

1997B - 2002A

C. 193104404

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES.**



**PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE LOS MAMÍFEROS
DEL ESTADO DE JALISCO: UN ANALISIS CON BASE EN
REGISTROS DE COLECCIONES ZOOLOGICAS.**

**TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA
P R E S E N T A:**

**ISMAEL RAMOS VIZCAI NO
GUADALAJARA, JAL., Marzo 2004**



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

**C. ISMAEL RAMOS VIZCAÍNO
PRESENTE.**

Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de **TESIS E INFORMES** opción Tesis con el título: **"PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE LOS MAMÍFEROS DEL ESTADO DE JALISCO: UN ANÁLISIS CON BASE EN REGISTROS DE COLECCIONES ZOOLOGICAS"**, para obtener la Licenciatura en Biología.

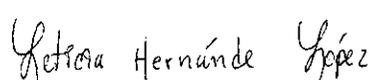
Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado/a como Director de dicho trabajo el/la **M.C. SERGIO GUERRERO VÁZQUEZ** y como asesor/a el/la **M.C. MARTÍN HUERTA MARTÍNEZ** y **M.C. CARLOS FÉLIX BARRERA SÁNCHEZ**.

**ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"**

Las Agujas, Zapopan, Jal., 19 de marzo del 2004


**DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

**COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**


**M.C. LETICIA HERNÁNDEZ LÓPEZ
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

c.c.p. M.C. SERGIO GUERRERO VÁZQUEZ.-Director del Trabajo
c.c.p. M.C. MARTÍN HUERTA MARTÍNEZ.-Asesor del Trabajo
c.c.p. M.C. CARLOS FÉLIX BARRERA SÁNCHEZ.-Asesor del Trabajo
c.c.p. Archivo

MERL/LHL/mam

C. DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN
DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E.

Forma C

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Titulación Tesis que realizó el pasante: Ismael Ramos Vizcaino con código 193104404 con el título: Patrones de distribución de los mamíferos del Estado de Jalisco: un análisis con base en registros de colecciones zoológicas, consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y, en su caso, programación de fecha de examen respectivo.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

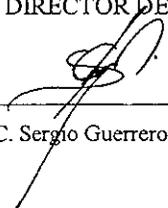
ATENTAMENTE

Las Agujas, Zapopan, Jal., a 18 de marzo, del 200 4



EL DIRECTOR DEL TRABAJO

ASESORES COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
BIOLOGÍA EN BIOLÓGIA


M.C. Sergio Guerrero Vázquez


Dr. F. Martín Huerta Martínez


M.C. Carlos F. Barrera Sánchez

SINODALES

1.- Ing. Héctor Gerardo Frías Ureña

NOMBRE

2.- M.C. Sonia Navarro Pérez

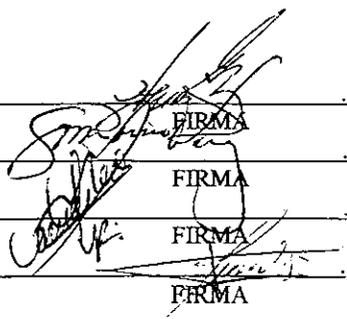
NOMBRE

3.- Biol. Agustín Camacho Rodríguez

NOMBRE

4.- Dr. Francisco Martín Huerta Martínez

NOMBRE


FIRMA
FIRMA
FIRMA
FIRMA

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
ANTECEDENTES.....	5
OBJETIVOS.....	9
ÁREA DE ESTUDIO.....	10
MATERIAL Y MÉTODO.....	14
RESULTADOS.....	19
DISCUSIÓN.....	32
CONCLUSIONES.....	37
BIBLIOGRAFÍA.....	38
ANEXOS.....	44

AGRADECIMIENTOS

A mi **familia** por todo el amor, el apoyo y el tiempo que compartimos, lo cual ha aportado valiosos conocimientos y experiencias a lo largo de mi formación como ser humano perteneciente a una sociedad. En especial a mi madre por su gran inteligencia y su apoyo incondicional y a mi hermana Elba por siempre creer en mí.

A mi director de tesis **Sergio Guerrero** por todo el conocimiento compartido, por su tiempo, sus consejos y observaciones, su paciencia y por todo el apoyo recibido desde que le conocí, por todo ello mi eterno agradecimiento y admiración.

A **Martín Huerta** y **Alejandro Muñoz Urías** por su amistad y todas las atenciones que tuvieron.

A todos **mis maestros**, que gustosos aportaron su conocimiento durante mi estancia en la carrera.

A mis **sinodales**; Ing. Héctor Frias Ureña, M.C. Sonia Navarro Pérez y Agustín Camacho Rodríguez, por sus consejos y aportaciones al presente trabajo. En especial a la Dra. **Mónica Elizabeth Riojas López** por todas las atenciones y observaciones hechas a mi trabajo.

A mi asesor **Carlos Barrera** por su paciencia y su valiosa ayuda.

Un especial agradecimiento a **los curadores de las colecciones** de mamíferos que amablemente facilitaron la información de los ejemplares **depositados** en cada una de sus instituciones.

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación geográfica del Estado de Jalisco en la República Mexicana.</i>	11
<i>Figura 2. Provincias biogeográficas que concurren en Jalisco, según Comisión Nacional para el uso y Conservación de la Biodiversidad (CONABIO).</i>	12
<i>Figura 3. Provincias mastozológicas que concurren en Jalisco, según la Comisión Nacional para el uso y Conservación de la Biodiversidad (CONABIO).</i>	13
<i>Figura 4. Pasos generales de la metodología aplicada en el presente trabajo con base en Murguía y Rojas (2001).</i>	15
<i>Figura 5. División del Estado de Jalisco en 159 unidades de clasificación geográfica (UCG), con una longitud de 15' por 15'. Las UCG se marcaron por medios de filas y columnas.</i>	16
<i>Figura 6. Porcentaje de registros para nueve ordenes de mamíferos en el Estado. El total de registros fue de 12,395 obtenidos de diferentes colecciones zoológicas nacionales y extranjeras.</i>	20
<i>Figura 7. Porcentaje de registros para las familias de mamíferos en el Estado. El total de registros fue de 12,395 obtenidos de diferentes colecciones zoológicas nacionales y extranjeras.</i>	20
<i>Figura 8. Distribución de la riqueza de especies con respecto a las unidades de clasificación geográfica, con base en 12,780 registros del Estado.</i>	21
<i>Figura 9. Distribución de la riqueza de especies de mamíferos por intervalos de elevación (msnm).</i>	22
<i>Figura 10. Distribución de la riqueza de especies por tipo de vegetación con base en la clasificación de Rzedowski (1986). Btc = bosque tropical caducifolio, Bce = bosque de coníferas y encinos, Bts = bosque tropical subcaducifolio, Mx = matorral xerófilo, Bmm = bosque mesófilo de montaña y Be = bosque espinoso.</i>	22
<i>Figura 11. Dendrogramas de Provincias Biogeográficas y Provincias Mastozoológicas derivados del análisis de clasificación, mediante la técnica de UPGMA, con base en el coeficiente de semejanza de Jaccard.</i>	25
<i>Figura 12. Dendrogramas de Climas y Precipitación derivados del análisis de clasificación, mediante la técnica de UPGMA, con base en el coeficiente de semejanza de Jaccard.</i>	26
<i>Figura 13. Dendrogramas de vegetación y de intervalos de altitud derivados del análisis de clasificación, mediante la técnica de UPGMA, con base en el coeficiente de semejanza de Jaccard.</i>	27
<i>Figura 14. Dendrograma y Mapa derivados del análisis de clasificación TWINSpan, con 168 especies de mamíferos en el Estado y 102 UCG. El grupo A (Mamíferos de la Costa y Eje Neovolcánico), el grupo B (Mamíferos del centro 2), grupo C (Mamíferos del centro 1), y el grupo D (Mamíferos de la zona noreste).</i>	28
<i>Figura 15. Representación gráfica del análisis de ordenación Bray-Curtis utilizando el PcOrd, para 111 UCG en el Estado: a) se muestra el tercero con el segundo eje, b) se muestra el primer eje con el segundo y en c) se muestra el primero con el tercero, con los grupos formados. Los vectores representan variables del medio y tienen una correlación mayor a 0.35.</i>	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Número de registro (NR) y porcentaje, para 9 ordenes, 22 familias y algunas especies. El total de registros fue de 12,395 obtenidos de diferentes colecciones zoológicas nacionales y extranjeras. _____ 19

Cuadro 2. Valores de correlación de las variables con el primer (1), segundo (2) y tercer (3) ejes, obtenidos a partir del análisis de ordenación Bray-Curtis ($p < 0.05$ y 29 g. l.). __ 31

ANEXOS

Anexo 1. Lista de presencia-ausencia de la especies consideradas en el presente estudio con base en Guerrero y Cervantes (2003). Las especies están ordenadas alfabéticamente, donde las provincias mastozológicas son: MB= del Balsas, MN= Nayarit, MSM= Sierra Madre Occidental, MVT= Volcánica Transversa y MZ= Zacatecana. Las provincias Biogeográficas son: BA= Altiplano, BCP= Costa Pacífica, BB= Depresión del Balsas, BEN= Eje Neovolcánico y BSM= Sierra Madre Occidental. Por tipo de vegetación Bcc= Bosque de coníferas y encinos, Be= Bosque espinoso, Bmm= Bosque mesófilo de montaña, Btc= Bosque tropical caducifolio, Bts= Bosque tropical subcaducifolio y Ms= Matorral xerófilo. _____ 44

Anexo 2. Características generales de las unidades temáticas (Mapas) utilizadas en el trabajo. Todas fueron obtenidas de la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, CONABIO. _____ 47

Anexo 3. Unidades temáticas (mapas) y las variables que se extrajeron de las mismas, para el análisis de ordenación. _____ 49

RESUMEN

En el presente estudio se analizan los patrones de distribución de la riqueza de los mamíferos en el Estado de Jalisco y su relación con algunos de los factores del medio. Para ello, se obtuvo información de registros de mamíferos en el Estado a partir de diferentes colecciones biológicas nacionales y extranjeras. A los registros obtenidos se les asignó una coordenada geográfica a partir de la localidad de colecta. El estado se dividió en 159 unidades de clasificación geográfica (UCG) de 15 minutos por 15 minutos para obtener cuadros con igual superficie. Por medio del programa de cómputo ARCInfo, se hizo una cobertura de puntos de los registros, la cual con el programa ARCView se sobrepuso con las UCG y algunas unidades temáticas de CONABIO para formar una matriz de presencia-ausencia. Se analizó la distribución de la riqueza de especies por tipo de vegetación y por intervalos de altitud. Se hizo un análisis de clasificación por tipo de vegetación, intervalos de altitud, intervalos de precipitación, clima, UCG y provincias mastozoológicas y biogeográficas, con la técnica de UPGMA, con el coeficiente de semejanza de Jaccard. Se aplicó un análisis TWINSpan a las UCG y un análisis de ordenación mediante la técnica de Bray-Curtis varianza-regresión, con el coeficiente de semejanza de Sorensen. Se obtuvieron un total de 12,780 registros de mamíferos para el Estado, de los cuales se georreferenciaron 12,395. Los órdenes con mayor número de registros fueron Rodentia y Chiroptera con un 94.6%. El 69.8% de las UCG, presentaron al menos 1 registro. En el Estado se observó un gradiente de riqueza de mamíferos que va desde las zonas tropicales hasta las semiáridas. Por intervalos de altitud, se encontró una mayor riqueza de mamíferos entre los 1500 y 2000 msnm, y una menor riqueza en el rango de 4000 a 4500. Por tipo de vegetación, se encontró una mayor riqueza de mamíferos en el bosque tropical caducifolio y la menor riqueza en el bosque espinoso. Con el análisis de clasificación TWINSpan y el análisis de ordenación se formaron dos grupos de mamíferos en el Estado claramente diferenciados, uno en la zona costera y el otro en la zona noreste del Estado. Con base en el análisis de ordenación, en el Estado se observa un gradiente climático, en donde las variables que mejor explican el patrón de distribución de los mamíferos fueron: precipitación, temperatura, evaporación y altitud, en donde el valor acumulado de los tres ejes nos explica un 74.43% de la variación observada.

INTRODUCCIÓN

Debido a la variación en la riqueza de especies entre las diferentes regiones del mundo, se han propuesto varias hipótesis que tratan de explicar los patrones de distribución de dicha riqueza. Algunos de los mejores ejemplos de gradientes de riqueza de especies son el latitudinal, el altitudinal, la aridez y la profundidad. Esta variación de la riqueza generalmente se relaciona con un gradiente similar de productividad, estacionalidad, estabilidad climática, heterogeneidad espacial, tiempo evolutivo y ecológico, entre otros (Pianka, 1978; Brown, 1988; Brown y Lomolino, 1998).

En los mamíferos a nivel mundial se observa un claro gradiente latitudinal de la riqueza de especies (Kaufman, 1995), el cual es explicado por variables ambientales (Currie, 1991; Badgley y Fox, 2000). Algunas de estas, tales como la aridez (Fa y Morales, 1993), el clima (Porter *et al.*, 2000), barreras geográficas, la latitud (Fa y Morales, 1993; Jñiguez y Santana, 1993; Kaufman, 1995; Badgley y Fox, 2000) y la altitud (Fa y Morales, 1993; Badgley y Fox, 2000; Lomolino, 2001) influyen en la distribución de los mamíferos.

A nivel local, en gran medida el efecto de factores como competencia, depredación y mutualismo, disponibilidad de alimento (Rose y Polis, 1998), temperatura (Galván-Campos, 1992; Virgós *et al.*, 2001), heterogeneidad del hábitat (Williams *et al.*, 2002), la cobertura, densidad y estructura (complejidad y heterogeneidad) de la vegetación influyen en la distribución de los mamíferos (Ceballos y Miranda, 1986; Arita, 1993; Williams *et al.*, 2002).

