

24/61



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"INTERPRETACIONES SOBRE LOS PATRONES
ZOOGEOGRAFICOS DE LA FAMILIA SCIURIDAE
(Rodentia: Sciuromorpha) EN NORTE Y CENTRO-
AMERICA"

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 ;

LEONOR OÑATE OCAÑA

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

INDICE

Introducción.....	1
Objetivos.....	6
Características de la Familia Sciuridae....	7
Antecedentes.....	11
Metodología.....	14
Resultados.....	18
Discusión.....	22
Conclusiones.....	45
Cuadros.....	48
Figuras.....	51
Anexos.....	62
Referencias.....	68

INTRODUCCION.

Los organismos se distribuyen en la Tierra de acuerdo con las características medioambientales y como resultado del proceso histórico evolutivo en la Tierra, estableciéndose de este modo las comunidades bióticas. Sin embargo, los factores que determinan las características de la distribución no siempre son muy evidentes.

La disciplina que estudia la distribución de los organismos es la Biogeografía, la cual se divide en Fitogeografía y Zoogeografía. La Zoogeografía ha sido definida por Udvardy (1969) como el estudio científico de la distribución de los animales sobre la Tierra.

Los inicios de esta disciplina se remontan al siglo anterior, cuando Ernest Haeckel en 1866 estableció el término corología para designar el estudio de la distribución espacial de los organismos en cuanto a la descripción geográfica y topográfica de su hábitat y los límites de su distribución, explicados a través de un entendimiento de la teoría Darwiniana de la evolución (Udvardy, 1969). Por esos años, varios investigadores propusieron la división del planeta en regiones zoogeográficas, de acuerdo con la distribución de diferentes tipos de organismos; sin embargo, fué en 1876 cuando Alfred Russel Wallace, basado en la distribución de mamíferos, propuso las grandes regiones zoogeográficas que actualmente son reconocidas (Figura 1).

Como un aspecto particular de la Zooogeografía, ha aparecido la Areogeografía, analizada en detalle por Rapoport (1975) y definida por éste como "El estudio de las áreas de distribución de los taxones (subespecies, especies, géneros, familias, etc.)".

En este contexto, los rasgos de la distribución de los animales en el planeta no dependen de eventos fortuitos; si analizáramos la literatura pertinente a cada grupo zoológico, aparecerían con facilidad muchos datos con respecto a sus distintos requerimientos ambientales y a sus capacidades intrínsecas de movimiento lo cual se refleja en sus patrones de distribución geográfica.

Esto adquiere una importancia muy especial en nuestro país, cuya gran riqueza faunística obedece en gran parte a su posición geográfica (Smith, 1940; Ramírez-Pulido et al, 1987). Por otro lado, México es punto de unión entre las dos grandes regiones biogeográficas del Continente Americano: la Neártica y la Neotropical. Además, nuestro territorio cuenta con un relieve muy accidentado, así como con una gran variedad de climas y vegetación; esto ha promovido el establecimiento de numerosas especies neárticas y neotropicales, y también la diferenciación local de muchas nuevas especies endémicas.

Ahora bien, dentro del grupo de los vertebrados, puede señalarse que el conocimiento taxonómico y de distribución geográfica de los mamíferos en América (y en especial en México) ha alcanzado un grado de madurez que

permite aspirar al reconocimiento de patrones zoogeográficos a gran escala.

Cabe señalar que, dentro de la mastofauna, ya no sólo mexicana sino del mundo, un grupo muy importante tanto por su diversidad como por su abundancia es el del Orden Rodentia (Roedores) del cual se conocen actualmente en el mundo 1700 especies vivientes de las 4 060 de mamíferos que existen (Vaughan, 1979). Esto constituye un 41%, aproximadamente, del total.

En México, de las 457 especies de mamíferos, hay al menos 218 especies de roedores (Urbano y Sánchez, 1981) lo que correspondería a un 47% aproximadamente. Dentro de este orden, una de las familias más conocidas es la familia Sciuridae (que incluye ardillas terrestres, ardillas "voladoras", ardillas arborícolas, "perros" de las praderas y marmotas). Esta familia consta de 261 especies, distribuidas en todo el mundo excepto Australia, Madagascar, las Regiones polares, el Sur de Sudamérica y algunas partes desérticas del Viejo Mundo. De las 261 especies que existen de esta familia, 35 habitan en México (Ramírez-Pulido et al, 1983) esto es, aproximadamente un 13% de la familia, la que a su vez corresponde al 16% de roedores mexicanos (Urbano y Sánchez, 1981).

Los datos mencionados nos proporcionan una idea de que esta familia de roedores se encuentra bien representada en México, por lo que se ha considerado conveniente tratar de reconocer los patrones de distribución que presentan, para

establecer cómo es su distribución en nuestro territorio y cuáles pueden ser las causas.

Por otro lado, los Sciúridos presentan tal variedad de adaptaciones (semifosoriales, terrestres, arborícolas y/o planeadoras) que el estudio de su distribución puede considerarse como indicativo de algunas asociaciones ecológicas particulares, tal como lo propone Ryan (1963).

Así entonces, tenemos que la interpretación sobre los patrones zoogeográficos de la familia se circunscribe en lo que Udvardy (1969) considera el segundo y tercer niveles de investigación en Zoogeografía, los cuales consisten en la agrupación y clasificación de datos obtenidos y en el análisis causal de la distribución en comparación con la información previa presentada en la literatura, con respecto a los factores ambientales. Además, la familia Sciuridae es importante desde el punto de vista económico, principalmente porque algunas especies están estrechamente relacionadas con problemas agrícolas, pues pueden representar plagas en zonas de cultivo (Villa, 1944; González-Romero, 1980) y pueden ser importantes depredadores de semillas en los bosques (Ceballos y Galindo, 1984).

Los Sciúridos son un grupo con poca representación de fósiles al igual que todos los demás roedores, por lo que su clasificación ha sido difícil para los taxónomos (Walker, 1975) así como también lo ha sido el establecimiento de su filogenia. Sin embargo se puede inferir que los roedores Paramidos del Paleoceno de

Norteamérica, considerados ancestros de los roedores modernos, sean los antecesores directos de los Sciúridos, dadas las características presentes en los Paramidos, como la dentición y proporciones del esqueleto, que son preservadas en las ardillas y sus parientes cercanos, (Matthew, 1910). Según Anderson y Jones (1984), se tienen fósiles de Sciúridos desde el Oligoceno medio en Norteamérica y el Pleistoceno en Sudamérica; y según Sanchez (1981) se extienden al Viejo Mundo en el Oligoceno tardío, apareciendo hasta el Mioceno las ardillas terrestres, arborícolas y voladoras.

Los Sciúridos tienen una distribución muy amplia, comparada con la de algunas familias relacionadas, tales como los Geómidos los cuales aparecen desde el Mioceno temprano, según Anderson y Jones (1984) y se distribuyen únicamente en Norteamérica y los Heterómidos que aparecen en el Oligoceno de Norteamérica (Vaughan, 1979), y que también están muy restringidos dentro del Continente. Es por esto tan importante conocer los patrones de distribución de la Familia Sciuridae, así como de las Familias relacionadas, tratando de explicar los factores que los limitan actualmente y los que los limitaron en el pasado geológico. Cabe mencionar que a la par con este trabajo se desarrollan las correspondientes a la Familia Geomyidae (Hernández, en preparación) y Heteromyidae, (Oliva, en preparación).

Por otro lado, el conocimiento de los patrones de distribución de los Sciúridos puede ayudar a la

planeación de Reservas en nuestro país, especialmente en aquellas zonas de mayor riqueza y endemismos de los miembros de esta familia.

