud forest. Amer. Natur. 89(849): 347-361.

Mittermeier, R.A. y C. Goettsch, 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. in México Ante los Retos de la Biodiversidad (J. Sarukhán y R. Dirzo, comps.) CONABIO, México. 63-73.

- Odum, E. P. 1978. *Ecología: El Vínculo entre las Ciencias Naturales y las Sociales*. CECSA. México. pp. 281-282.
- Owen, J. G. 1989. Patterns of herpetofaunal species, richness: relation to temperature, precipitation, and variance in elevation. *Jour. of Biogeography*. 16:141-150.
- Patterson, B. D., P. L. Merserve y B. K. Lang. 1989. Distribution and abundance of small mammals along an elevational transect in temperate rainforest of Chile. *J. Mamm*: 70(1):67-78.
- Patterson, B. D., P. L. Merserve y B. K. Lang. 1990. Quantitative Habitat Associations of Small Mammals along an Elevational Transec in Temperate Rainforest of Chile. *J. Mamm*. 71(4):620-633.
- Patton, J. L. 1986. Patrones de distribución y especiación de fauna de mamíferos de los bosques nublados andinos de Perú. *An. Mus. His. Nat. Valparaíso* 17: 87-94.
- Pearson, O.P. y C.P. Ralph, 1978. The diversity and abundance of vertebrates along an altitudinal gradient in Peru. *Mem. Mus. His. Nat. "Javier Prado"* 18:1-97.
- Pianka, E. R. 1966. Latitudinal Gradients in species diversity: a review of concepts. *Amer. Natur.* 100(910):33-44.
- Pizzimenti, J. J. y R. De Salle. 1981. Factors influencing the distributional abundance of two trophic guilds of Peruvian cricetid rodents. *Biol. J. Linnean Soc.* 15: 339-624.

- Ramammorthy, T. P. y D. H. Lorence, 1987. Generic Endemism in Mexican Flora. (en prep).
- Ramammorthy, T., R. Bye, A. Lot y J. Fa. 1993. Biological Diversity of México: Origin and Distribution. Oxford Univ. Press. N.Y. 812 pp.
- Ramírez-Pulido J., R. López-Wilchis, C. Müdspacher e I. Lira. 1986. Lista bibliográfica reciente de los mamíferos de México. Univ. Autón. Metropolitana, Ed. Contraste, México. 5. XII. 363 páginas.
- Ramírez-Pulido J. y C. Müdspacher. 1987. Estado actual y perspectivas de los mamíferos de México. Ciencia. (38), 49-67.
- Robertson, P. 1975. Reproduction and community structure of rodents over a transect in southern Mexico. Ph D. Thesis., University of Kansas, USA.
- Romo-Vázquez, E. 1993. Distribución Altitudinal de los roedores del noreste del Estado de Querétaro. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. Univ. Nal. Autón. Méx. 60 pp.
- Rzedowski, J. 1994. Vegetación de México. Limusa, México. 432 pp.
- Sánchez-Cordero, V. y R. Valadez. 1989. Hábitat y Distribución del Género *Oryzomys* (Rodentia: Cricetidae). An. Inst. Biól. Univ. Nal. Autón. México, Ser. Zool., 59(1):99-112.
- Sánchez-Cordero, V., M. A. Briones y G. Quintero. 1993. Análisis de la distribución de mamíferos de la Sierra Mazateca, Oaxaca. Assoc. Syst. Collect. Newsletter.

- SAHOP, 1981. Plano de Políticas Ecológicas y Plano de Vegetación y Uso de Suelo. Escala 1:4 millones. 2 cartas. Programa Nacional de Desarrollo Ecológico de los Asentamientos Humanos. México.
- Sánchez, O. y G. López. 1989. A theoretical analysis of some index of similarity as applied to biogeography. *Fol. Entomol. México*. 75:119-145.
- Santillán, S. 1978. Distribución de roedores en la ladera oriental del Popocatepetl. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Univ. Nac. Autón. Méx.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, 438:2-60.
- Simpson, G. G. 1964. Species Density of North American Recent Mammals. *Syst. Zool.* 13:57-73.
- Terborgh, J. 1971. Distribution on enviromental gradients: theory and preliminary interpretation of distributional patterns in the avifauna of the cordillera Vilcabamba. *Ecology*. 52:23-40.
- Terborgh, J. 1977. Bird Species Diversity on an Andean elevational Gradient. *Ecology*. 58:1007-1019.
- Toledo V. M., 1988. La Diversidad Biológica de México. *Ciencia y Desarrollo*, 81:17-30.

Vaughan, T. A. 1988. Mamíferos. Interamericana, México. 587 pp.

Wilson, D. E. y D. M. Reeder (Eds.). 1993. Mammal Species of the World, a taxonomic and geographic reference. 2nd ed. Smithsonian Institution Press. Washington D.C. 1206 pp.