La riqueza específica de mamíferos que se distribuye en México, lo coloca como el segundo lugar a nivel mundial solo después de Indonesia y como primero en América (Ceballos y Brown, 1995). En el país, los mamíferos constituyen el 13.3% de las especies de vertebrados terrestres (Flores y Gerez, 1994). De acuerdo con Ramírez-Pulido *et al.* (1996), existen aproximadamente 450 especies de mamíferos terrestres mexicanos y más de 1,000 taxones infraespecíficos, en donde dicha diversidad está compuesta principalmente

por roedores y murciélagos, aunque en el país están representados un número considerable de órdenes (Fa y Morales, 1993). La distribución de los mamíferos de México, excluyendo a las especies marinas, muestra un patrón latitudinal, en donde las mayores concentraciones de especies por unidad de área se localizan en las latitudes más ecuatoriales (Ceballos *et al.*, 1998; Ceballos *et al.*, 2002a)

El Estado de Jalisco es parte de una zona de transición biológica entre la región Neártica y la Neotropical, dado que se ubica en la confluencia de ambas regiones (Iñiguez y Santana, 1993; Palomera-García *et al.*, 1994; Ortega y Arita, 1998). Por lo cual, es considerado como un ecotono faunístico (Guerrero *et al.*, 1995; Guerrero y Cervantes, 2003). Además, el Estado presenta una topografía accidentada dada la confluencia de la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico, lo que permite una gran heterogeneidad ambiental. Así, la heterogeneidad de hábitats que produce el relieve y la presencia de especies de origen neártico y neotropical, da como resultado que el Estado cuente con una alta riqueza biológica y particularmente de mamíferos (Guerrero *et al.*, 1995; Guerrero y Cervantes, 2003). Por otro lado, Jalisco es uno de los estados con más registros de mamíferos en las colecciones zoológicas, dado que es el segundo Estado con mayor número de registros en el país solo después de Chihuahua (Escalante *et al.*, 2002).

Un primer paso para la identificación de patrones de distribución geográfica de los taxones es evaluar la cantidad de datos con los que se cuenta, ya que se ha reportado que el esfuerzo de muestreo, incluso cuando no es equitativo en todas las áreas, no oscurece completamente los patrones geográficos (Lobo *et al.*, 2001). Dicho patrón nos permitiría identificar áreas de alta riqueza específica, así como también áreas que aún no se han trabajado o que los trabajos que se han hecho sean escasos, para tomarlas como áreas prioritarias para la investigación. Además un patrón puede emplearse como un criterio en la conservación de áreas naturales, ya que si, asumimos que la distribución de un organismo no obedece al azar sino a la conjunción de factores ambientales, ecológicos e históricos, muchos de los procesos que han operado y operan actualmente, no solo afectan a un grupo, sino que probablemente afecten a muchos otros grupos de organismos, los cuales también puede exhibir patrones semejantes (Escalante *et al.*, 2002).

A pesar de que los mamíferos es un grupo ampliamente estudiado, son pocos los trabajos que se han realizado sobre su distribución. Con excepción de los trabajos realizados por Badgley y Fox (2000) para los mamíferos de Norteamérica, Baker (1956) para mamíferos de Coahuila, Escalante *et al.* (2002) para los mamíferos de México, Maraña-Peña (1999) para los carnívoros y López (2001) con muridos del Estado de Jalisco, no existen trabajos similares al presente estudio.

Dada la importancia biológica de los mamíferos, el peligro de desaparición y su potencial de aprovechamiento, es necesario profundizar en su estudio, lo que permitiría su adecuada conservación y manejo en el Estado. En el presente trabajo se proporciona información acerca del patrón general de distribución de la riqueza de la clase Mammalia en el Estado de Jalisco, además de la relación de dichos patrones de distribución con algunos factores, tales como temperatura, precipitación, elevación y clima, para que a partir de dicha información, se puedan generar propuestas de conservación y manejo.

ANTECEDENTES

Hay varios trabajos que han hecho aportaciones al conocimiento general de los mamíferos de México. Tal es el caso del estudio de Hall (1981), el más completo en cuanto a la distribución de mamíferos en Norteamérica. Ramírez-Pulido *et al.* (1982, 1983, 1986, 1996 y 2000), Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990, 1994), realizaron trabajos taxonómicos y recopilaciones bibliográficas de los mamíferos de México, en los cuales se presenta una lista de especies por Estados de México y las publicaciones recientes sobre las especies consideradas. Cervantes *et al.* (1994), presentan una lista de especies de mamíferos terrestres nativos de México citando 450 en 157 géneros. Por su parte Arita y Ceballos (1997), registran 504 especies de mamíferos para México, incluyen a los mamíferos marinos e introducidos. Ceballos *et al.* (2002b), hacen una lista actualizada de todas las especies de mamíferos de México obteniendo 525. López-Wilchis *et al.* (1998), realizan un estudio de los mamíferos de México depositados en las colecciones zoológicas de Estados Unidos y Canadá, en el cual reportan la cantidad de registros de mamíferos por colección zoológica y realizan una comparación con las colecciones nacionales más importantes. Además reportan los registros de mamíferos por estados del país, en donde a Jalisco le atribuyen 13,290 registros. También mencionan que los ordenes mejor representados son Rodentia y Chiroptera mientras que los menos representados son Perissodactyla y Sirenia.

Hay otros trabajos que abordan de manera específica la distribución de los mamíferos. Entre ellos, Badgley y Fox (2000) hicieron un estudio de la distribución de la riqueza y la estructura ecológica para los mamíferos de Norteamérica, donde incluyen a México y a Centroamérica, en él señalan la presencia de un gradiente latitudinal, pero la mayor parte de la variación observada se explica con variables ambientales. Además, encuentran que en diferentes regiones del continente, las variables ambientales que permiten explicar dichos gradientes cambian, así como la importancia de estas. Escalante *et al.* (2002) realizan un estudio de patrones de distribución de la riqueza de mamíferos en los 32 estados del país, en gradículas de $\frac{1}{2}^\circ$ y 1° , y en un sistema de 47 ecorregiones, utilizando

información de colecciones zoológicas y de fuentes bibliográficas. Obtiene un total de 424 especies de mamíferos terrestres y puntualiza que las zonas más ricas en mamíferos se localizan en el centro del país, Chiapas y en dos franjas a lo largo de la costa oriental y occidental. Por su parte Sánchez (1993) encuentra que la mayor riqueza del género *Reithrodontomys* se distribuye en las zonas montañosas y en los bosques de pino y encino, mientras que la menor en las regiones xéricas, en las selvas caducifolias del Pacífico y en regiones con un régimen climático marcadamente estacional. Fa y Morales (1993), encuentran una mayor riqueza de especies en áreas tropicales, lo cual está altamente correlacionado con la latitud, elevación y aridez, pero a pesar de este patrón de riqueza hay una mayor concentración de especies endémicas en el Eje Neovolcánico y en la Sierra Madre del Sur. Ceballos y Rodríguez (1993) determinan patrones de distribución y áreas de alto endemismo de los mamíferos de México, encontrando una alta endemidad específica y menor a nivel genérico concentrada en la región occidental del país. Arita (1993) compara la riqueza mastofaunística de México con otros países de América, concluyendo que la mezcla de los elementos neárticos y neotropicales produce la riqueza específica del país.

Para la región del Golfo de California, Iloldi *et al.* (2002) analizaron la distribución de los mamíferos con base en la topografía, precipitación y vegetación, observando que las variables por sí solas no explican más del 50% la presencia de especies, mientras que el modelo lineal generalizado que anidó a la topografía, precipitación y la vegetación es el que mejor explica la distribución de los mamíferos terrestres en la región.

En algunos estados del país se han hecho estudios tales como el de Baker (1956) quien realizó un trabajo con los mamíferos del Estado de Coahuila en el que reporta 120 especies de mamíferos en 72 géneros. Matson (1982) utilizó componentes principales en un estudio sobre los roedores del Estado de Zacatecas, en el cual encuentra cinco áreas diferentes de fauna definidas a partir de la fauna presente y variables ambientales como precipitación, temperatura y altitud. Iñiguez y Santana (1993) realizaron un estudio sobre distribución en el occidente de México, en los estados de Sonora, Jalisco y Chiapas. Este trabajo concluye, que Jalisco tiene un mayor número de especies que alcanzan su límite de su distribución en el continente, pudiendo ser considerada ésta, como una zona de transición biogeográfica entre la Neártica y la Neotropical.

En el Estado de Jalisco existen algunos trabajos que contribuyen al conocimiento general de la fauna mastozoológica. Tal es el caso del estudio de Ceballos y Miranda (1986) quienes hacen un inventario de los mamíferos de la Estación Biológica de Chamela, en el cual muestran algunos aspectos de su biología, descripción y distribución de cada especie. Iñiguez (1987), hace un inventario de los murciélagos de la Sierra de Manantlán, establece patrones altitudinales y muestra una idea general de los cambios estacionales en la abundancia. Ordorica (1996), estima la densidad relativa de los carnívoros en la región de Tenacatita, encontrando 7 especies, mientras que Juárez (1995) encontró 11 especies de carnívoros en el Bosque de la Primavera. Con base en el número de especies en peligro de extinción, especies endémicas y a la riqueza específica, Ceballos *et al.* (1998) reconoce en el Estado tres zonas prioritarias para la conservación. La primera con categoría media para la parte central y noreste, la segunda con la más alta categoría para la zona del Nevado de Colima y el Sureste, y por último una categoría intermedia entre las dos primeras que corresponde a la Costa Norte y la Sierra Madre Occidental. En el trabajo de Flores y Gerez (1994) se integra la información de la riqueza biológica para cada estado del país, obteniendo un panorama general acerca de la riqueza, distribución y estado de conservación de vertebrados. Guerrero *et al.* (1995) realizaron un análisis zoogeográfico de los mamíferos de Jalisco, en donde reporta un total de 172 especies. Hacen especial énfasis en el número de especies endémicas en la Sierra Madre del Sur, con respecto de otras provincias fisiográficas. Guerrero y Cervantes (2003) presentan una lista de las especies de mamíferos terrestres registradas para el Estado, basada en diversas colecciones zoológicas, donde encuentran un total de 168 especies, 89 géneros, 22 familias y 8 órdenes; del total de especies registradas, señalan que 40 son endémicas para México y 4 exclusivas para el Estado, además encontraron 21 especies con algún tipo de estatus de conservación dentro de la Norma Ecológica Mexicana.

Maraña-Peña (1999), hace un estudio de patrones de distribución para carnívoros de Jalisco, en el cual señala que la mayor riqueza coincide con áreas que tienen alguna categoría de protección, mientras que López (2001) lo hace para la familia Muridae (Rodentia). López (2001) encuentra una mayor riqueza en el Eje Neovolcánico, con respecto a las demás zonas, y resalta específicamente la región del Nevado de Colima,

como una zona prioritaria para la conservación por su riqueza de registros de especies. Si bien es cierto que en el Estado ya se hicieron los dos trabajos que describen el patrón de distribución de la riqueza de móridos y carnívoros, aún no se ha trabajado con toda la clase. Se analiza a toda la clase porque Kaufman (1995) y Ortega y Arita (1998), encuentran que la distribución de los murciélagos tiene una gran influencia sobre el patrón general de distribución latitudinal, pero no son los únicos responsables del mismo, por lo que es mejor utilizar a toda la clase en la descripción de patrones de distribución geográfica.

OBJETIVOS

1. Determinar los patrones de distribución de la riqueza de especies de mamíferos en el Estado de Jalisco.
2. Conocer la relación entre los patrones de distribución y algunos factores del medio.

ÁREA DE ESTUDIO

El Estado de Jalisco se encuentra entre los paralelos 18°15'05" y 20°51'49" norte y los meridianos 101°28'15" y 105°43'18" oeste, en el occidente de la República Mexicana. Tiene una superficie de 80,137 Km², que representa el 4% de la superficie del país (Figura 1). Limita con los estados de Zacatecas, Aguascalientes, Durango, Nayarit, San Luis Potosí, Guanajuato, Michoacán y Colima (INEGI, 1981).

En el Estado se pueden distinguir cuatro provincias fisiográficas: Sierra Madre Occidental (SMO); con una altura media de 2250 msnm y una anchura de 150 Km; El Eje Neovolcánico (EN) con una anchura promedio de 130 Km, y con diferentes niveles altitudinales, como en el Nevado de Colima que tiene 4,260 msnm; Sierra Madre del Sur (SMS) que se distribuye a lo largo de la costa pacífica desde el EN, con una anchura promedio de 100 Km, y una altura promedio de 2000 msnm; y por último la Meseta Central (MC) con una altura promedio de 2000 msnm limitada por la SMO, el EN y la Sierra Madre Oriental. También se pueden distinguir cinco provincias biogeográficas: Depresión del Balsas, Altiplano Zacatecano, Sierra Madre Occidental, Costa Pacífica y Eje Neovolcánico (Figura 2). Las provincias mastozoológicas son: la Zacatecana, Volcánica Transversa, Nayarita, Sierra Madre Occidental y del Balsas (Figura 3).

Jalisco presenta tres sistemas principales de drenaje. Uno de ellos es el río Lerma-Santiago, que drena la parte del centro, norte y oriente del Estado. En la región montañosa y en los declives del Pacífico se encuentra drenada por un conjunto de ríos de cauce paralelo que desembocan más directamente en el mar, entre los que están el río Chacala, Purificación, San Nicolás, Tomatlán, Tecuán, Cuale y Ameca, entre otros. Una pequeña parte del sur de Jalisco en los municipios de Jilotlán de Dolores y Manuel M. Diéguez forma parte del sistema del Balsas (INEGI, 1981).