Por tanto, en el presente trabajo, se abordarán los siguientes objetivos particulares:

I. Reconocer los patrones generales de distribución de la Familia Sciuridae, principalmente en Norte y Centroamerica.

II. Buscar posibles correlaciones entre los patrones obtenidos y la vegetación, topografía y geología.

III. Discutir posibles implicaciones de la información obtenida, en cuanto al modo de vida de las especies, su historia evolutiva y la historia geológica del área que ocupan.

IV. Detectar zonas que por su riqueza de especies y de endemismos son importantes para el establecimiento de Reservas Naturales.

Características generales de la Familia Sciuridae y de los taxa Americanos:

Los Sciúridos son un grupo de roedores que data del Oligoceno medio, teniendo 261 especies recientes y 51 géneros (Vaughan, 1979). Su fórmula dental es $1/1, 0/0, 1-2/1, 3/3 = 20/22$ y sus molares pueden ser braquiodontos o hipsodontos. Pueden ser diurnos o nocturnos; arborícolas, terrestres o planeadores y pueden ser herbívoros o facultativamente carnívoros (Anderson y Jones, 1984). El foramen infraorbitario es más pequeño que el orificio occipital. Los procesos postorbitarios del hueso frontal están presentes y son puntiagudos y el proceso angular de la mandíbula se halla alineado generalmente con el borde lateral del alveólo del incisivo.

De acuerdo con la clasificación generalmente aceptada (Bryant, 1945; Vaughan, 1979; Whitaker et al., 1980 y Sánchez, 1981) se describen a continuación los géneros de esta familia que habitan en América, los cuales pueden agruparse de acuerdo con sus formas de vida, como sigue:

a) ARDILLAS ARBORÍCOLAS, chipmunks o chichimocos:

Tamias. Incluye Eutamias. Son ardillas pequeñas, con abazones de piel en las mejillas para transportar alimento y líneas negras y blancas en la cara y el dorso, viven en el suelo pero tienen sus nidos en madrigueras subterráneas o huecos entre las ramas; las del

Este son más grandes (Whitaker et al., 1980). Habitan zonas arboladas en bosques subalpinos y límites de bosques, a veces en bosques de coníferas o en zonas de matorral de Salvia o chaparral. Algunas veces viven en áreas rocosas. Se encuentran en Canadá, Estados Unidos de América, México; en Asia (una especie) y en Europa (una especie) (Walker, 1975 y Honacki et al., 1982).

b) **ARDILLAS TERRESTRES**, ardillones, "perros" de las praderas y marmotas:

Marmota. Habitan en praderas, suelos rocosos o laderas de montañas. Se alimentan de vegetales verdes, en ocasiones de maíz y son de tamaño grande (Whitaker et al., 1980). Habitan desde Alaska, Canadá, Estados Unidos de América, hasta Asia (7 especies) y Europa (2 especies). (Walker, 1975; Honacki et al., 1982).

Amospermophilus. Llamados ardillones o ardillas antilope, frecuentemente tienen líneas dorsolaterales oscuras; pero nunca en la cabeza, como en el caso de Tamias. Al correr, levantan la cola, exponiendo sus partes claras (inferiores) (Whitaker et al., 1980). Viven en zonas desérticas con poca vegetación, en Norteamérica (Canadá, Estados Unidos y México). (Walker, 1975).

Spermophilus. También llamado ardillón, a veces tienen líneas dorsales claras continuas formadas por hileras de puntos. Este género incluye al sinónimo Citellus. Viven en matorrales en áreas de vegetación abierta o rocosas y pastizales con poca vegetación. Se

alimentan de semillas, hierbas, y a veces de insectos. En Norteamérica se encuentran 24 especies, en Asia 12 y en Europa una. (Walker, 1975; Honacki et al., 1982).

Cynomys. Llamados "perros" de las praderas, son excavadores y coloniales. Viven en praderas de pastos cortos o llanuras con matorral en Norteamérica. (Whitaker et al., 1980). Su tamaño es mayor que el de otras ardillas terrestres, exceptuando a las especies de Marmota.

c) ARDILLAS ARBÓRICOLAS:

Sciurus. Son las ardillas más conocidas. Viven en bosques de pinos, de pino-encino, de nogal, bosques deciduos y bosques de matorrales. Las tropicales tienen un pelaje delgado y corto mientras que las que viven en zonas de transición de selvas a bosques tienen un pelaje más denso, grueso y suave (Nelson, 1899). La mayor parte de las especies habitan en América, unas cuantas más en Asia (4 especies) y Europa (una especie). (Honacki et al., 1982).

Tamiasciurus. Viven en casi cualquier tipo de bosque de Norteamérica, se alimentan de bellotas, nueces y hongos; en ocasiones de huevos o crías de aves. (Whitaker et al., 1980). Habitan desde Alaska hasta Nuevo México. (Walker, 1975).

Microsciurus. De este género se conoce muy poco. Viven desde Nicaragua hasta Sudamérica (Perú). (Walker, 1975).

Syntheosciurus. Viven en sitios muy elevados en Costa Rica y Panamá; están relacionados con Sciurus y

Microsciurus (Walker, 1975).

d) ARDILLAS PLANEADORAS o "voladoras":

Glaucomys. Viven en bosques de arce-roble, coníferas, nogal, bosques mixtos. Aprovechan como madrigueras los huecos naturales de los árboles o los huecos de los pájaros carpinteros. Presentan unas membranas en los costados que van de las extremidades anteriores a las posteriores. Son nocturnos y su dieta se basa en nueces, semillas, bellotas, insectos y a veces, vertebrados. (Whitaker et al., 1980). Viven en Norte y Centroamérica, desde Alaska hasta Honduras (Walker, 1975).

Como se mencionó antes, esta familia está ampliamente distribuida en el mundo; así pues, además de los géneros presentes en el área principal de este estudio, se encuentran en Sudamérica el género Sciurillus. En Asia los géneros Prosciurillus, Reithrosciurus, Funambulus, Ratufa, Hyosciurus, Callosciurus, Sundasciurus, Tamiops, Menetes, Rhinosciurus, Lariscus, Dreomys, Sciurotamias, Glyphotes, Nannosciurus, Exilisciurus, Spermophilopsis, Petaurista, Aeromys, Eupetaurus, Pteromys (que también se encuentra en Europa), Hylopetes, Petinomys, Aeretes, Trogopterus, Belomys, Pteromyscus, Petaurillus e Iomys.

Por otro lado, en Africa se encuentran los géneros Protoxerus, Epixerus, Funisciurus, Paraxerus, Heliosciurus, Myosciurus, Atlantoxerus, Xerus y Geosciurus. (Walker, 1975).

ANTECEDENTES.

Los estudios globales de carácter zoogeográfico relativos a los mamíferos de América (particularmente los del área continental) no son muy numerosos, y entre ellos se cuentan los siguientes:

Grinnell (1922) realiza un estudio geográfico de Heterómidos, señalando sitios de origen de especies mexicanas.

Alvarez y Aviña (1963) y Musser (1968) realizan estudios de la zoogeografía de ardillas en México y Norteamérica los primeros y en Guatemala, el segundo.

Rapoport (1975) estudió mamíferos de Norteamérica, analizando las áreas de distribución de los mismos. Simpson (1964) estudió la densidad de mamíferos de Norte y Centroamérica, encontrando que la densidad aumenta cuando la latitud disminuye; sin embargo Wilson (1974) encontró que dicho incremento se debía únicamente a los murciélagos, puesto que los demás mamíferos disminuyen al aproximarse a las zonas tropicales.

Una de las vertientes que se han derivado de estudios zoogeográficos de mamíferos en América ha sido la búsqueda de patrones generales aplicables a grandes grupos de vertebrados. Tal es el caso de las llamadas "zonas de vida" (Merriam, 1898; Dice, 1923; Allen, 1892) y de las "provincias bióticas" (Dice, 1943; Griscom, 1942; Goldman y Moore, 1945; Blair, 1950; Kendeigh, 1954 y Ryan, 1963), las cuales

fueron establecidas a través de métodos no cuantitativos.

Recientemente se ha intentado utilizar metodologías cuantitativas para la delimitación de los complejos faunísticos para grupos mayores de vertebrados (Smith, 1940; Webb, 1950;

Hagmeier y Stults, 1964; Hagmeier, 1966; Choate, 1970; Bock y Smith, 1982).

En virtud de que la utilidad de definir grupos faunísticos a nivel de provincias o categorías similares, para grandes grupos zoológicos es bastante limitada, una alternativa interesante parece ser el buscar patrones zoogeográficos de grupos más restringidos. Esto, debido a que el origen común de los taxones involucrados permite esperar mayor significado biológico de las asociaciones faunísticas identificadas y, por otro lado, dada la definición del lapso de historia geológica del grupo involucrado, se puede predecir un menor grado de distorsión de los patrones encontrados.

Recientemente, Ramírez-Fulido y Müdspacher (1987) realizaron un estudio acerca de los aspectos zoogeográficos de los mamíferos de México, haciendo énfasis en los taxa endémicos y marcando zonas zoogeográficamente importantes. Además, estos autores mencionan que no son muchos los estudios realizados en zoogeografía en México, siendo marcada la diferencia entre los estudios de Taxonomía y Sistemática de mamíferos mexicanos, profundos y amplios, y los estudios de

biogeografía sobre la misma área, tan escasos. Así mismo, estos autores mencionan que hay muchas regiones del país de las que se desconoce casi por completo su fauna.

Aún bajo estas condiciones que ocurren a escala local, debe reiterarse que, a nivel continental, el grado de conocimientos sobre los Sciúridos parece suficiente para permitir ahora un intento de síntesis e interpretación acerca de sus patrones geográficos.

METODOLOGÍA.

1. Se decidió tomar en cuenta la clasificación de Honacki et al. (1982) para la correcta ubicación de géneros y especies de la familia antes de proceder al análisis geográfico, ya que es la obra más actualizada sobre este tema. Se consideraron de este modo, 10 géneros y 86 especies que se presentan en el Cuadro 1 y que se encuentran en un rango de 7° a 72° 59', como lo señala Hall (1981), y se muestra en el Cuadro 2.

2. Se recabó información detallada acerca de la distribución de Sciúridos, para lo cual se tomó como base a Hall (1981) buscándose los registros adicionales (de los años 1982 a 1986) que pudieran significar alguna alteración de las áreas de distribución reconocidas hasta 1981. Se tomaron exclusivamente datos sobre los Sciúridos de Norte y Centroamérica, debido a que no se tiene información publicada con suficiente detalle sobre la distribución de estos organismos para Sudamérica, por ello se optó por hacer el análisis exclusivamente de esta parte del continente, siendo, por tanto, el límite Sur la frontera entre Panamá y Colombia.

3. Se elaboró un mapa de distribución latitudinal para géneros y especies, en el que se catalogaron listas faunísticas tomadas por cotas latitudinales de un grado de amplitud, empezando desde los 7° 00' - 7° 59' hasta los 72° 00' - 72° 59'. Con los datos obtenidos se elaboraron

histogramas generales de la riqueza faunística para especies y géneros.

4. Los datos sirvieron que elaborar una matriz que facilitara la comparación de las similitudes faunísticas entre las franjas latitudinales consideradas, obteniéndose la similitud mediante el índice de Simpson calculado de la siguiente manera: (Simpson, 1943 en Uvardy, 1969) $100 \times c/b$ = S en donde c es el número de especies compartidas y b la fauna de menor tamaño. La selección de este índice se basó en los criterios de Sánchez y López (en prensa). Se representó la similitud entre franjas latitudinales adyacentes en un mapa y se elaboró un dendrograma basado en el método de ligamiento promedio ponderado (Crisci y López, 1983). Posteriormente, en el dendrograma se establecieron agrupaciones faunísticas por cotas latitudinales (las más parecidas), considerándose como faunas idénticas aquellas que tenían un índice de similitud mayor que 66.66%, según lo propuesto por Sánchez y López (en prensa). La validez de representación de los dendrogramas derivados del análisis de agrupamiento fue comprobada por medio del índice de correlación de Pearson a partir de una matriz derivada (Crisci y López, 1983).

5. En una segunda fase del análisis, se elaboraron mapas de la distribución de las especies, ahora referida a un sistema de cuadrantes de dos grados latitudinales por dos grados longitudinales, como se muestra en la Figura 2.

a. Como resultado del procedimiento anterior se

obtuvo un total de 790 cuadrantes en los que se registró la presencia de Scióridos. Esta cantidad de cuadrantes fue demasiado grande para trabajarse de manera integral, aún con el auxilio del equipo de cómputo electrónico disponible. Por esta razón se decidió dividir el total de cuadrantes en 4 matrices, cada una con un total de 185 a 220 cuadrantes. Esta fragmentación se basó en que las 4 matrices tuvieran aproximadamente el mismo número de cuadrantes y principalmente en que no se analizaran en matrices diferentes cuadrantes con el mismo grado latitudinal. Posteriormente se obtuvieron las similitudes faunísticas de cada cuadrante en su matriz respectiva por medio del índice de Simpson ya mencionado.

7. Para reconocer los patrones de similitud entre cuadrantes se obtuvo el promedio de similitud de cada cuadrante con respecto a todos los demás (sumando todos los valores de semejanza relacionados con un cuadrante determinado y dividiendo el total entre el número de cuadrantes involucrados, todo esto en la matriz correspondiente. Este método alternativo se empleó debido a la dificultad de elaborar un dendrograma de matrices tan grandes con los recursos disponibles; no obstante, el grado de detalle ofrecido por el método de la similitud promedio es satisfactorio.

8. Los promedios de similitud se graficaron en el mapa por cuadrantes, obteniéndose un patrón de afinidad o parecido faunístico para cada matriz.

9. Por otra parte, se graficaron en un mapa los

límites de distribución de cada especie. Se graficó también la riqueza de especies por cuadrantes en otro mapa. Esto se hizo basado en Hall (1981) especialmente en cuanto a la forma del área de distribución.

10. Basados en los valores promedio de similitud y de riqueza de especies de cada cuadrante, se determinaron las zonas de mayor diferenciación para establecer las regiones donde ocurren faunas más o menos típicas. En las dos primeras matrices se tomó como punto crítico el 66.66% para considerar cuadrantes determinados como parte de la misma fauna si era mayor que 66.66% y distinta fauna si era menor a este valor; ésto se hizo ya que en ambas matrices el valor máximo de similitud fue de 100%. En la tercera y cuarta matriz, al haberse obtenido valores máximos menores a 100%, se optó por tomar el valor máximo como si fuera 100%, y se buscó la proporción correspondiente al 66.66%, tomándose el valor encontrado como punto crítico de diferenciación faunística.

11. Los patrones de distribución encontrados fueron cotejados tanto con trabajos previos de otros investigadores como con información geológica y acerca de la vegetación de la región; así mismo se echó mano de los datos disponibles acerca de la historia fósil del grupo para una mejor interpretación de dichos patrones.

RESULTADOS:

ANALISIS LATITUDINAL.

El histograma de frecuencias por cotas latitudinales para los géneros (Figura 3) revela que la máxima riqueza se encuentra entre los 32° y los 44° 59' latitud Norte, con un total de 8 géneros, observándose un decremento tanto hacia el Sur como hacia el Norte de dicha region. En el caso de las especies se observa nuevamente la tendencia genérica de concentrarse en el territorio de los Estados Unidos; así, entre los 32° y los 38° 59' se observa una región de máxima riqueza específica, localizándose el mayor valor en la franja 38° a 38° 59' con un total de 39 especies; tanto al Norte como al Sur de esta franja, la riqueza específica disminuye (Figura 5).