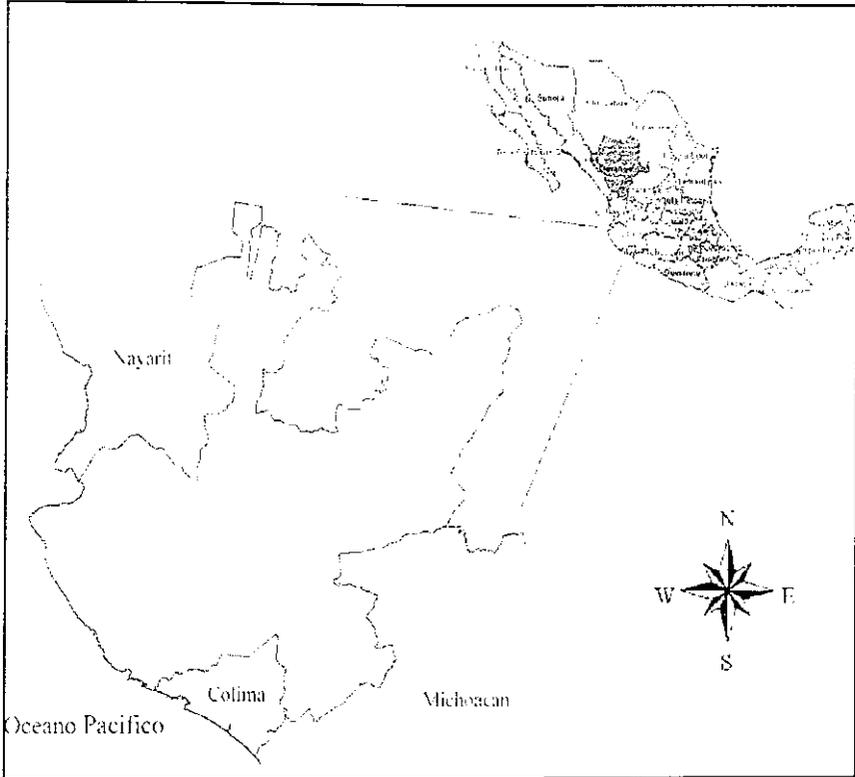


Figura 1. Ubicación geográfica del Estado de Jalisco en la República Mexicana.

El Estado presenta una gran variación climática, derivada del relieve y de la influencia de aguas marítimas y lacustres. En general se encuentran climas calidos a lo largo de la franja costera; con una temperatura media anual de 26.6° C, semicálidos en la zona del centro: con una temperatura media anual de 21° C, climas templados en las partes altas de las sierras; con una temperatura media anual de 16.3° C, climas semisecos en la parte norte y noroeste: con una temperatura media anual de 24° C, y los climas semifríos que se presentan en las altas montañas principalmente en el área del Nevado de Colima (INEGI, 1981). Por ello, en Jalisco se presenta un gradiente térmico que disminuye de sur a norte y siempre con relación a la altitud (Zamudio *et al.*, 1987)

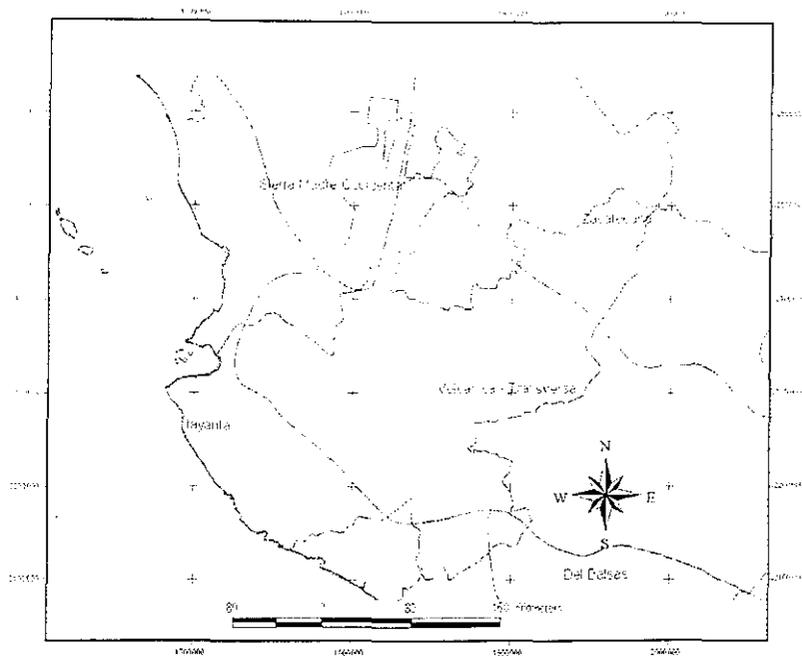


Figura 3. Provincias mastozoológicas que concurren en Jalisco, según la Comisión Nacional para el uso y Conservación de la Biodiversidad (CONABIO).

MATERIAL Y MÉTODO

El presente trabajo se basa en la metodología presentada por Murguía y Rojas (2001). A manera general, como primer paso se obtuvieron datos sobre la distribución de los mamíferos en el Estado de Jalisco y se georeferenciaron, después se dividió el Estado en unidades de clasificación geográfica (UCG) con igual superficie. En las UCG y en algunas unidades temáticas se sobrepusieron los datos de distribución de especies de mamíferos para formar una matriz de presencia-ausencia. Con la matriz de presencia-ausencia se hicieron los siguientes análisis: a) distribución de la riqueza de especies de mamíferos por UCG o cuadro, por tipo de vegetación y por intervalos de altitud, b) clasificación, y c) ordenación (Figura. 2). Si bien, no es ideal utilizar límites políticos para análisis ecológicos y biogeográficos, se decidió utilizar al Estado, dado que se desconoce el patrón de distribución de los mamíferos en Jalisco, con el cual se proporcionen elementos de apoyo en la formación de áreas de protección silvestres en el Estado (Iñiguez y Santana, 1993; Palomera *et al.*, 1994).

Se obtuvieron datos de registros de mamíferos depositados en diferentes colecciones zoológicas, tanto nacionales como extranjeras, que tuvieran como referencia en la localidad de colecta el Estado de Jalisco (Figura 4). Con dicha información se integró una base de datos que contenía el nombre de la especie, su localidad y un código para su identificación. Dentro de las colecciones nacionales se encuentran: La Colección de Vertebrados del Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara (CZUG); Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (CNMA); Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León (UANL); Departamento de Manantlán (IMECBIO); y la Colección de la Universidad Autónoma de Guadalajara. Entre las extranjeras se encuentran: The Natural History Museum, University of Kansas (KU); Museum of Vertebrate Zoology, University of California (MVZ); The Museum, Texas Tech University (TTU); Texas Cooperative Wildlife Collection, Texas A & M University (TCWC); American Museum of Natural History, New York (AMNH); California Academy of Sciences, Los Angeles (CAS); Mammal Collections, The Museum, East Lansing, Michigan State University (MSU); Field Museum of Natural History,

Chicago (FMNH); Natural History Museum of the Smithsonian Institution (USNM), y The Natural History Museum of Los Angeles Country (LACM).

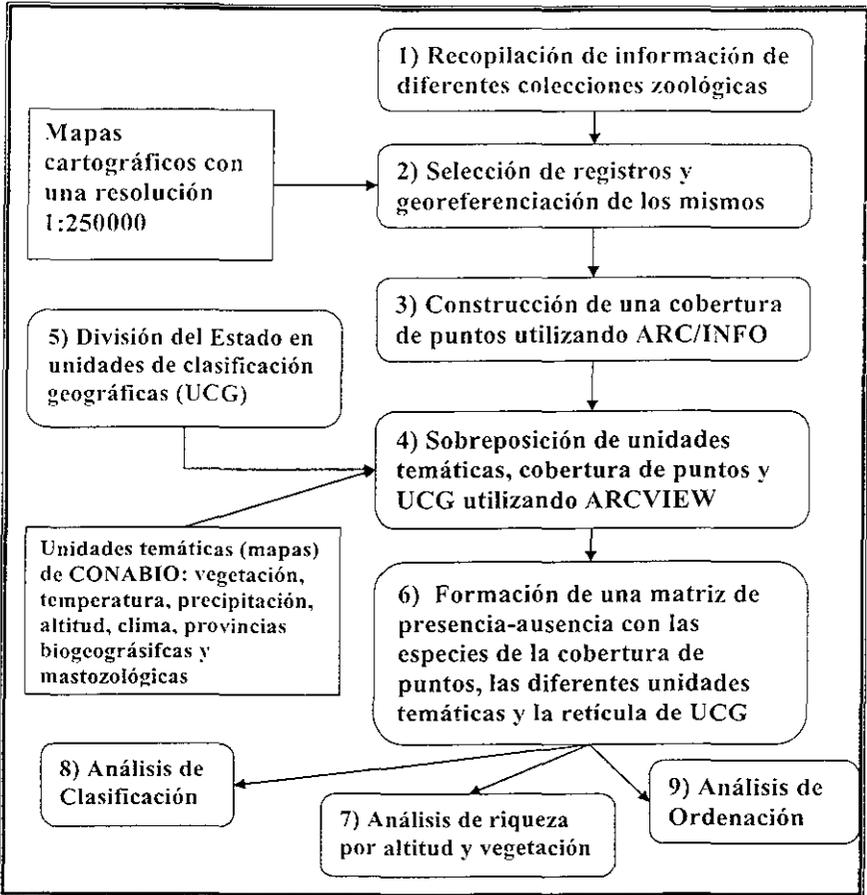


Figura 4. Pasos generales de la metodología aplicada en el presente estudio con base en Murguía y Rojas (2001).

Con base en la localidad de colecta cada registro, se georeferenció en mapas de Jalisco escala 1:250.000. Se hizo una selección de los registros, que consideró los siguientes criterios: a) que presentaran localidad de colecta completa, b) nombre científico, y c) los registros de una misma especie con diferente localidad de colecta (Figura 4)

(Colman y Sánchez-Colón, 1984; Prieto y Sánchez-Cordero, 1993; Sánchez, 1993; Murguía y Rojas, 2001; Hloldi *et al.*, 2002). No se consideraron las especies introducidas e insulares y el arreglo taxonómico se basó en el trabajo de Guerrero y Cervantes (2003). En el Anexo I se listan las especies consideradas en el análisis. Cabe aclarar que la fecha de colecta no se tomó como un criterio de discriminación, dado que consideramos que el tamaño de la UCG nos permite asumir que el cambio en la vegetación no ha sido tan drástico como para que la especie no este presente en alguna parte de la UCG.

El Estado se dividió en 159 cuadros o unidades de clasificación geográficas (UCG) de 15 minutos por 15 minutos aproximadamente 735.375 Km² cada una, con el propósito de lograr una representación en unidades muestrales de la misma superficie (Figura 4 y 5) (Murguía y Rojas, 2001; Sánchez, 1993).

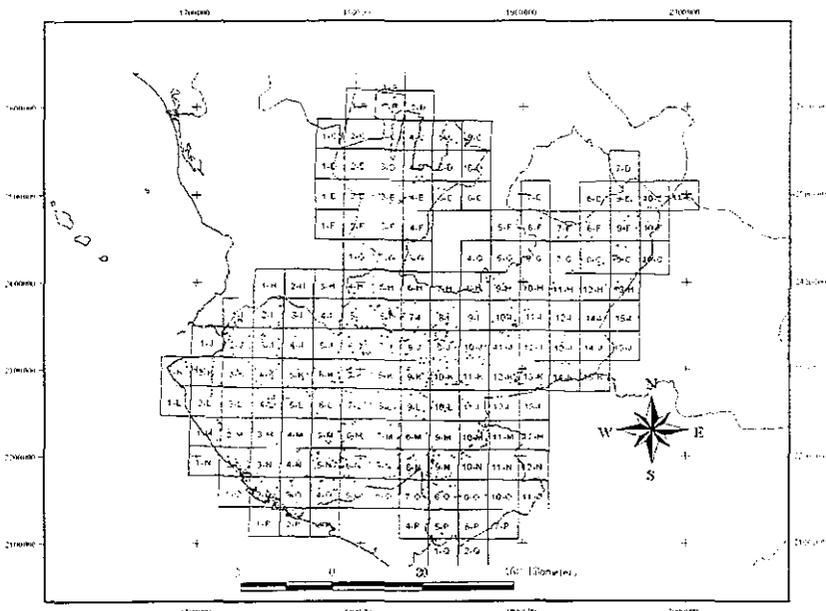


Figura 5. División del Estado de Jalisco en 159 unidades de clasificación geográfica (UCG), con una longitud de 15' por 15'. Las UCG se marcaron por medios de filas y columnas.

Se utilizó el paquete de cómputo ARC/INFO para generar una cobertura con la ubicación geográfica de los registros de mamíferos y para cambiar la proyección UTM a Lambert (Figura 4) (Scott *et al.*, 1993; Stow, 1993).

Con el programa de cómputo ARCVIEW 3.2, la cobertura de puntos formada con los registros de mamíferos se sobrepuso con las UCG, permitiendo conocer la presencia de especies en las UCG (Figura 5). De igual manera, la cobertura de puntos se sobrepuso con las siguientes unidades temáticas: vegetación, suelo, evaporación, altitud, clima, precipitación, temperatura, provincias biogeográficas, provincias florísticas, provincias mastozoológicas, áreas protegidas y geología (Figura 4; Anexo 2), para formar una matriz de presencia-ausencia de especies de mamíferos y las unidades temáticas. Dichas unidades temáticas (mapas) se obtuvieron de la página de la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). La unidad temática vegetación presenta la clasificación de Rzedowski (1986) y la unidad temática clima utiliza el sistema de Köppen modificado por García (1964).

Se analizó la distribución de la riqueza de especies de mamíferos por altitud y por tipo de vegetación. Para la altitud se establecieron intervalos de 500 metros, desde cero msnm hasta los 4500 msnm (Figura 4).

Para visualizar de manera global las relaciones entre las especies de mamíferos y la vegetación, los intervalos de precipitación, las provincias mastozoológicas, las provincias biogeográficas, las UCG, el clima, y la altitud se les aplicó un análisis de clasificación (Figura 4) (Ludwig y Reynolds, 1988; Manly, 1991). Se utilizó el modelo de semejanza de Jaccard (Sánchez y López, 1988) con la técnica UPGMA (unweighted pair-group method using arithmetic average) (Gauch, 1981), para lo cual se utilizó el programa Multivariate Statistical Package (MVSP 3.1). Se utilizó esta técnica por que es una de las que presenta menor distorsión en el espacio (Ludwig y Reynolds, 1988).