El dendrograma elaborado a partir de la matriz básica de datos (no incluida aquí) para el agrupamiento de las cotas latitudinales faunísticamente más afines, a nivel de géneros, aparece en la Figura 4 y en él se pueden distinguir dos grandes grupos faunísticos con un valor de similitud mayor que 66.66%; uno de ellos de los 7° a 23° 59' y otro de los 24° a los 72° 59'. En el caso de las especies, el dendrograma se presenta en la Figura 6 observándose ahora ocho grupos faunísticos con un valor mayor que 66.66% y que son: De los 7° a los 10° 59'; de 11° a 13° 59'; de 14° a 21° 59'; de 22° a 26° 59'; de 27° a 35° 59'; de 36° a 42° 59'; de 43° a 54° 59' y

de 55° a 72° 59'. (Ver Anexo 1).

Al analizar la similitud faunística entre cotas latitudinales adyacentes a nivel genérico, el valor fue siempre mayor que 66.66% evidenciando que el cambio genérico no es brusco, sino gradual; a nivel específico el resultado fué el mismo que en el caso de los géneros, excepto en el caso de las franjas 14 y 15, cuyo valor fué igual que 66.66%, lo que pudiera indicar que las faunas probablemente se encuentran en proceso de diferenciación (Sánchez y López, en prensa).

ANÁLISIS POR CUADRANTES.

En la Figura 7 se muestran los valores promedio de los índices de similitud mayores y menores al punto crítico, para cada cuadrante. El total de cuadrantes de Norte y Centroamérica (780) se dividieron en cuatro grandes regiones o matrices, las cuales se aprecian separadas en la Figura 2, por medio de una línea roja. La matriz uno es la más noroccidental, comprende de los 62° a los 72° 59' y en ella los valores promedio son todos mayores que 66.66%, evidenciando una homogeneidad notable en esta región en el contenido específico del grupo. La segunda matriz abarca de los 50° a los 61° 59' y los valores vuelven a ser mayores que 66.66% excepto en la frontera con la matriz tres en donde los valores son menores que 66.66%. La tercera matriz, con rango

latitudinal de los 36° a los 49° 59', muestra ya un decremento en los valores de similitud, siendo pocos los cuadrantes con un valor superior al 66.66%. La matriz cuatro, que va de los 7° a los 37° 59', presenta en todos sus cuadrantes valores inferiores a 66.66%, siendo exactamente el caso contrario que la matriz uno.

Al trazar los límites de todas las especies de Sciúridos consideradas en el estudio en Norte y Centroamérica (Figura 8), se aprecia una tendencia a la concentración de éstos en la parte Oeste de los Estados Unidos, particularmente cerca de la Costa del Pacífico, específicamente en la Sierra Nevada y Montañas Rocosas. Este hecho se hace más evidente al observar que la riqueza de especies por cuadrante (Figura 9) es precisamente mayor en esta área del territorio mencionado, siendo el cuadrante 118-36 A (Ver Figura 2) el de mayor riqueza específica con un total de 19 especies. Así mismo, se observa que el meridiano 100 se puede tomar como una línea de frontera que marca un aumento en la riqueza de especies hacia el Oeste y disminución al Este. También se encontró una concentración de límites en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico.

Posteriormente, con base en los valores de similitud de los cuadrantes y en los límites de distribución de las especies, se dividió la distribución total de la familia en Norte y Centroamérica en seis regiones (Figura 10).

Se comparó el mapa resultante (Figura 10) con los resultados obtenidos por otros autores como Allen (1872) que propuso áreas faunísticas, dividiendo en el meridiano 100 las zonas de transición del Este y Oeste. Merriam (1898) por su lado propone provincias bióticas o zonas de vida y Hagmeier y Stults (1964) y Hagmeier (1966) al analizar la fauna de mamíferos en Norteamérica, proponen las provincias de mamíferos formando subregiones y superprovincias. Los resultados de estos autores se muestran en el Anexo 3 y se comparan en la Figura 11.

DISCUSION:

ANÁLISIS LATITUDINAL.

El histograma por cotas latitudinales para géneros (Figura 3), muestra un claro incremento desde los 7 grados hacia la franja que va de los 32° a los 45 grados, siendo éstos los valores máximos; y de allí, un decremento hasta los 72 grados. En la franja de máxima riqueza se encuentran ocho géneros (Glaucomys, Tamiasciurus, Sciurus, Cynomys, Marmota, Tamias, Spermophilus y Ammospermophilus). Entre éstos, puede observarse que algunos tienen distribución muy amplia y además, son precisamente aquellos que tienen mayor número de especies, a excepción de Glaucomys.

En el histograma de las especies, también por cotas latitudinales (Figura 5), se muestra un incremento semejante, aunque mucho más evidente, encontrándose el número mayor de especies entre los 32 y los 45 grados, ocurriendo el punto más alto a los 38 grados. Este rango latitudinal casi coincide con el territorio de Estados Unidos de Norteamérica, siendo 39 las especies que allí se encuentran: 14 especies de Tamias, 2 de Marmota, una de Ammospermophilus, 10 de Spermophilus, 4 especies de Cynomys, 4 de Sciurus, 2 de Tamiasciurus y las dos de Glaucomys.

De estas especies, Tamias alpinus, Tamias ochrogenys, Tamias sonomae, Tamias quadrimaculatus, Tamias panamintinus y Cynomys parvidens son las únicas con una

amplitud de distribución menor que 5 grados de latitud. Todas las demás tienen amplitudes grandes en su distribución, siendo por lo tanto, especies capaces de vivir en diferentes tipos de ambientes.

Observando el dendrograma obtenido para la similitud de géneros por cotas latitudinales, (Figura 4), y basados en el criterio de Sánchez y López (en prensa) de considerar como la misma fauna a muestras que se asemejen entre sí más que 66.66%, se distinguen dos grupos: De 7 a 23 grados, en el cual se encuentran Tamias, Ammospermophilus, Spermophilus, Sciurus, Syntheosciurus, Microsciurus y Glaucomys; mientras que de 24 a 72 grados están Glaucomys, Sciurus, Tamias, Ammospermophilus, Spermophilus, Tamiasciurus, Cynomys y Marmota.

Ambos grupos están divididos cerca de la frontera entre las zonas templadas y tropicales (Trópico de Cáncer, 23° 27'). Sin embargo el dendrograma debe ser tomado con ciertas reservas, ya que el Coeficiente de Correlación Cofenética, CCC, calculado para una matriz de similitud derivada del dendrograma, versus la matriz de similitud original, indica que el agrupamiento de los datos no es suficientemente bueno (CCC = 0.50). Esto puede relacionarse con la relativa pobreza de datos para un análisis numérico a nivel de géneros. Es importante notar que, sin embargo, ambos grupos comparten a los géneros más ampliamente distribuidos, siendo en el grupo de 7 a 23 grados sólo Microsciurus y Syntheosciurus los géneros peculiares de este

grupo geográfico; mientras que en el grupo de 24 a 72 grados son representativos Tamiasciurus, Cynomys y Marmota.

En cuanto al dendrograma de la similitud de especies por cotas latitudinales, (Figura 6) se formaron ocho grupos, segregados al encontrarse una similitud menor que 66.66% entre ellos, estos grupos son: De 7 a 10 grados de latitud Norte; de 11° a 13°; de 14° a 21°; de 22° a 26°; de 27° a 35°; de 36° a 42°; de 43° a 54° y de 55° a 72 grados. En el Anexo I pueden encontrarse las especies que pertenecen a cada uno de los grupos.

Puede observarse que, de cada grupo, son exclusivas las siguientes especies:

De 7 a 10 grados: Microsciurus mimulus y Syntheosciurus brochus. Microsciurus mimulus está restringido a la parte de vegetación de bosque tropical lluvioso y termina su distribución en la parte de Costa Rica que casi es cortada por el bosque tropical de montaña, en el cual habita también Syntheosciurus brochus, cuya distribución nuevamente coincide con esta pequeña parte de bosque tropical de montaña con coníferas.