Se hizo un análisis de ordenación Bray-Curtis mediante varianza-regresión (Kesell y Wittaker, 1976, ter Braak y Prentice, 1988) con el coeficiente de semejanza de Sorensen usado como medida de distancia, por medio del programa PC-ORD 4.10 (Figura 4). Este

método es ampliamente aceptado por la inclusión de diversas modificaciones, que lo han convertido en un método valioso en la ordenación de datos ecológicos (Beals, 1984), por lo que se le considera una de las técnicas efectivas para representar gradientes ecológicos complejos (Dale, 1975; Gauch y Scruggs, 1979; Beals, 1984; Fait *et al.*, 1987; Ludwig y Reynolds, 1988; McCune y Beals, 1993; McCune y Grace, 2002). Las variables utilizadas en el análisis de ordenación se obtuvieron a partir de unidades temáticas de CONABIO (Anexo 3).

Previo al análisis de clasificación y ordenación se hizo un análisis preliminar de los datos, detectándose 8 sitios discordantes a un nivel de corte de 2 unidades de desviación estandar, los cuales se eliminaron.

RESULTADOS

Se obtuvieron 12,780 registros de mamíferos para el Estado a partir de las diferentes colecciones zoológicas, de los cuales se georeferenciaron 12,395, excluyéndose 384 registros por no cumplir con los requisitos establecidos. Los órdenes con mayor número de registros fueron Rodentia (54.2%) y Chiroptera (40.2 %), mientras que el de menos registros fue Artiodactyla (0.25%) (Figura 6). La familia con la mayor cantidad de registros fue Muridae (33.7%) seguida de Phyllostomyidae (26%) y Heteromyidae (14%), para las restantes se registró valores menores a 4% cada una (Figura 7). La especie con mayor número de registros fue *Liomys pictus* (Thomas, 1893), en tanto que *Eptesicus andinus* (Allen, 1914), *Reithrodontomys zacatecae* (Merriam, 1901), *Nyctinomops microtis* (Gray, 1839) y *Notiosorex crawfordi* (Coues, 1877) tuvieron un registro (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de registro (NR) y porcentaje, para 9 órdenes, 22 familias y algunas especies. El total de registros fue de 12,395 obtenidos de diferentes colecciones zoológicas nacionales y extranjeras.

Especie		NR	%	Orden	NR	%
<i>Eptesicus</i>	<i>andinus</i>	1	0.008	Artiodactyla	31	0.250
<i>Notiosorex</i>	<i>crawfordi</i>	1	0.008	Cingulata	32	0.258
<i>Nyctinomops</i>	<i>macrotis</i>	1	0.008	Didelphimorphia	77	0.621
<i>Reithrodontomys</i>	<i>zacatecae</i>	1	0.008	Soricomorpha	111	0.896
<i>Choeroniscus</i>	<i>godmani</i>	2	0.016	Lagomorpha	182	1.468
<i>Glyphonycteris</i>	<i>sylvestris</i>	2	0.016	Carnivora	258	2.081
<i>Reithrodontomys</i>	<i>megalotis</i>	124	1.000	Chiroptera	4984	40.210
<i>Peromyscus</i>	<i>perfulvus</i>	143	1.154	Rodentia	6720	54.215
<i>Artibeus</i>	<i>phaeolis</i>	146	1.178			
<i>Osgoodomys</i>	<i>banderanus</i>	155	1.251	Familia		
<i>Pteronotus</i>	<i>parnellii</i>	157	1.267	Antrozoidae	101	0.081
<i>Oryzomys</i>	<i>melanotis</i>	158	1.275	Cervidae	13	0.105
<i>Reithrodontomys</i>	<i>fufvesens</i>	202	1.630	Noctilionidae	14	0.113
<i>Artibeus</i>	<i>intermedius</i>	208	1.678	Tayassuidae	18	0.145
<i>Pappogeomys</i>	<i>bulleri</i>	214	1.727	Dasypodidae	32	0.258
<i>Balantiopteryx</i>	<i>plicata</i>	219	1.767	Felidae	33	0.266
<i>Peromyscus</i>	<i>tevipus</i>	220	1.775	Canidae	42	0.339
<i>Sturnira</i>	<i>ludovici</i>	221	1.783	Procyonidae	74	0.597
<i>Artibeus</i>	<i>toltecus</i>	232	1.872	Didelphidae	77	0.621
<i>Macrotis</i>	<i>waltherhousii</i>	250	2.017	Natalidae	106	0.855
<i>Tadarida</i>	<i>brasiliensis</i>	257	2.073	Mustelidae	109	0.879
<i>Glossophaga</i>	<i>soricina</i>	311	2.509	Soricidae	111	0.896
<i>Desmodus</i>	<i>rotundus</i>	314	2.533	Leporidae	182	1.468
<i>Leptonycteris</i>	<i>curasoae</i>	325	2.622	Emballonuridae	253	2.041
<i>Peromyscus</i>	<i>spicilegus</i>	336	2.711	Sciuridae	335	2.703
<i>Artibeus</i>	<i>jamaicensis</i>	364	2.937	Vespertilionidae	389	3.138
<i>Sturnira</i>	<i>litium</i>	396	3.195	Mormoopidae	455	3.671
<i>Oryzomys</i>	<i>coatesi</i>	400	3.227	Geomysidae	464	3.743
<i>Peromyscus</i>	<i>maniculatus</i>	463	3.735	Molossidae	479	3.864
<i>Liomys</i>	<i>irritatus</i>	483	3.897	Heteromyidae	1744	14.070
<i>Baiomys</i>	<i>taylori</i>	624	5.034	Phyllostomidae	3278	26.446
<i>Liomys</i>	<i>pictus</i>	1001	8.076	Muridae	4177	33.699

Porcentaje de registros por Orden

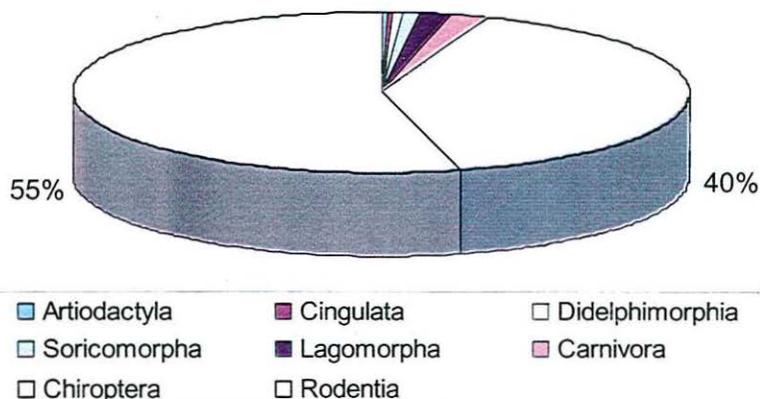


Figura 6. Porcentaje de registros para nueve ordenes de mamiferos en el Estado. El total de registros fue de 12,395 obtenidos de diferentes colecciones zoológicas nacionales y extranjeras.

Porcentaje de registros por familias

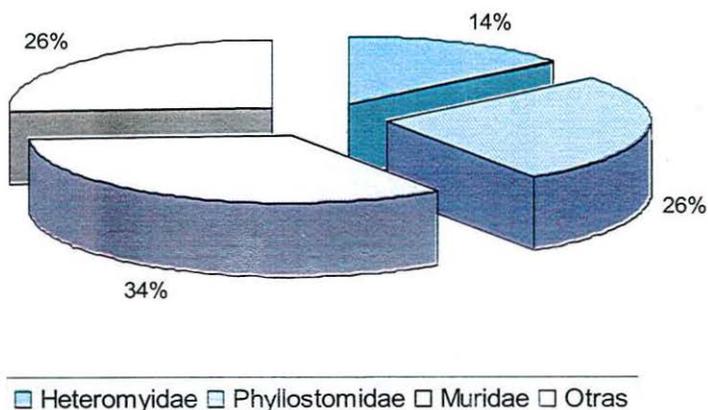


Figura 7. Porcentaje de registros para las familias de mamiferos en el Estado. El total de registros fue de 12,395 obtenidos de diferentes colecciones zoológicas nacionales y extranjeras

De las 159 UCG, 48 no tuvieron registros (30.2%) y 111 tuvieron al menos uno, lo que representa un 69.8 %. El 44.1% de las UCG que si presentaron registros tienen de 1 a 10 especies; el 3.5% de las UCG tienen más de 40 especies diferentes. De estas últimas, las UCG con mayor número de especies (más de 52) fueron la Estación Científica de Las Joyas (5-N), la Estación de Biología de Chamela (2-N) y el Nevado de Colima (8-N) (Figura 8). La moda fue de 16 y el promedio de especies por UCG fue de 16 ± 12.75 .

En el análisis de riqueza por intervalos de altitud se observó que el valor más alto se encontró entre los 1500 y 2000 msnm, con un 77.3% de especies (130), seguida del intervalo 1000 a 1500 msnm, con un 72.6% especies (122) y por último de los 2000 a 2500 msnm, con un 66% de especies (111), con una tendencia a disminuir hacia las partes de mayor y menor altitud, siendo más marcado ese cambio hacia las partes altas (Figura 9).

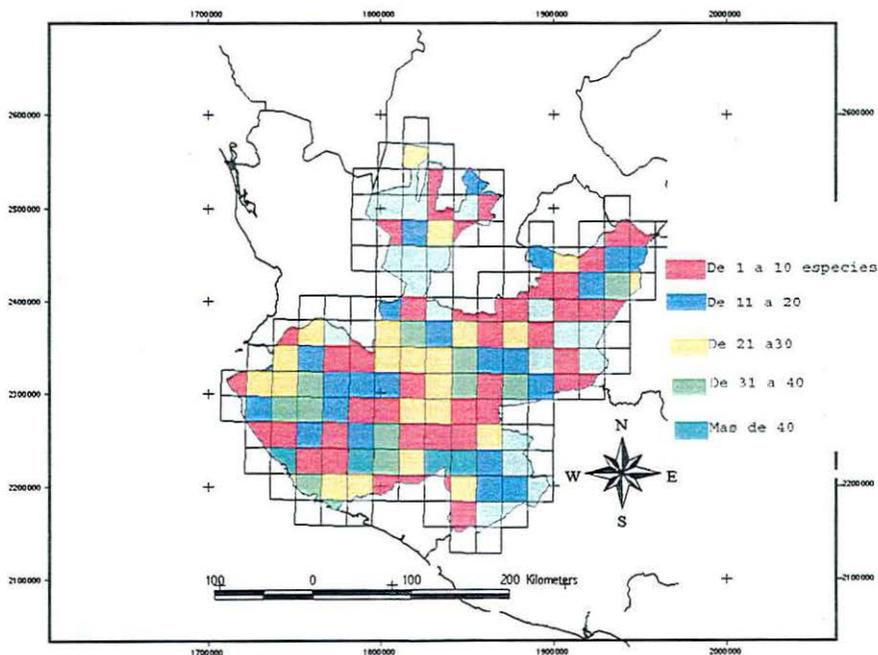


Figura 8. Distribución de la riqueza de especies con respecto a las unidades de clasificación geográfica, con base en 12,780 registros del Estado.

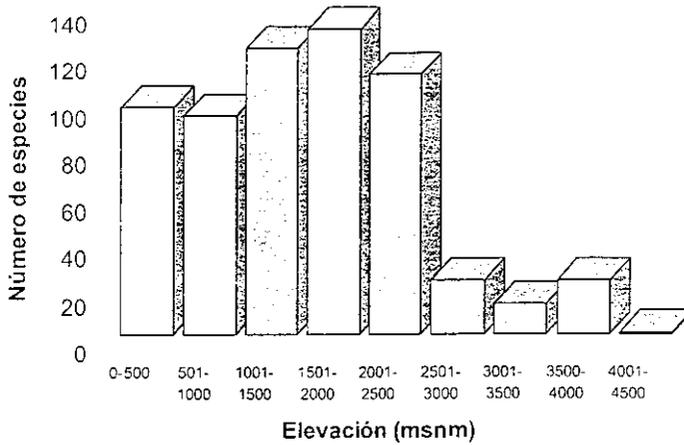


Figura 9. Distribución de la riqueza de especies de mamíferos por intervalos de elevación (msnm).

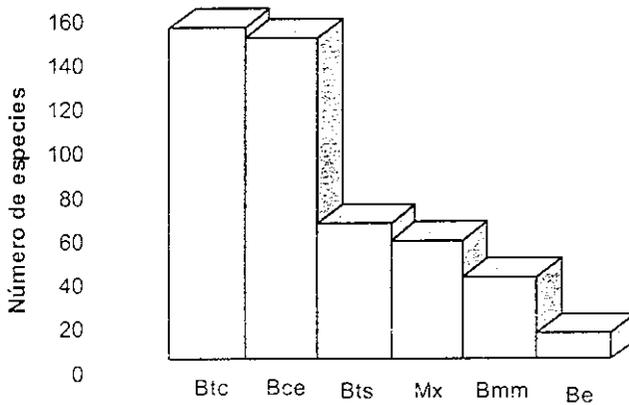


Figura 10. Distribución de la riqueza de especies por tipo de vegetación con base en la clasificación de Rzedowski (1986). Btc = bosque tropical caducifolio, Bce = bosque de coníferas y encinos, Bts = bosque tropical subcaducifolio, Mx = matorral xerófilo, Bmm = bosque mesófilo de montaña y Be = bosque espinoso.

En cuanto a la riqueza por el tipo de vegetación, se observó una mayor riqueza de especies en el Btc con 89.8% (151 especies), seguida del Bee con un 86.9% (146 especies), mientras que el tipo de vegetación con menos especies fue Be con doce especies (Figura 10). El dendrograma por tipos de vegetación mostró que el bosque tropical caducifolio y bosque de coníferas y encinos formaron el grupo de mayor semejanza (0.822), mientras que el grupo con menor semejanza fue bosque espinoso (0.081) (Figura 13).