De 11 a 13 grados: En este segmento latitudinal sólo se encuentra Sciurus richmondi, que es una especie arborícola, y que vive en el bosque tropical casi siempre verde, deciduo y lluvioso, en este caso no es total la correlación con el límite del bosque, sin embargo, Nelson (1898) supone que esta especie se intergrada geográficamente con Sciurus granatensis, lo que implicaría que ambas especies

van reemplazando su distribución, S. richmond: hacia Nicaragua y S. granatensis hacia Costa Rica y Panamá. Sería interesante estudiar las interacciones entre ambas especies, para determinar si este intergradación se debe a la estructura de la vegetación o algún tipo de competencia interespecífica.

De 14 a 21 grados: De este grupo son representantes típicos Sciurus yucatanensis, Spermophilus adocetus, Spermophilus annulatus y Spermophilus perotensis. Sciurus yucatanensis habita bosque espinoso, bosque tropical perenne y deciduo y bosque tropical lluvioso, termina su distribución Sur donde termina este bosque y al Oeste donde va desapareciendo poco a poco. Spermophilus adocetus está limitado al Sur por la Sierra Madre del Sur y al Norte por el Eje Neovolcánico; Spermophilus annulatus habita bosque espinoso y sus límites coinciden con este. Spermophilus perotensis está asociado con bosque de Pinus cembroides intergradado con matorral xerófito en zonas de transición entre el clima húmedo y el árido de los límites de los Estados de Puebla y Veracruz (Rzedowski, 1978; Gomez-Pompa, 1977).

De 22 a 26 grados: En este grupo geográfico se consideran características Tamias bulleri, Tamias durangae, Amospermophilus insularis y Sciurus alleni. Tamias bulleri habita en la Sierra Madre Occidental y Oriental, en bosque subalpino y de coníferas; mientras que Tamias durangae habita sólo en la Sierra Madre Occidental aunque también en bosque subalpino y de coníferas. Amospermophilus insularis vive

solamente en la Isla Espiritu Santo, en la cual se encuentra vegetación de dunas costeras (en las playas) y hacia dentro de la isla matorral herbífito mezclado con selva baja de hojas caducas (Secretaría de Gobernación y UNAM, 1988), y Sciurus alleni habita en la Sierra Madre Oriental, en bosque subalpino, boreal y de coníferas.

De 27 a 35 grados: Tamias obscurus, Tamias canipes, Tamias cinereicollis, Tamiasciurus mearnsi, Sciurus arizonensis, Spermophilus mohavensis son taxones propios de este grupo geográfico. Tamias obscurus vive en chaparral esclerófilo; Tamias canipes está limitado a un manchón de bosque subalpino y boreal de coníferas; Tamias cinereicollis está limitado a la zona donde está el bosque subalpino y boreal de coníferas; Tamiasciurus mearnsi está limitado a un manchón de bosque subalpino y boreal de coníferas. Sciurus arizonensis vive en bosques de coníferas, matorral de salvia, chaparral y matorral de cactus. Spermophilus mohavensis está limitado a bosque subalpino y boreal de coníferas.

De 36 a 42: De este grupo son son característicos Cynomys parvidens, Tamias alpinus, Tamias sonomae y Tamias ochrogenys. Cynomys parvidens habita bosque subalpino, matorral de salvia y chaparral; Tamias alpinus vive en vegetación alpina y está confinado por la altitud (Heller, 1971; Chappel, 1978). Tamias sonomae, restringido a la vegetación alpina; Tamias ochrogenys limitado al bosque costero.

De 43 a 54: Tamias ruficaudus, Marmota olympus, Marmota vancouverensis, Spermophilus washingtoni, Spermophilus

brunneus, Spermophilus saturatus y Spermophilus richardsoni. Tamias ruficaudus, se halla en vegetación subalpina y bosques de lago, limitado por praderas. Marmota olympus, limitado por la altitud, vive en el Monte Olimpus; Marmota vancouverensis, habita únicamente en la Isla de Vancouver. Spermophilus washingtoni vive en praderas en matorral de salvia; Spermophilus brunneus vive en bosque subalpino y de coníferas. Spermophilus saturatus vive en bosque subalpino de coníferas y alpino; Spermophilus richardsoni vive en praderas y áreas abiertas de pastos.

De 55 a 72 grados: Marmota broweri y Spermophilus parryii son las únicas especies características. Marmota broweri vive en zonas alpinas y está limitado por vegetación subalpina y bosque de coníferas de Alaska. Spermophilus parryii está limitado a la vegetación alpina y subalpina.

En este dendrograma de afinidad de cotas latitudinales a nivel de especies, el coeficiente de correlación cofenética resultó de 0.70, el cual puede considerarse como moderadamente satisfactorio para una representación realista de los datos.

ANÁLISIS POR CUADRANTES.

En cuanto a las matrices por cuadrantes, se ha señalado que no se elaboraron dendrogramas ya que, aún

cuando se optó por desarrollar cuatro matrices entre 185 y 220 cuadrantes cada una, tratándose de mantener los cuadrantes del mismo grado latitudinal dentro de la misma matriz, y esto redujo de una matriz única de 780 cuadrantes a cuatro matrices con un máximo de 220 cuadrantes. Dichas matrices eran aún demasiado grandes para el análisis con el equipo de cómputo disponible, por ello se optó por el cálculo de los promedios de los índices de similitud de cada cuadrante con respecto a todos los demás, dentro de cada matriz.

Los valores promedio de similitud de los cuadrantes de la primera matriz (Figura 7), que va de los 62° a los 72° 59', fueron todos mayores que 66.66%, por lo que se considera como una sola fauna; lo que puede de alguna forma indicar lo homogéneo del hábitat a esas latitudes. Esta región forma parte del área que Hagmeier (1966) llama "Tundran", en su análisis de la mastofauna de Norteamérica. Así mismo, al observar la Figura 9 (riqueza de especies por cuadrantes) se nota que el número de especies es pobre, sobre todo en su parte Oriental. En esta región sólo se encuentran 7 especies y 5 géneros, los cuales son:

Spermophilus parryii

Marmota broweri, M. caligata y M. monax.

Glaucomys sabrinus

Tamiasciurus hudsonicus

Tamias minimus.

Todas ellas, a excepción de M. monax y M.

broweri, son de amplia distribución, lo que podría explicar que los cuadrantes tengan una similitud recíproca tan alta. De esta matriz, Marmota broweri es la única exclusiva, las demás especies se comparten con la siguiente matriz.

En la matriz número 2, que va de los 50° a los 61° 59', aparecen valores de similitud más heterogéneos (Figura 7), pero que siguen siendo altos; así, existen en ella valores menores que 66.66%, principalmente en la parte Noroeste de la matriz, es decir, en los límites de la matriz número 1, y, si bien no se compararon directamente las faunas limítrofes entre matriz y matriz, se puede observar que este decaimiento se debe a que en los cuadrantes superiores de la matriz número 2 se encuentran los límites australes de las especies presentes en la matriz número 1. Así mismo, el número de especies por cuadrante empieza a mostrarse más homogéneo, si bien se puede observar, de nueva cuenta, un menor número de especies en los cuadrantes Orientales. Estos valores dejan entrever que el medio físico presenta características más variadas, al aumentar la superficie de distribución de los organismos, especialmente en las áreas montañosas, lo que permite una mayor diversidad de hábitats. En el Anexo 2 puede observarse como la vegetación es más variada hacia el Sur, especialmente en la parte Oeste de Estados Unidos; lo mismo ocurre con la orografía y los climas.

En la matriz número 2 se tienen 5 géneros con 17 especies, que son:

Tamias minimus, Tamias amoenus, Tamias striatus,
Tamias ruficaudus.