El análisis de clasificación por provincias biogeográficas y mastozoológicas, mostró cuatro grupos de mamíferos en el Estado (Figura 11). El grupo de especies de mamíferos que se distribuyen en la región la Costa y el Eje Neovolcánico fue el de mayor semejanza (0.7), mientras que el grupo de especies de mamíferos que se distribuyen en la Depresión del Balsas fue el de menor semejanza (0.1). Con base en el clima, los grupos de mamíferos de mayor semejanza (0.722) son el clima cálido con lluvias en verano Aw, y templado con tendencia a cálido (A)C(w), cuyas especies se distribuyen en la región de la Costa la zona adyacente al Eje Neovolcánico. El grupo con menor semejanza (0.1) fue el templado subhúmedo fresco Cb'(w), con temperatura media anual entre los 12 °C y 18 °C (Figura 12). Por categorías de precipitación, el grupo con mayor semejanza (0.66) estuvo compuesto por aquellos entre 800 y 1200 mm, 1200 y 1500 mm, cuyas especies se distribuyen en la región de la costa, mientras que el de menor semejanza (0.3) fue la categoría de 400 a 600 mm, cuyas especies se distribuyen en la zona noreste del Estado (Figura 12). Por elevación, se encontró el grupo de mayor semejanza (0.67) va desde los 500 hasta los 2000 msnm, mientras que el grupo con menor semejanza (0.277) fue el de más de 2500 msnm (Figura 13).

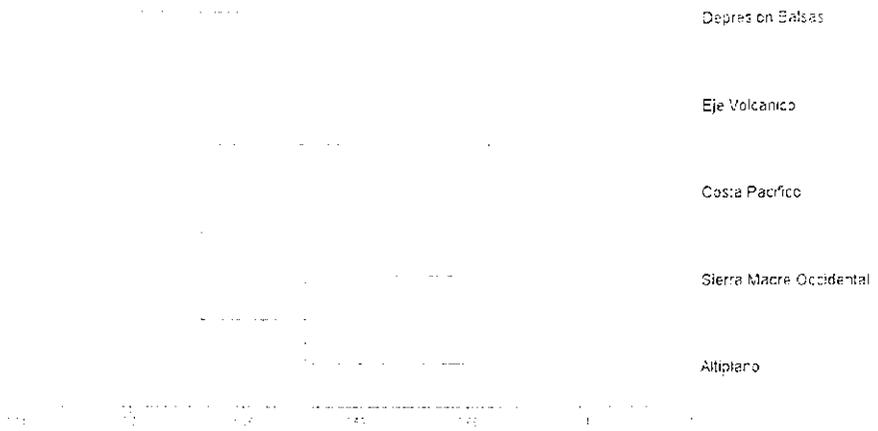
Debido a que el análisis de clasificación para las UCG presentó un dendrograma con poca claridad estructural, se optó por la aplicación de un análisis de clasificación *Two-way indicator species analysis* (TWINSPAN) (Kent y Coker, 1992; McCune y Grace, 2002; Umbanhowar, 1993) mediante el programa PC-ORD 4.10 (McCune y Mefford, 1999). Se utilizó esta técnica, primero por la facilidad en la formación de grupos más compactos de mayor claridad estructural y segundo porque problemas comunes como inestabilidad en los resultados dependiendo del orden de las muestras se solucionan en el programa PC-ORD

4.10 (McCune y Mefford, 1999; McCune y Grace, 2002), como el criterio estricto de tolerancia y máximo número de iteraciones.

El dendrograma resultante de TWINSpan mostró la presencia de cuatro grupos de UCG en el Estado de Jalisco (Figura 14). Los grupos A y D se encuentran claramente diferenciados, mientras que los grupos B y C se encuentran de manera dispersa en la parte central del Estado. El grupo A (color rojo), cuya especies de mamíferos se distribuyen en la región de la costa y parte adyacente al Eje Neovolcánico, se caracterizó por presentar una variación altitudinal que va desde los 0 a los 2200 msnm, con temperaturas mínimas mayores de 10° C y una precipitación mayor a los 1200 mm; las especies indicadoras fueron, *Osgoodomys banderanus* y *Artibeus phaeotis*. El grupo D corresponde a las UCG del Noreste del Estado en la Meseta Central y se caracteriza por tener una menor variación altitudinal que va desde los 1800 y los 2200 msnm, con temperaturas mínimas entre los 0 y 5° C, con una precipitación menor a los 600 mm; las especies indicadoras fueron *Liomys irroratus*, *Peromyscus maniculatus* y *Baiomys taylori*.

De acuerdo con el análisis de ordenación, el primer eje explicó 36.74% de la variación, el segundo eje explicó 18.78% con un valor acumulado de 55.52%, y el tercer eje explicó 18.91% con un valor acumulado de 74.43%. El primer y tercer eje estuvieron correlacionados con variables climáticas como temperatura promedio (Ptempe) ($r = 0.695$), máxima (Ptemmax) ($r = 0.477$) y mínima (Ptemmin) ($r = 0.724$), altitud promedio (Paltitud) ($r = -0.681$) y coeficiente de variación de la altitud (CValtit) ($r = 0.496$), evaporación (Eevado) ($r = 0.616$), precipitación (Pprecipi) ($r = 0.629$), clima ($r = -0.541$) y vegetación (Tvegeta) ($r = -0.386$) con $p < 0.05$ y 29 g. l. (Figura 15; Cuadro 2). También se encontró una mayor correlación de las variables con el primer y tercer eje que con el segundo, tal como se puede observar en los diagramas de ordenación (Figura 15).

Provincias Biogeográficas



Provincia Mastozoológica

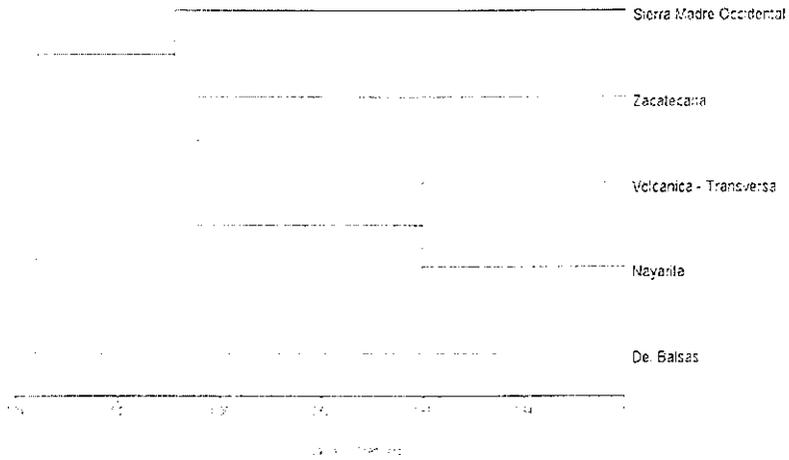


Figura 11. Dendrogramas de Provincias Biogeográficas y Provincias Mastozoológicas derivados del análisis de clasificación, mediante la técnica de UPGMA, con base en el coeficiente de semejanza de Jaccard.

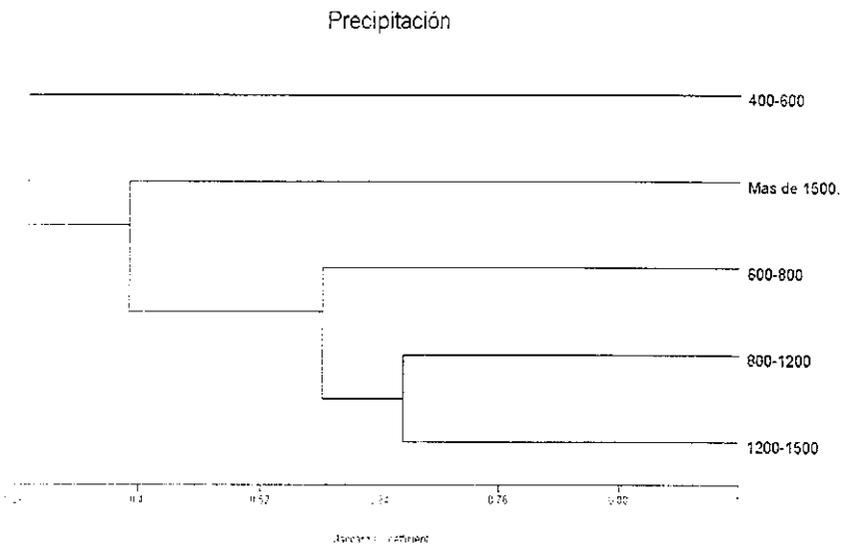
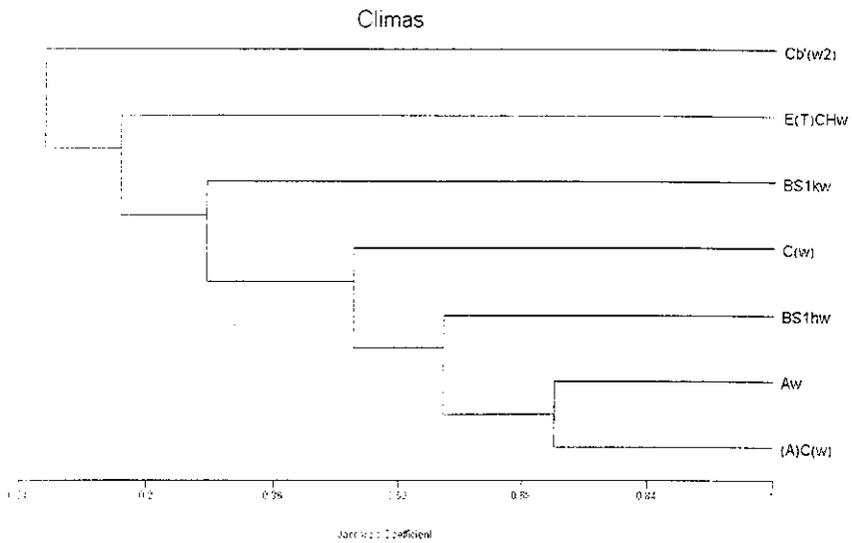


Figura 12. Dendrogramas de Climas y Precipitación derivados del análisis de clasificación, mediante la técnica de UPGMA, con base en el coeficiente de semejanza de Jaccard.

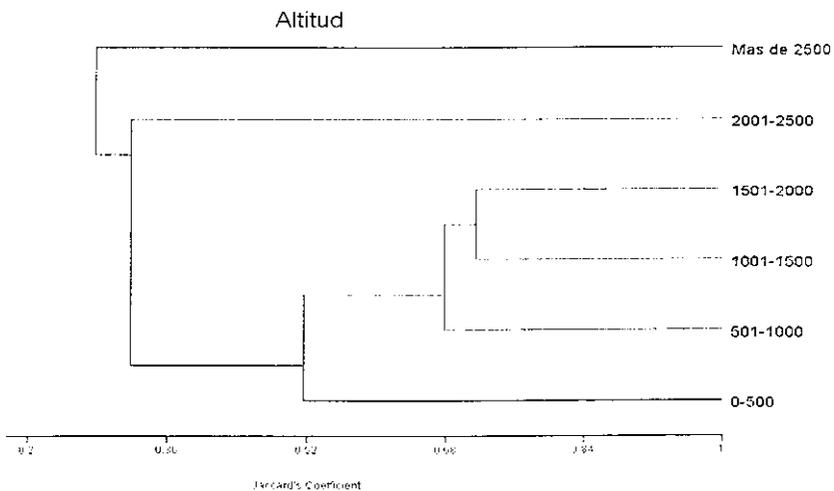
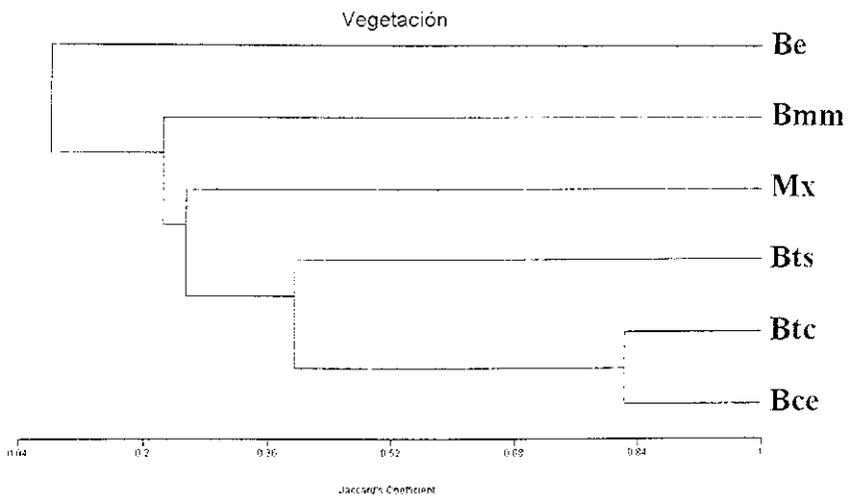


Figura 13. Dendrogramas de vegetación y de intervalos de altitud derivados del análisis de clasificación, mediante la técnica de UPGMA, con base en el coeficiente de semejanza de Jaccard.