Tamiasciurus hudsonicus, Tamiasciurus douglasi.

Marmota monax, Marmota caligata, M. flaviventris,
M. vancouverensis.

Spermophilus parryi, S. tridecemlineatus, S.
columbianus, S. franklini, S. lateralis, S. richardsoni.

G. sabrinus.

Como puede notarse, 6 especies de la matriz número 1 se encuentran también en esta segunda matriz. Por otro lado, la mayoría de las especies de esta matriz número 2, son de amplia distribución, a excepción de M. vancouverensis, cuya distribución, por ser insular, es muy restringida. Aún cuando los valores de similitud son altos en esta segunda matriz, hay valores hacia el Oeste de Alaska que son menores que 66.66%, esto se debe a que algunas especies, como Marmota monax y Glaucomys sabrinus, no llegan a esta zona.

Tocante a la matriz número 3, que se encuentra entre los 38' y los 49' 59', podemos ver que los valores de similitud caen hacia un nivel inferior a 66.66% casi por completo (Figura 7), lo que hace suponer como agente causal, la gran diversidad de especies existentes en dicha región. Se sigue manifestando la tendencia observada en las dos matrices anteriores de que la riqueza de especies aumenta en la región Centro-Oeste. Ahora de manera palpable, aunque la riqueza vuelve a decaer al llegar a la Costa Oeste. La zona en la que

hay mayor diversidad de especies es precisamente la parte en donde se encuentra la Sierra Nevada y las Montañas Rocosas.

En esta tercera matriz podemos encontrar las siguientes especies:

Glaucomys sabrinus, G. volans.

Tamiasciurus hudsonicus, T. douglasi.

Sciurus griseus, S. niger, S. carolinensis, S. aberti, S. arizonensis.

Dynomys ludovicianus, C. gunnisoni, C. parvidens, C. leucurus.

Spermophilus saturatus, S. lateralis, S. beecheyi, S. franklini, S. tridecemlineatus, S. columbianus, S. richardsoni, S. townsendii, S. washingtoni, S. variegatus, S. spilosoma, S. beldingi, S. armatus, S. elegans, S. brunneus.

Tamias striatus, T. minimus, T. alpinus, T. amoenus, T. ruficaudus, T. townsendii, T. ochrogenys, T. senex, T. sisikyou, T. sonomae, T. dorsalis, T. quadrivittatus, T. quadrimaculatus, T. speciosus, T. panamintinus, T. umbrinus.

Marmota monax, M. flaviventris, M. caligata, M. olympus y M. vancouverensis.

Ammospermophilus leucurus.

Los valores de semejanza faunística entre los cuadrantes no son tan disímiles entre sí, lo que de alguna manera refleja que el contenido específico no es tan heterogéneo. Además debe señalarse que en esta matriz se localizan en la parte Suroccidental, los valores más altos de riqueza de especies.

Por otro lado, en los cuadrantes correspondientes a la isla de Vancouver se encuentran valores muy bajos; esto, debido a que allí se encuentra una especie endémica (Marmota vancouverensis), y sin embargo, el índice no tiene valor de cero ya que hay en la misma isla registros de Tamiasciurus hudsonicus y Tamias townsendii, cuyas distribuciones son muy amplias.

La matriz número 4 es la matriz con un mayor rango latitudinal, lo que podría explicar en primer término los valores tan bajos de similitud entre los cuadrantes (Figura 7). En esta matriz, además, se encuentra el cuadrante con mayor número de especies (118-36,A), y no obstante esto, su índice de similitud es bastante bajo, lo que hace que este cuadrante resulte sumamente interesante desde el punto de vista Zoogeográfico, pues puede considerarse representativo de una zona de gran endemismo, en parte debido a que allí coinciden los límites Sur de la distribución de especies más Nortes. En este cuadrante se encuentra Tamias alpinus, que habita bosque alpino, que es endémica y sólo se registró aquí (118-36, A) y en el cuadrante inmediato superior (118-40, C). Este cuadrante (118-36, A), (ver Figura 2) corresponde a los 118 a 120 grados de longitud W y 36 a 38 de latitud Norte. En la Figura 8 se muestra el solapamiento de límites de especies en esta zona de la matriz, y en la zona Suroccidental de la matriz número tres, ya mencionada.

Es importante hacer notar que aún cuando en esta zona se encontraran los límites de muchas especies, no

necesariamente son los de las 19 registradas, las cuales son: Tamias alpinus, Tamias minimus, Tamias amoenus, Tamias senex, Tamias merriami, Tamias quadrimaculatus, Tamias speciosus, Tamias panamintinus, Tamias umbrinus; Marmota flaviventris; Ammospermophilus leucurus, Ammospermophilus nelsoni; Spermophilus townsendii, Spermophilus boldingi, Spermophilus beecheyi, Spermophilus lateralis; Sciurus griseus; Tamiasciurus douglasi y Glaucomyx sabrinus.

De estas especies, Spermophilus lateralis presenta, según Bronson (1979) variación en su ciclo vital en respuesta a cambios altitudinales. Tamias speciosus, T. alpinus, T. amoenus y T. minimus según Heller (1971) se encuentran distribuidas de acuerdo a la altitud, por efectos medioambientales y por interacciones entre sí. Según Chappell (1978) estas mismas especies están limitadas a una comunidad vegetal particular: T. speciosus en bosque de pino, T. amoenus en tierras arboladas de pino piñón y T. minimus en matorrales abiertos de salvia en la base del declive de la Sierra Nevada. Por otro lado, parece ser que aún en especies de distribución menos restringida hay variaciones en sus hábitos y ciclo vital cuando las condiciones medioambientales o la altitud y latitud cambian (Moore, 1937).

Por otro lado, se observa que la región Este (principalmente de los Estados Unidos), muestra un menor número de especies con respecto a las zonas Centro y Oeste (Figura 9). El número de especies también disminuye a medida que disminuye la latitud, como ya se había mencionado.

Cabe mencionar que Simpson (1964) encontró que la densidad de mamíferos en Norte y Centroamérica aumenta hacia el Ecuador y disminuye hacia los Polos. Esto no ocurre en Sciúridos. Sin embargo, este mismo autor también menciona que la densidad de mamíferos puede aumentar en zonas montañosas. Esto es precisamente lo que ocurre en los Sciúridos, ya que es en la Sierra Nevada donde se encuentra el número más alto de riqueza de especies. El bajo número progresivo de especies hacia el Este puede deberse a que algunas de éstas, como las marmotas, perros de las praderas y ardillones prefieren hábitats más secos o, por otro lado zonas de bosques y, a medida que disminuye la latitud van apareciendo las selvas, en las cuales, los géneros de Sciúridos de América no se han diversificado como lo han hecho los géneros Asiáticos, que a su vez se han encontrado con una superficie tres veces más grande. En América solo Sciurus se ha diversificado en condiciones tropicales, dando origen a géneros como Microsciurus y Syntheosciurus. Por otro lado, parece ser determinante la acción del Eje Volcánico como barrera para muchos organismos (Mares, 1979; Brown y Gibson, 1983); ya que muchas especies encuentran sus límites en esta zona, precisamente en lo que muchos autores han considerado como el límite de la Región Neotropical y la Región Neártica (Smith, 1940 y Goldman y Moore, 1945). En los mamíferos de Norteamérica los cambios de altitud y vegetacionales presentan una limitante en las áreas de su distribución (Rapoport, 1975) y en la mayoría de las ardillas se observa

una correlación entre los cambios de su distribución con la vegetación (Ver Anexo 2).

En cuanto a las especies que se encuentran en la matriz número 4, son las siguientes:

Tamias striatus, T. alpinus, T. minimus, T. amoenus, T. senex, T. sonomae, T. merriami, T. obscurus, T. dorsalis, T. quadrivittatus, T. canipes, T. cinereicollis, T. quadrimaculatus, T. speciosus, T. panamintinus, T. umbrinus, T. palmeri, T. bulleri, T. durangae.

Marmota flaviventris, M. monax.

Ammospermophilus harrisi, A. leucurus, A. interpres, A. nelsoni.

Spermophilus townsendii, S. beldingi, S. tridecemlineatus, S. mexicanus, S. spilosoma, S. perotensis, S. franklini, S. variegatus, S. atricapillus, S. beecheyi, S. adocetus, S. mohavensis, S. tereticaudus, S. lateralis.

Cynomys ludovicianus, C. mexicanus, C. parvidens, C. gunnisoni.

Sciurus carolinensis, S. aureogaster, S. coliaei, S. yucatanensis, S. variegatoides, S. deppoi, S. niger, S. oculatus, S. nayaritensis, S. alleni, S. arizonensis, S. griseus, S. aberti, S. granatensis, S. richmondi.

Syntheosciurus brochus, Microsciurus alfari, M. mimulus.

Glaucomys volans, G. sabrinus; Tamiasciurus hudsonicus y T. mearnsii.

Es importante hacer mención de la enorme

variedad de taxa en la matriz 4, en comparación con las otras matrices, lo que puede deberse, en parte, a la gran extensión latitudinal que ocupan los cuadrantes de esta última matriz.

Al analizar los valores de similitud de los cuadrantes de cada matriz, en la Figura 7, se distinguen claramente los valores de la matriz 1 y 2 (Alaska y Canadá) como valores que se mantienen, en su mayoría, entre los valores mayores al punto crítico. Esto quizá se debe a que las especies presentes tienen una distribución similar, llegando a sus límites hasta la matriz 3. Es importante mencionar que las matrices difieren en su extensión latitudinal, tratándose en la matriz número 1 de 187 cuadrantes con 10 grados de extensión latitudinal total: mientras que en la matriz 2 hay 220 cuadrantes con un espectro de 12 grados latitudinales de superficie. La matriz 3 tiene 185 cuadrantes con 12 grados de extensión latitudinal y la matriz 4, 187 cuadrantes con 30 grados de espectro latitudinal. Esta diferencia se debió, como ya se había mencionado, a la dificultad de trabajar con una matriz tan grande, y al dividirse se optó por mantener en una misma matriz los cuadrantes del mismo rango latitudinal y no por dividirlos en el mismo número de cuadrantes o grados latitudinales.

En la matriz 3 aún cuando no hay una clara similitud entre sus cuadrantes, se encuentran en algunos de ellos los números más altos de especies; además, en la parte Oriental se encuentran los valores de similitud más altos (y en cuanto a la riqueza de especies, los más bajos).

mientras que al Oeste se tienen los promedios más bajos, pero la mayor riqueza de especies, lo que además coincide con la zona donde muchas especies encuentran su límite (Figura 8). Algo muy parecido ocurre en la parte Norte de la matriz número 4 en la que además se aprecia una clara diferenciación entre los cuadrantes del Este y Oeste, esto mismo fue encontrado por Bock y Smith (1982) con anfibios, y por Simpson (1964) y Rapoport (1975) en la mastofauna de Norteamérica. Puede verse que la parte Este es más plana y más húmeda y la Oeste más montañosa, aunque más seca lo cual es importante no sólo para los Sciuridos, sino también para otros grupos, ya que las zonas montañosas proporcionan mayor variedad de ambientes en cuanto a clima y vegetación, y por tanto mayor número de hábitats. Es probable que a esto se deba la gran riqueza de especies, ya que estos factores pueden promover la especiación geográfica, debido al aislamiento de parches de biomas particulares durante los notables eventos paleoclimáticos del Pleistoceno.

Por otro lado, se observa que especies como Spermophilus franklini, Marmota monax, Tamias striatus, Glaucomys volans, Sciurus carolinensis y Sciurus niger están distribuidas hacia el Este, encontrando su límite hacia los 100 grados longitud Oeste, y de éstas, las tres primeras no llegan a la parte Sur, lo que puede contribuir a explicar la diferenciación de estas regiones.

Por otro lado, se encuentran valores de similitud

de 29 y 30% en ciertos puntos de esta matriz número 4: en el Norte de la Sierra Madre Oriental, Costa de Sonora, Eje Neovolcánico y Sierras de Puebla y Veracruz. En lo que respecta al Eje Neovolcánico, muchas especies encuentran allí su límite Norte (p. ej. Sciurus aureogaster, que también es limitada por la Sierra Madre Oriental; Spermophilus adocetus y S. annulatus) y su límite Sur (p. ej. Spermophilus perotensis, S. variegatus, S. mexicanus, S. pilosoma, Sciurus oculatus y S. nayaritensis).

Puede notarse también una alta diferenciación de los Sciúridos de Panamá y Costa Rica, esto probablemente debido a que están restringidos como ya se había mencionado, por el tipo de bosque, el cual termina bruscamente, limitando así a especies como Microsciurus alfari, M. mimulus y Syntheosciurus brochus. También es importante notar que en Centroamérica decae la riqueza de especies bruscamente en comparación con el resto de la matriz.

Los Sciúridos han sido limitados por barreras orográficas y vegetacionales, pero no siempre se observa una limitante hidrográfica, de modo que especies como Sciurus niger y Spermophilus mexicanus se distribuyen indistintamente, librando el Río Bravo.

A partir de estos resultados de similitud se pudieron reconocer seis regiones (Figura 10) trazadas en los límites de los cuadrantes con valores mayores y menores al punto crítico de cada matriz. Estas regiones indican cierta diferenciación faunística, y al ser comparadas con las de

otros autores, muestran gran concordancia general (Allen 1892; Merriam, 1898 y Hagmaier, 1966) (Ver Anexo 3 y Figura 11). El contenido específico de cada región se encuentra en el Anexo 4. Es importante hacer mención de la Región 6, en la cual se encuentra un alto número de especies y que incluye el territorio de México, en el cual de las 35 especies que se encuentran, 14 son endémicas y se localizan en las Sierras Madre Oriental y Occidental y el Eje Neovolcánico. Muchas especies de esta Región que no se encuentran en México, están limitadas en la Sierra Nevada.

En la figura 8 se muestran los límites de distribución de especies de Sciúridos, y puede notarse que hay muchas especies que tienen sus límites en las zonas número 3 y 6 de la Figura 10, en la parte que corresponde a la Sierra Nevada y Montañas Rocosas; así como en las Sierras Madre Oriental y Occidental y el Eje Neovolcánico. Esta confluencia de límites provoca una alta diferenciación faunística. Esto mismo ha sido señalado por otros autores: Mares (1979) encuentra que las zonas montañosas (Sierra Nevada, Sierra Madre Oriental y Occidental, Eje Neovolcánico y Sierras de Baja California) presentan barreras para los roedores adaptados a ambientes xéricos. Rapoport (1975) menciona que las especies de mamíferos de Norteamérica se ven limitadas en un 14% por montañas, además de factores no determinados (48%), vegetación (7%), islas (14%) y ríos (17%). Asimismo, este autor encuentra que los límites de los mamíferos y direcciones preferenciales se concentran a lo

largo de la Sierra Nevada. Brown y Gibson (1983) mencionan que varias especies de Tamias (T. dorsalis, T. quadrivittatus y T. umbrinus) se ven limitadas por competencia y agresión en esta zona. Heller (1971) menciona que T. amoenus, T. alpinus, T. speciosus y T. minimus se ven limitadas por cambios en la vegetación y agresiones entre ellas en la Sierra Nevada. Puede notarse que esta zona tiene una vegetación muy variada (Anexo 2); así, tenemos que muchas de estas especies se ven limitadas por factores altitudinales o vegetacionales, como ya se discutíó.