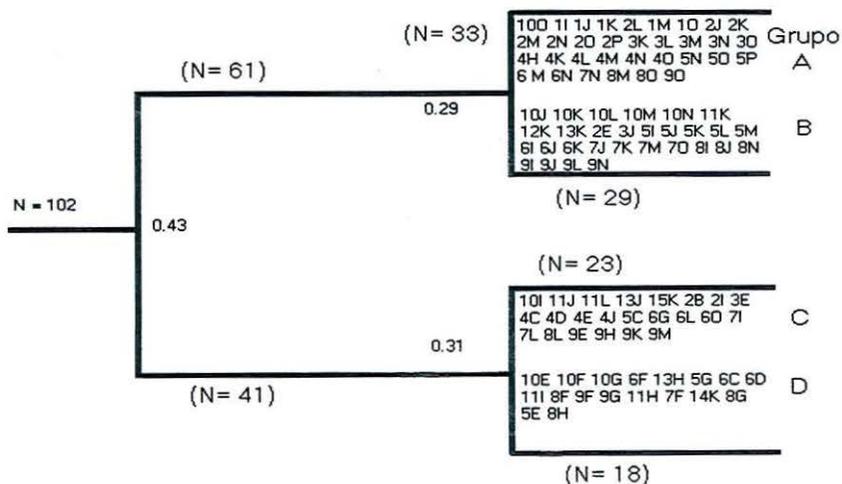
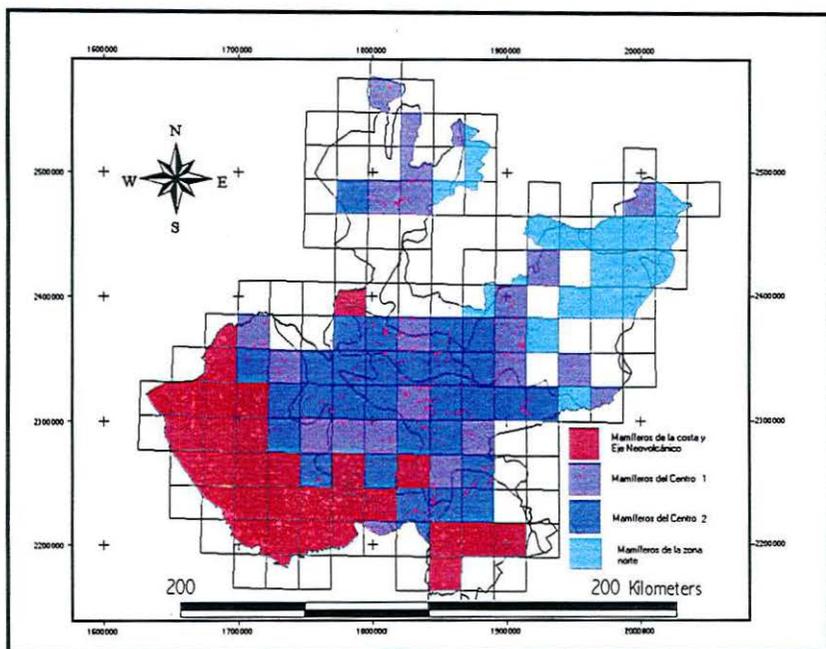
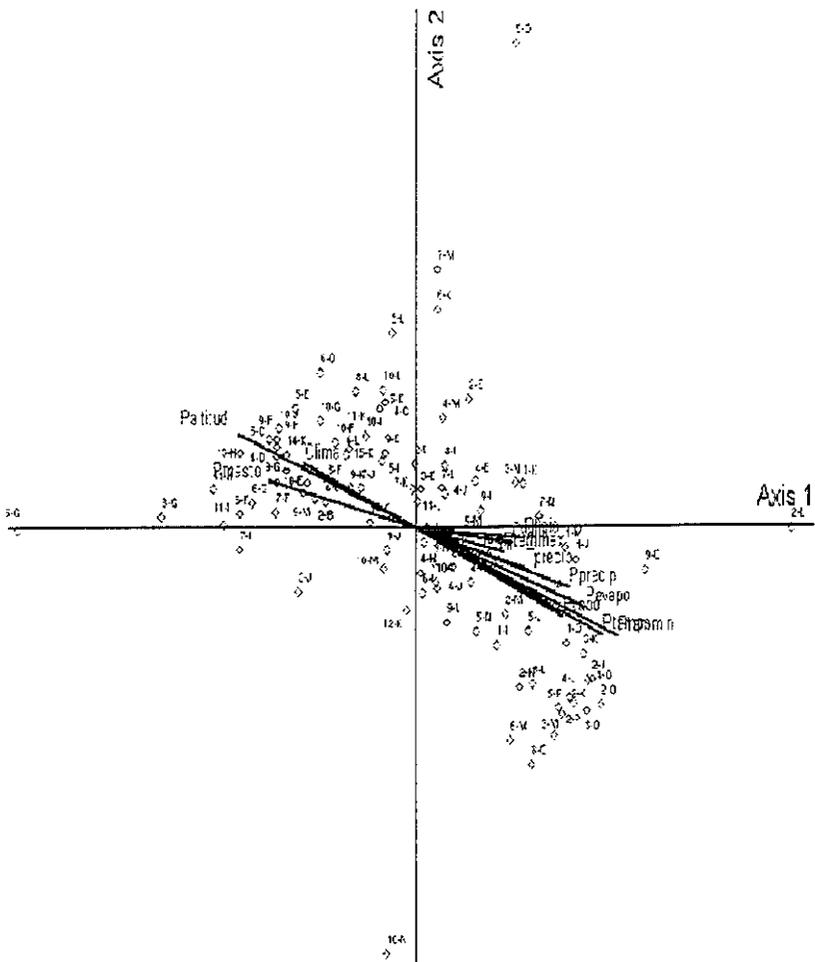


Figura 14. Dendrograma y Mapa derivados del análisis de clasificación TWINSPLAN, con 168 especies de mamíferos en el Estado y 102 UCG. El grupo A (Mamíferos de la Costa y Eje Neovolcánico), el grupo B (Mamíferos del centro 2), grupo C (Mamíferos del centro 1), y el grupo D (Mamíferos de la zona noreste).

b)



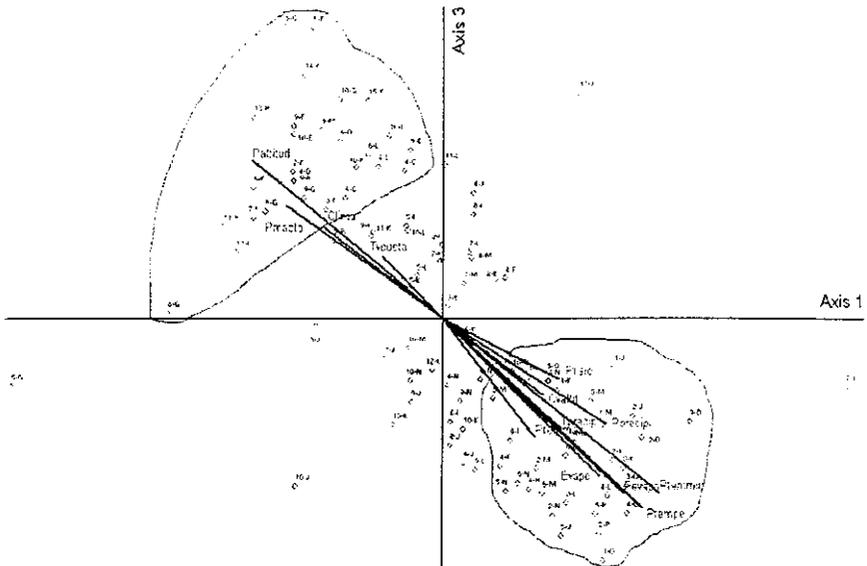


Figura 15. Representación gráfica del análisis de ordenación Bray-Curtis utilizando el PcOrd, para 111 UCG en el Estado: a) se muestra el tercero con el segundo eje, b), se muestra el primer eje con el segundo y en c) se muestra el primero con el tercero, con los grupos formados. Los vectores representan variables del medio y tienen una correlación mayor a 0.35.

Cuadro 2. Valores de correlación de las variables con el primer (1), segundo (2) y tercer (3) ejes, obtenidos a partir del análisis de ordenación Bray-Curtis ($p < 0.05$ y 29 g. l.).

Eje	1	2	3
Variable	R	R	R
Clima	-0.541	0.343	0.446
Evapo	0.616	-0.404	-0.586
Pevapo	0.662	-0.381	-0.618
Tprecip	0.536	-0.274	-0.491
Pprecipi	0.629	-0.329	-0.48
Ptempe	0.695	-0.442	-0.643
Ptemmin	0.477	-0.213	-0.509
Paltitud	0.724	-0.447	-0.617
Cvaltut	-0.681	0.415	0.586
Tvegeta	0.496	-0.165	-0.409
Tgeolo	-0.386	0.168	0.366
Tgeolo	0.409	-0.166	-0.187
Pmasto	-0.617	0.292	0.495
Pbiogeo	0.531	-0.143	-0.363

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa una alta heterogeneidad en la distribución del número de registros de mamíferos para el Estado. Por lo cual, se pueden encontrar tanto UCG que tienen una alta riqueza de especies, como UCG con una baja riqueza e incluso con ausencia de especies. De esta manera, las UCG con la mayor riqueza observada, contrastaron con aquellas que se encuentran a su alrededor, lo que nos manifiesta un mayor esfuerzo de colecta en ciertas zonas del Estado y en especial en aquellas UCG en donde se localizan áreas con alguna categoría de protección. Dada la elevada cantidad de registros integrados en el presente estudio, los cuales representan más del 90% de los depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá para Jalisco (López-Wilchis *et al.*, 1998), se puede especular el hecho de que las UCG sin registros de mamíferos no han sido exploradas. Además de que las mismas UCG sin registros coinciden con las señaladas por Maraña-Peña (1999) para carnívoros y López (2001) con móridos. Esto significaría que una tercera parte del Estado no tiene información de registros para la clase Mammalia.

Respecto a los sitios con mayor riqueza de especies de mamíferos, sobresalen las UCG de la Estación Biológica de Chamela y la estación científica de Las Joyas. En dichas UCG la riqueza observada es factible que se deba a un mayor esfuerzo de colecta y a una mayor cantidad de estudios en la zona. Sin embargo hay que resaltar la riqueza de especies observada en el Nevado de Colima, que si bien tiene la categoría de Parque Nacional ha sido objeto de menos estudios que Estación Biológica de Chamela y la estación científica de Las Joyas (Ceballos *et al.*, 2002a). Esta riqueza de especies en el Nevado de Colima coincide con lo reportado por López (2001) para móridos, mientras que la mayor riqueza de especies en la Estación Biológica de Chamela coincide con el trabajo de Maraña-Peña (1999). De manera general podemos observar un gradiente de riqueza de mamíferos que va de la región tropical a la zona semiseca, en donde la zona noreste de Jalisco presenta una menor riqueza respecto a la región de la costa. Esto concuerda con lo citado por Fa y Morales (1993), Guerrero *et al.* (1995), Ceballos *et al.* (1998), Maraña-Peña (1999) y Ceballos *et al.* (2002a) quienes mencionan que la mayor riqueza de especies se localiza en la zona de la costa.

De acuerdo con el análisis de la riqueza de mamíferos por tipos de vegetación, se observó que el bosque tropical caducifolio y el bosque de coníferas y encinos fueron los que presentaron un mayor número de especies. El bosque tropical caducifolio coincide con lo citado por Arita (1993), Badgley y Fox (2000) y Fa y Morales (1993) que señalan una mayor riqueza de mamíferos en este tipo de vegetación. Una parte de la riqueza encontrada en el bosque tropical caducifolio y bosque de coníferas y encino, se puede explicar si tomamos en cuenta que en el Estado esos son los tipos de vegetación que mayor superficie ocupan (INEGI, 1981). Además dicha riqueza en el bosque tropical caducifolio está relacionado con una mayor heterogeneidad estructural en la vegetación (Deacon, 1964; Owen, 1990; Arita, 1993; Lomolino, 2001), en donde su estratificación con respecto a otros tipos de vegetación, conlleva a un aumento en la diversidad (Krebs, 2000), lo cual es una de las explicaciones al gradiente latitudinal en la riqueza de especies de mamíferos observado por Kaufman (1995) y Ceballos *et al.* (2002a). Por otro lado la distribución del bosque de coníferas y encino en el Estado coincide con el intervalo de altitud (1500 a 2000 msnm) en el que fue encontrada la mayor riqueza de mamíferos. Además en este mismo intervalo altitudinal, en todo el Estado, también se distribuyen otros tipos de vegetación (INEGI, 1981), lo cual contribuye a la riqueza observada en dicho intervalo.

Con base en los resultados del análisis de ordenación, las variables que explican la distribución de los mamíferos en el Estado fueron temperatura promedio, máxima y mínima, altitud promedio y su coeficiente de variación, evaporación, precipitación y vegetación, las cuales, en estudios previos han sido destacadas por su influencia en la distribución de los mamíferos (Matson, 1982; Owen, 1990; Arita, 1993; Fa y Morales, 1993; Badgley y Fox, 2000; Lomolino, 2001; Virgós *et al.*, 2001; Illoldi *et al.*, 2002). Arita (1993), Badgley y Fox (2000), Currie (1991), Illoldi *et al.* (2002), Matson (1982) y Owen (1990) recalcan que la temperatura y altitud son factores determinantes en dicha distribución. Aunque, también se ha observado que variables como: periodo libre de heladas, latitud, humedad, evaporación, aridez, vegetación, precipitación y la heterogeneidad del hábitat (Matson, 1982; Owen, 1990; Arita, 1993; Fa y Morales, 1993; Badgley y Fox, 2000; Lomolino, 2001; Virgós *et al.*, 2001; Illoldi *et al.*, 2002), tienen una marcada influencia en la definición de los patrones que presentan los mamíferos en su

distribución regional. De manera general, se puede señalar que la distribución de los mamíferos en el Estado está influenciada por un gradiente climático, en donde se destacan la temperatura mínima, la precipitación, la evaporación y la altitud como las variables que tuvieron una mayor correlación con los ejes de la ordenación, lo cual concuerda con las variables reportadas por Badgley y Fox (2000) para los mamíferos de Norteamérica.

Como resultado del análisis de ordenación y el TWINSpan, se conformaron dos grupos claramente diferenciados. El primer grupo corresponde a las especies de la costa, zona que se caracteriza por una mayor precipitación pluvial, mayor evaporación, promedio alto de temperatura y temperaturas mínimas altas, una marcada variación de la altitud que va desde los 0 hasta los 1500 msnm, un clima de tipo cálido-templado, y la presencia de bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, bosque de coníferas y encinos y bosque mesófilo de montaña. El segundo grupo está integrado por especies que habitan la región semiárida del noreste del Estado, la cual se caracteriza por tener una baja precipitación pluvial y evaporación, temperaturas mínimas menores a 10° C, la presencia de vegetación xerófila y clima seco. Sin embargo, algunas UCG se salen del patrón general observado quedando inmersas dentro de estos dos grupos, lo cual puede ser atribuible a la baja riqueza de especies, lo que corrobora el efecto de un esfuerzo de muestreo heterogéneo a lo largo del todo el Estado.

Además de lo antes señalado, el análisis de clasificación en función de precipitación, climas, vegetación y altitud muestra correspondencia en la formación de los grupos antes mencionados, lo cual concuerda con lo encontrado por Maraña-Peña (1999) para carnívoros y López (2001) para murciélagos en la entidad. Sin embargo, hay grupos que se salen del patrón anterior. Tal es el caso del grupo formado por precipitaciones superiores a 1500 mm y el grupo formado por el tipo de vegetación de bosque mesófilo de montaña. Éstos dos, integran a las especies que se distribuyen en el área del Municipio de Cabo Corrientes y Talpa de Allende, siendo la mayoría de registros del orden Chiroptera, lo que denota la complejidad ambiental y estructural de la vegetación presente en esa porción de Jalisco.

Entre estos dos grupos claramente definidos, en la parte central del Estado y en la zona norte, que corresponde a la región de la Sierra Madre Occidental, parecen encontrarse otros dos, que no se logran diferenciar adecuadamente. En principio, esto puede deberse a que en la región central del Estado tenemos un mosaico de variables ambientales y diferentes condiciones topográficas, es decir, hay una gran heterogeneidad (INEGI, 1981), lo cual permite que en esta zona podamos encontrar mastofauna que se distribuye tanto en la zona tropical como en la árida y que la confluencia de estas especies en el centro del Estado no permita observar un patrón claro de distribución. Una segunda explicación, puede ser la evidencia de un patrón de riqueza diferente entre los mamíferos no voladores y los murciélagos (Fleming, 1973; Arita, 1993; Iñiguez y Santana, 1993; Guerrero *et al.*, 1995; Badgley y Fox, 2000; Ceballos *et al.*, 2002a), en el cual estos últimos presentan una mayor riqueza de especies hacia las zonas tropicales respecto de las zonas áridas y semiáridas, y los roedores presentan un patrón inverso. Estos dos patrones de distribución de la riqueza se pueden estar traslapando en la parte central del Estado. Por lo tanto al considerarse a grupos de mamíferos por separado, puede surgir un patrón diferente al que se obtiene al considerar a toda la clase. Esto resulta importante si consideramos que el 94.4 % de los registros para el presente trabajo fueron de quirópteros y roedores. En este sentido, para el Estado, Maraña-Peña (1999) encuentra un patrón de riqueza de especies de carnívoros mayor hacia la costa, mientras que López (2001) registra la mayor riqueza de especies de múridos en el Eje Neovolcánico. A pesar de estas evidencias de un patrón inverso entre los murciélagos y los mamíferos no voladores, Kaufman (1995) y Ortega y Arita (1998) enfatizan la importancia de tomar en cuenta a ambos grupos en la descripción de patrones de distribución, dado que de manera conjunta contribuyen a dicho patrón, razón por la que en el presente estudio fueron analizados de esta forma.

Por otro lado, una tercera explicación a lo observado en el presente trabajo puede estar en la naturaleza de los datos y la presencia de UCG con ausencia de registros de mamíferos. Así, si se hiciera un análisis por grupos y se aumentase el número de registros para la zona, se esperaría que la zona del centro y norte del Estado surja como un solo grupo o que se logre separar en dos grupos diferentes, mas sin embargo el patrón general observado no cambiaría de manera radical, dado que Ceballos y Rodríguez (1993),

Ceballos *et al.*, (1998), Ceballos *et al.* (2002a), Escalante *et al.* (2002), Fa y Morales (1993), Guerrero *et al.* (1995) e Iñiguez y Santana (1993) han encontrado un patrón similar.

En buena medida el patrón en la distribución de la riqueza observado en el Estado de Jalisco, puede contribuir al establecimiento de áreas naturales protegidas (Scott *et al.*, 1993; Palomera-García *et al.*, 1994; Ceballos *et al.*, 1998; Escalante *et al.*, 2002). Con base en dicho patrón se pueden considerar aquellas zonas que albergan la mayor riqueza específica como áreas que pueden ser sujetas a algún tipo de protección (Scott *et al.*, 1993; Palomera-García *et al.*, 1994). En este sentido resalta que en Jalisco tres de las UCG en donde se ubicaron áreas naturales con algún estatus de protección biológica (El parque nacional Nevado de Colima, la Estación Biológica de Chamela y la estación científica de Las Joyas), fueron las que presentaron la mayor cantidad de especies de mamíferos. Además de éstas, hay algunas áreas naturales propuestas para ser protegidas como Cajón de Peñas (31 especies), San Sebastián del Oeste (18 especies) y Sierra San Isidro Cuatralba (19 especies) que registraron una riqueza importante de mamíferos, aunado a que las dos primeras se encuentran dentro de las áreas terrestres prioritarias para la conservación en México establecidas por CONABIO (Curiel, 1996).

Con base en nuestros resultados se observa que la fauna de mamíferos que se distribuye en la zona noreste de Jalisco presenta características que la diferencian de las demás áreas del Estado. Sin embargo, hay que hacer notar que a esta zona no está considerada como un área prioritaria para la conservación, por lo que sería conveniente la creación de un área natural protegida para que se pueda tener representados los taxos y la riqueza de la mastofauna característica de dicha región en el Estado.

Otra de las ventajas en el estudio de patrones de distribución es el poder identificar aquellas áreas que aún no se han trabajado o que los trabajos que se han hecho sean escasos, para tomarlas como áreas prioritarias para la investigación (Escalante *et al.*, 2002). En este sentido se puede mencionar la parte norte del Estado que corresponde a la Sierra Madre Occidental, la parte sureste que corresponde a la Sierra Madre del Sur y en algunos municipios como Arandas, Jesús María y Ayotlán que fueron áreas que presentaron varias UCG sin ningún registro de mamíferos..

CONCLUSIONES

En el Estado de Jalisco encontramos una alta heterogeneidad en la riqueza por UCG, en la que se hace evidente un mayor esfuerzo de colecta en algunas áreas naturales protegidas como la Estación Biológica de Chamela, la estación científica de Las Joyas y el Nevado de Colima, lo cual denota la necesidad de un mayor esfuerzo en el estudio del resto de la entidad.

En el Estado se observó un gradiente de riqueza de mamíferos que va desde las zonas tropicales hasta las semiáridas. La mayor riqueza de especies se registró en el bosque tropical caducifolio y bosque de pino encino y la menor riqueza en el bosque espinoso. La mayor riqueza de especies de mamífero por intervalos de altitud se registró entre los 1500 y 2000 msnm, la cual es atribuida a una alta heterogeneidad climática, topográfica y de vegetación en dicho intervalo.

Con base en el análisis de ordenación en el Estado se observa un gradiente climático, en donde las variables que mejor explican el patrón de distribución de los mamíferos fueron: precipitación, temperatura, evaporación y altitud.

En el análisis de clasificación TWINSpan y ordenación, se observaron dos grupos claramente diferenciados, que responden a dicho gradiente climático. El primero se distribuye en la zona de la costa y Eje Neovolcánico y el segundo en la zona noreste del Estado. En la parte central del Estado se observa un grupo que no se logra diferenciar.

Se hace evidente la falta de áreas protegidas en la zona noreste del Estado, que pueda representar la fauna mastozoológica de dicha región, además de que se resaltan a las áreas propuestas para protección biológica como Cajón de Peñas y San Sebastián del Oeste, por el número de registros de especies de mamíferos presentes. También se hace notar la necesidad de tomar como áreas prioritarias para la investigación a la parte norte del Estado en la Sierra Madre Occidental, la parte sureste en la Sierra Madre del Sur y los municipios de Arandas, Jesús María y Ayotlán, dada la presencia de UCG sin ningún registro de mamíferos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arita, H. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp. 108-128. En: Medellín, R., y G. Ceballos (eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicaciones Especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.
- Arita, H. y G. Ceballos. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 2:33-71.
- Badgley C. and D. Fox. 2000. Ecological biogeography of North American mammals: species density and ecological structure in relation to environmental gradients. *Journal of Biogeography*, 27:1437-1467
- Baker, R. 1956. Mammals of Coahuila, México. *University of Kansas Publications, Museum of Natural History*, 9(7): 125-335.
- Beals, E. 1984. Bray-Curtis Ordination: An effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Advances in Ecological Research*, (14): 1-55.
- Brown, J. 1988. Species diversity. Pp. 57-89. En: Myers, A., and P. Giller. *Analytical Biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions*. Chapman & Hall, Great Britain.
- Brown, J. H., and M. V. Lomolino. 1998. *Biogeography*. Sinauer Associates, U.S.A.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. *Los Mamíferos de Chamela, Jalisco*. Instituto de Biología, UNAM, México.
- Ceballos G., y P. Rodríguez. 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos de México: II Patrones de endemidad. Pp. 86-108. En: Medellín, R., y G. Ceballos (eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicaciones Especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.
- Ceballos, G., and J. H. Brown. 1995. Global patterns of mammalian diversity, endemcity, and endangerment. *Conservation Biology*, 9:559-568.
- Ceballos, G., P. Rodríguez and A. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse México: Mammalian diversity, endemcity, and endangerment. *Ecological Applications*, 8(1): 8-17.
- Ceballos, G. J. Arroyo-Cabráles y R. Medellín. 2002a. Pp. 377-413. Mamíferos de México. En: Ceballos, G. y J. Simonetti (eds.). *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. CONABIO-UNAM, México, D. F.

- Ceballos, G. J. Arroyo-Cabráles y R. Medellín. 2002b. The mammals of México: composition distribution, and conservation status. *Ocasional Papers The Museum of Texas Tech University*, 218:1-27.
- Cervantes, F., A. Castro-Campillo, y J. Ramírez-Pulido. 1994. Mamíferos nativos de México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, serie zoología*. 65(1): 177-190.
- Colman B., y S. Sánchez-Colón. 1984. Estudio aerográfico del género *Bursera*, Jacq. ex L. (Burseraceae) en México: una síntesis de métodos. En: Escurra E., M. Equihua, B. Colman, y S. Sánchez-Colón. *Métodos cuantitativos en la Biogeografía*. Instituto de Ecología, A. C., México, D. F.
- Curiel, A. 1996. Áreas prioritarias para la conservación. SEMARNAP, México.
- Currie, D. J. 1991. Energy and large-scale patterns of animal-and plant-species richness. *The American Naturalist*. 137(1):27-49.
- Dale, M. B. 1975. On objectives of methods of ordination. *Vegetatio*. 30(1):15-32.
- Deacon, J., W. Bradley, and K. Larsen. 1964. Ecological distribution of the mammals of Clark Canyon, Charleston Mountains, Nevada. *Journal of Mammology*, 45(3):397-409.
- Escalante, T., D. Espinosa y J. Morrone. 2002. Patrones de distribución geográfica de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana, nueva serie*, 87:47-65.
- Fa, E. J., and L. M. Morales. 1993. Patterns of Mammalian Diversity in México. In: Rammamorthy, T., R. Bye, A. Lot, and T. Fa (eds.). *Biological diversity of México origins and distribution*. Oxford University Press.
- Faith, D., R. Miachin and L. Belbin. 1987. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. *Vegetatio*, 69:57-68.
- Fleming, T. H. 1973. Number of mammal species in North and Central American forest communities. *Ecology*, 54:555-563.
- Flores, O., y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el uso y Conservación de la Biodiversidad, México.
- Galván-Campos, A. 1992. *Patrones ecológicos de las comunidades de pequeños roedores en tres tipos de hábitat en la estación científica Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco*. Tesis de Licenciatura, CUCBA, Universidad de Guadalajara.
- García, E. 1964. *Modificaciones al sistema de Clasificación climática de Köppen*. México.
- Gauch, H. G. and W. M. Scruggs. 1979. Variants of Polar Ordination. *Vegetatio*, 40(3): 147-153.

Gauch, H. G. Jr. 1981. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press. 297 pp.

Guerrero, S., J. Téllez y R. Amparan. 1995. Los mamíferos de Jalisco: Análisis Zoogeográfico. *Biotam*, 6(3): 13-29.

Guerrero, S. y F. Cervantes. 2003. Lista comentada de los mamíferos terrestres del Estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana, nueva serie*. 89:93-110.

Hall, R. 1981. *The Mammals of North America*. Vol. I, II. John Wiley and Sons, New York, U.S.A.

INEGI. 1981. *Síntesis geográfica de Jalisco*. Secretaría de Promoción y Presupuesto, México.

Iloldi, P., M. Linaje, V. Sánchez-Cordero. 2002. Distribución de los mamíferos terrestres del Golfo de California, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, serie zoología*, 73(2):213-224.

Iñiguez, L. 1987. *Los quirópteros de la Sierra de Manantlán: Determinación de las especies y su distribución altitudinal*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara.

Iñiguez L., y E. Santana. 1993. Patrones de distribución y riqueza de especies de los mamíferos de Occidente de México. En: Medellín, R., y G. Ceballos (eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicaciones Especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.

Juárez A., A. 1995. *Los carnívoros (Clase Mammalia: Orden Carnivora) del Bosque de la Primavera, Jalisco, su distribución, abundancia y diversidad por tipos de vegetación*. Tesis de Licenciatura, CUCBA, Universidad de Guadalajara.

Kaufman, D. 1995. Diversity of new world mammals: universality of the latitudinal gradients of species and bauplans. *Journal of Mammalogy*, 76(2):322-334.

Kent, M. and D. Coker. 1992. *Vegetation description an analysis*. The CRC press. U.S.A. 363 pp.

Kesell, S. and R. Wittaker. 1976. Comparisons of three ordination techniques. *Vegetatio*, 32(1):21-29.

Krebs, C. J. 2000. *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia*. Oxford University Press, México, D. F.

Lobo, J. M., I. Castro and J. C. Moreno. 2001. Spatial and environmental determinants of vascular plant species richness distribution in the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Biological Journal of The Linnean Society*, 73:233-253.

Lomolino, M. V. 2001. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Global Ecology & Biogeography*, 10: 3-13.

López, A. 2001. *Patrones de distribución de la riqueza de especies de la familia Muridae (Mammalia: Rodentia) en el Estado de Jalisco*. Tesis de Licenciatura, CUCBA, Universidad de Guadalajara, 62 pp.

López-Wilchis, R., J. López, and M. G. Sánchez. 1998. Specimens of mammals from México in collections in The United States and Canada. *Journal of Mammalogy*, 79(3):1029-1037.

Ludwig, J. A., y J. F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology, a primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, E. U. A. 387 pp.

Manly, F. J. 1991. *Multivariate Statistical Methods*. Chapman & Hall, New Zealand.

Matson, J. 1982. Numerical analysis of rodent distributional patterns in Zacatecas, México. *Journal of Mammalogy*, 63(1):73-84.

Maraña-Peña, M. 1999. *Patrones de distribución de la riqueza de especies de carnívoros (Mammalia: Carnívora) en el Estado de Jalisco*. Tesis de Licenciatura, CUCBA, Universidad de Guadalajara.

McCune, B. and E. Beals. 1993. History of the development of Bray-Curtis Ordination. Pp. 67-69. In: Fralish, J. R. McIntosh and O. Loucks (eds). *John T. Curtis: Fifty years of Wisconsin Plant Ecology*. The Wisconsin Academy of Sciences, Arts & Letters, U.S.A.

McCune, B. and M. Mefford. 1999. *PC-ORD for Windows. Multivariate Analysis of ecological data version 4.10*. MjM Software, Gleneden, Beach, Oregon, U.S.A.

McCune, B. and J. Grace. 2002. *Analysis of ecological communities*. MjM Software Design, U.S.A. 300 pp.

Murguía, M. y F. Rojas. 2001. Biogeografía cuantitativa. En: Llorente B., J., y J. Morrone (eds). *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Publicaciones UNAM, México.

Ordorica, A. 1996. *Estimación de la diversidad relativa de carnívoros (Mammalia: Carnívora), en Tenacatita, Jalisco*. Tesis de Licenciatura, CUCBA, Universidad de Guadalajara, 29 pp.

Ortega, J. y H. Arita. 1998. Neotropical-Nearctic limits in middle America as determined by distributions of bats. *Journal of Mammalogy*, 79(3):772-783.

- Owen, J. G. 1990. Patterns of mammalian species richness in relation to temperature, productivity, and variance in elevation. *Journal of Mammalogy*, 71(1):01-13.
- Palomera-García, C., E. Santana y R. Amparan-Salido. 1994. Patrones de distribución de la avifauna en tres estados del occidente de México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, serie Zoología*. 65(1):137-175.
- Pianka, E. 1978. *Evolutionary Ecology*. Haper and Row Publisher, U.S.A.
- Porter, W., S. Buraju, W. Stewar and N. Ramankutty. 2000. Calculating climate effects on birds and mammals: impacts on biodiversity, conservation, populations parameters and global community structure. *American Zoologist*, 40: 597-630.
- Prieto M. , y V. Sánchez-Cordero. 1993. Sistemas de información geográfica: un caso de estudio en Veracruz. Pp. 455-464. En: Medellín, R., y G. Ceballos (eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicaciones Especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.
- Ramírez-Pulido, J., R. López-Wilchis, C. Müdspacher-Ziehl y E. Lira. 1982. *Catálogo de los Mamíferos terrestres de México*. Trillas y Universidad Autónoma Metropolitana, México. 126 pp.
- Ramírez-Pulido, J., R. López-Wilchis, C. Müdspacher-Ziehl y E. Lira. 1983. *Lista y bibliografía reciente de los mamíferos terrestres de México*. Universidad Autónoma Metropolitana de México, México. 363 pp.
- Ramírez-Pulido, J., M. Bryton, A. Perdomo y A. Castro. 1986. *Guía de los Mamíferos de México: referencias hasta 1983*. Universidad Autónoma Metropolitana, México. 719 pp.
- Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1990. *Bibliografía reciente de los mamíferos de México: 1983-1988*. Universidad Autónoma Metropolitana, México, 120 pp.
- Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1994. *Bibliografía reciente de los mamíferos de México: 1989-1993*. Universidad Autónoma Metropolitana, México. 216 pp.
- Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y F. Cervantes. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. *Occasional Papers the Museum of Texas Tech University*, 158:1-62.
- Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo, M. A. Armella y A. Salame-Méndez. 2000. *Bibliografía reciente de los mamíferos de México: 1994-2000*. Universidad Autónoma Metropolitana, México, 280 pp.
- Rose, M., and G. Polis. 1998. The distribution and abundance of coyotes: the effects of allochthonous food subsidies from the sea. *Ecology*, 79(3): 998-1007.

Rzedowski, J. 1986. *Vegetación de México*. Limusa, México. 432 pp.

Sánchez, O. y G. López. 1988. A theoretical análisis of some indices of similitar as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana*, 75:119-145.

Sánchez, O. 1993. Análisis de algunas tendencias ecogeográficas del género *Reithrodontomys* (Rodentia: Muridae) en México. Pp. 25-44. En: Medellín, R., y G. Ceballos (eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicaciones Especiales, Vol. I, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.

Scott M., F. Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, F. D'érchia, T. Edwards, J. Ulliman, and G. Wright. 1993. Gap analysis: a geographic approach to protection of biological diversity. *Wildlife Monographs*, 123, 1-41.

Stow, A. 1993. The role of geographic information systems for landscape ecological studies. Pp. 11- 21. En: Haines-Young, R., D. Green, and S. Cousins. *Landscape ecology and geographic information systems*. Taylor & Francis, Great Britain. 288 pp.

TerBraak, C. and J. Prentice. 1988. A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research*, (18): 271-317.

Umbanhowar, C. 1993. Classification of Wisconsin prairies: Reanalysis and Comparison of Classification Methods. Pp. 289-299. In: Fralish, J, R. McIntosh and O. Loucks (eds). *John T. Curtis: Fifty years of Wisconsin Plant Ecology*. The Wisconsin Academy of Sciences, Arts & Letters, U.S.A.

Virgós, E., T. Romero and J. Mangas. 2001. Factors determining "gaps" in the distribution of a small carnivore, the common genet (*Genetta genetta*), in central Spain. *Canadian Journal of Zoology*, 79:1544-1551.

Williams, S., H. Marsh and J. Winter. 2002. Spatial scale, species diversity, and habitat structure: small mammals in Australian tropical rain forest. *Ecology*, 83(5): 1317-1329.

Zamudio, R. S., F. F. Guevara y J. A. Pérez de la Rosa. 1987. *Guía de excursiones botánicas en México, VII*. Universidad de Guadalajara, IBUG, México. 173 pp.

Anexos

Anexo 1. Lista de presencia-ausencia de la especies consideradas en el presente estudio con base en Guerrero y Cervantes (2003). Las especies están ordenadas alfabéticamente, donde las provincias mastozológicas son: MB= del Balsas, MN= Nayarit, MSM= Sierra Madre Occidental, MVT= Volcánica Transversal y MZ= Zacatecana. Las provincias Biogeográficas son: BA= Altiplano, BCP= Costa Pacífica, BB= Depresión del Balsas, BEN= Eje Neovolcánico y BSM= Sierra Madre Occidental. Por tipo de vegetación Bce= Bosque de coníferas y encinos, Be= Bosque espinoso, Bmm= Bosque mesófilo de montaña, Bte= Bosque tropical caducifolio, Bts= Bosque tropical subcaducifolio y Mx= Matorral xerófilo.

		MB	MN	MSM	MVT	MZ	BA	BCP	BB	BEN	BSM	Bce	Be	Bmm	Btc	Bts	Mx
Anoura	geoffroyi	0			0			0	0	0				0	0	0	
Antrozous	pallidus				0	0	0	0		0		0			0	0	0
Artibeus	aztecus		0		0				0	0		0			0		
Artibeus	hirsutus				0			0		0	0	0			0		
Artibeus	intermedius		0		0	0		0	0	0	0	0			0	0	0
Artibeus	jamaicensis		0		0			0	0	0		0	0	0	0	0	0
Artibeus	lituratus		0		0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0
Artibeus	phaeotis	0	0	0	0			0	0	0	0	0			0	0	0
Artibeus	toltecus	0	0	0	0			0	0	0	0	0		0	0	0	0
Baiomys	musculus		0		0			0		0		0			0	0	0
Baiomys	taylori		0	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0	0
Balantiopteryx	plicata		0		0			0		0		0	0	0	0	0	0
Bassariscus	astutus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0	0
Canis	latrans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0
Carollia	subrufa		0					0							0	0	0
Centurio	senex		0		0			0				0			0	0	
Chaetodipus	hispidus				0	0											0
Chaetodipus	nelsoni			0		0	0	0		0	0				0	0	0
Chiroderma	salvini	0	0		0			0	0	0	0				0	0	0
Choeroniscus	godmani		0					0							0		
Choeronycteris	mexicana		0		0	0	0	0		0	0	0			0	0	0
Conepatus	mesoleucus	0	0	0	0			0		0	0	0			0	0	0
Corynorhinus	mexicanus		0		0	0	0			0		0		0	0		
Corynorhinus	townsendii				0			0		0		0			0		
Cratogeomys	castanops		0							0							
Cratogeomys	gymnurus		0		0			0		0		0	0		0		
Cratogeomys	tylorhinus	0	0		0	0			0	0	0	0			0	0	0
Cratogeomys	zinseri				0	0	0			0					0	0	0
Cryptotis	alticola		0		0			0		0				0	0		
Cryptotis	parva		0					0		0		0			0		
Dasyptes	novemcinctus		0		0	0	0	0		0		0			0	0	0
Desmodus	rotundus	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diclidurus	albus		0					0							0		
Didelphis	virginiana	0	0	0	0	0	0	0		0	0				0	0	0
Dipodomys	ordii				0	0									0	0	0
Dipodomys	phillipsi		0		0	0	0			0	0				0	0	0
Enchisthenes	hartii		0		0			0			0				0		
Eptesicus	andinus		0							0					0		
Eptesicus	furinalis		0					0		0		0			0		
Eptesicus	fuscus		0	0	0	0	0	0		0	0	0			0		0
Euderma	phyllote				0					0		0		0			
Eumops	underwoodi		0		0			0			0						
Glossophaga	commisarisi		0		0			0		0					0	0	
Glossophaga	soricina		0					0	0	0		0	0	0	0	0	
Glyphonycteris	sylvestris		0		0					0		0					
Herpailurus	yagouaroundi							0		0					0	0	
Hodomys	alleni	0	0		0	0	0	0	0	0		0			0	0	0
Hylonycteris	underwoodi		0							0		0			0		
Lasiurus	borealis		0		0			0		0	0				0		
Lasiurus	cinereus		0	0	0			0		0	0				0		
Lasiurus	ega		0		0			0		0					0	0	

Anexo 2. Características generales de las unidades temáticas (Mapas) utilizadas en el trabajo. Todas fueron obtenidas de la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, CONABIO.

Nombre del Mapa	Temática	Características.	Escala
Biocci	Provincias biogeográficas de México	19 provincias biogeográficas, resultado del análisis de 15 especialistas de diferentes instituciones, nacionales y extranjeras, en base en cuatro sistemas de clasificación: plantas vasculares, anfibios y reptiles, y mamíferos.	1:4000000
Clima1mc	Climas	Presenta los diferentes tipos de climas de la República Mexicana de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por E. García.	1:1000000
Cue250Kc	Cuencas Hidrológicas	Este mapa presenta las cuencas hidrológicas de la República Mexicana.	1:250 000
Curv200c	Topografía de México.	Presenta las curvas de nivel del país cada 200 metros.	1:250 000
Eda251mc	Edafología.	El mapa muestra los diferentes tipos de suelo que se encuentran a nivel nacional a partir de la unión de 32 coberturas.	1:250000
Edafo4mc	Hidrogeología	Este mapa muestra las unidades hidrogeológicas de México.	1:4000000
Evapr4mc	Evapotranspiración real	Este trabajo presenta la evapotranspiración real media anual según el metodo de Turc con los datos de 543 estaciones en un periodo de 25 años.	1:4000000
Mastofau	Regiones y Provincias Mastogeográficas	Se presentan las regiones y provincias mastogeográficas, incluye un total de 20 provincias mastofaunísticas agrupadas en dos regiones. El criterio de división se basa en un análisis multivariado de agrupamiento; utilizando como unidades taxonómicas operacionales 121 cuadrantes, registrando la presencia o ausencia de cada una de las 449 especies de mamíferos.	1:4000000
Preccci4mc	Precipitación media anual	Este mapa presenta magnitudes de precipitación en la República Mexicana.	1:4000000
Proflor	Divisiones florísticas	Este mapa representa una regionalización basada en el análisis de afinidades geográficas de la flora de diferentes regiones del país, en base a coeficientes de similitud, áreas de distribución general de las plantas vasculares y en la marcada concentración de endemismos existentes.	1:8000000
Temperat	Temperatura	El mapa contiene la información estadística de	

	a media anual	1800 estaciones que componían el sistema de observación climatológica en el país.	1:4000000
Tmaxplmc	Temperaturas máxima promedio	Se tomaron datos de 2814 estaciones para el estudio.	1:1000000
Tminplmc	Temperaturas mínima promedio	Se tomaron datos de 2814 estaciones para el estudio.	1:1000000
Vegeta	Vegetación Potencial de Rzedowski	Este mapa presenta la vegetación potencial de México de acuerdo a Rzedowski, extraído del Atlas Nacional de México.	1:4000000

Anexo 3. Unidades temáticas (mapas) y las variables que se extrajeron de las mismas, para el análisis de ordenación.

Nombre del Mapa	Variables extraídas.
Bioccl	Tipo de provincias biogeográficas.
Clima1mc	Tipo de climas.
Cue250Kc	Tipo de cuentas.
Curv200c	Intervalos de altitud. Altitud promedio. Coeficiente de variación de la altitud.
Eda251mc	Tipo de suelo. Heterogeneidad de tipos de suelo.
Edafo4mc	Tipo de origen geológico. Heterogeneidad de tipo geológico.
Evapr4mc	Intervalo de evaporación Promedio de evaporación Coeficiente de variación de la evaporación.
Mastofau	Tipo de provincias mastozoológica
Preccci4mc	Intervalo de Precipitación. Heterogeneidad de los intervalos de precipitación. Coeficiente de variación de precipitación. Promedio de precipitación.
Proflor	Tipos de provincias florísticas.
Temperat	Promedio de temperatura. Heterogeneidad de temperatura. Coeficiente de variación de temperatura.
Tmaxp1mc	Promedio de temperatura máxima anual. Heterogeneidad de temperatura máxima. Coeficiente de variación de temperatura máxima.
Tminp1mc	Promedio de temperatura mínima anual. Heterogeneidad de temperatura mínima. Coeficiente de variación de temperatura mínima.
Vegeta	Tipo de vegetación. Heterogeneidad de vegetación.