Es importante indicar que las zonas de mayor confluencia de especies, en las que además se encuentran muchos casos de endemismos, son áreas prioritarias de conservación, por lo que se proponen a las regiones de la Sierra Nevada y las Sierras Madre Oriental y Occidental y Eje Neovolcánico como zonas de Reservas. Se propone el estudio en México del comportamiento de competencia y factores limitantes de las especies endémicas (ver Anexo 5) como son Tamias bulleri, Tamias durangae, Spermophilus perotensis, Spermophilus madrensis, Sciurus colliaei, Sciurus alleni, Sciurus nayaritensis, en la Sierras Madre Oriental y Occidental; Ammospermophilus insularis, en la Isla Espíritu Santo; Spermophilus atricapillus y Tamiasciurus mearnsi, en las Sierras de Baja California; Sciurus yucatanensis en la Península de Yucatán; Sciurus oculatus, Spermophilus adocetus, Spermophilus annulatus en el Eje Neovolcánico.

Se propone también el análisis de la distribución de la Familia en toda América, con un sistema de cuadrantes de 5 grados de latitud por 5 grados de longitud, que facilite el manejo de los datos, así como posteriores análisis de la distribución mundial de la Familia.

Los estudios zoogeográficos suelen tener un carácter de integración de diversas disciplinas, y por lo tanto, pueden convertirse en herramientas comparativas útiles desde puntos de vista tan diversos como la reconstrucción de la filogenia de grupos biológicos, reconocimiento de los efectos de eventos del pasado geológico sobre la evolución de las especies, búsqueda de áreas críticas de alta riqueza faunística con fines conservacionistas. Además, dada la enorme riqueza de especies biológicas particularmente en México, es difícil establecer sistemas precisos de clasificación y de biotas y aún más el lograr modelos de validez general.

De este modo, tenemos que el presente trabajo puede ayudar a inferir el origen del grupo. En América se encuentran 11 géneros con 100 especies; mientras que en Eurasia hay 33 géneros con 128 especies. Podría pensarse que, por un lado, la radiación de Sciúridos fué mayor en Asia que en Norteamérica, o por otro, que su origen tuvo lugar en Asia. Al respecto, Lavocat (1970) considera que las ardillas aparecieron en Asia y llegaron de allí hasta

América: Rausch y Rausch (1971) dan pruebas de que el origen de las ardillas fué América, basados en el estudio y comparación de cariotipos así como de ecto y endoparásitos de varias especies de Marmota. Por otra parte, según Colbert (1955) el ambiente arborícola les proporciono a los Sciúridos seguridad y alimento, lo que ha asegurado su larga continuidad y su gran radiación genérica sobre todo en Asia.

Por otro lado, los fósiles más antiguos de Sciúridos se encuentran en Norteamérica (Anderson y Jones, 1984; Vaughan, 1979; Sánchez, 1981), además de que los ancestros de los Sciúridos, una familia antigua de roedores llamados Isquirónidos, cuyo género más conocido es Paramys, datan del Paleoceno y Eoceno de Norteamérica (Colbert, 1971; Hafner, 1984). Según Matthews (1910), una especie de Paramys (P. delicatus) dió origen a Prosciurus y dentro de este grupo se presenta el tronco común del que derivaron los Sciúridos actuales. Por ésto, se considera a Norteamérica como el Centro de origen y dispersión de los Sciúridos. Ahora bien, el número bajo de especies y géneros en América, en relación con los géneros Asiáticos, se atribuye principalmente a las dimensiones de ambos continentes, ya que Asia proporcionó un área de distribución tres veces mayor que Norteamérica como se dijo antes, y además, tomando en cuenta el tiempo de aparición de los Sciúridos (Oligoceno Medio de Norteamérica; Vaughan, 1979; Anderson y Jones, 1984), para los Sciúridos fué un

proceso tardío llegar a Centro y Sudamérica, ya que la más reciente conexión con Norteamérica ocurrió hasta el Eoceno (Brown, 1983); hasta ese momento pudo Centroamérica servir de puente, aunque estrecho, para las especies arbóricolas y tropicales. De este modo Sciurus dió origen a los géneros Centroamericanos Syntheosciurus y Microsciurus y al género Sudamericano Sciurillus (Bryant, 1945; Walker, 1975). Esto explica el por qué se encuentran menos radiadas las ardillas en América, que fué su Centro de origen, y también el por qué el número de géneros y especies disminuye notoriamente hacia Centroamérica; puesto que la extensión disminuye también y además, cuando pasaron a Sudamérica, ya estaban ocupados muchos nichos ecológicos, especialmente para las ardillas arbóricolas, mientras que para las terrestres, Centroamérica representaba más que un corredor, una barrera, debido a los tipos de vegetación, y muchos taxa, como las Marmotas, se vieron afectadas por las glaciaciones del Pleistoceno (Dainoff, 1984); por tanto, con la evidencia actualmente disponible, podemos decir que las ardillas parecen haberse originado en América y aparentemente pasaron a Asia cuando predominaban en Alaska los bosques de Coníferas a finales del Mioceno (Brown y Gibson, 1983). Puede explicarse el alto número de géneros asiáticos al considerar que este continente presentó un área mayor para que las ardillas se diversificaran y lo colonizaron relativamente temprano. Por otro lado, aun no existía la conexión definitiva entre Norte y Sudamérica

por lo que el área de dispersión era menor, mientras que Asia como ya se ha mencionado presenta una extensión geográfica por lo menos tres veces mayor. Además, en América radiaron las especies terrestres principalmente, mientras que en Asia radiaron las arborícolas con mayor éxito.

Se propone, por tanto, un estudio integral de la distribución de las ardillas en todo el Mundo, buscando patrones de distribución relacionados con las Regiones Zoogeográficas, así como evidencias que ayuden a explicar el origen y radiación de los Sciúridos,

CONCLUSIONES:

1. Existen gradientes latitudinales en el número de especies y géneros de Sciúridos, cuya riqueza aumenta en las zonas templadas y disminuye hacia los polos y trópicos.
2. Son géneros exclusivos de la región Neártica Tamiasciurus, Cynomys y Marmota; y exclusivos de la región Neotropical, Microsciurus y Syntheosciurus.
3. La mayoría de las especies que se encuentran en la franja máxima son de distribución muy amplia, a excepción de Tamias alpinus, T. sonomae, T. ochrogenys y Cynomys parvidens, las cuales pueden considerarse como especies indicativas, pues están limitados por la vegetación y la orografía.
4. En Norteamérica se encuentra la mayor riqueza de especies de Sciúridos, entre los 36 y 38 grados latitud Norte y 118 y 120 grados longitud Oeste, esto es, en el Oeste de los Estados Unidos coincidiendo con la Sierra Nevada.
5. De los 60 a 72 grados, esto es, los territorios de Canada y Alaska, en cuanto al contenido de Sciúridos, constituyen una sola fauna.
6. Los Sciúridos presentan patrones generales de distribución como los encontrados por otros autores para mamíferos, es decir, se comportan como cualquier otro mamífero, dependiendo de la estructura de la vegetación, la disponibilidad de alimento y la competencia interespecífica.
7. Para los Sciúridos ha sido importante en su

distribución las zonas con accidentes orográficos y distinta vegetación; así como los acontecimientos geológicos para su limitación y dispersión.

8. A nivel de géneros, se consideran indicativos Ammospermophilus, exclusivo del Norte de México y Oeste de E.U.A.; Syntheosciurus, exclusivo de Costa Rica; Microsciurus, exclusivo de Costa Rica y Panamá. A nivel de especies, algunas especies de Tamias son exclusivas del Oeste de Estados Unidos y algunas especies de Marmotas (Marmota vancouverensis y M. olympus) exclusivas del límite de la Costa Oeste entre Canadá y Estados Unidos.

9. La distribución de ardillas en Norte y Centroamérica contribuye al apoyo de la división de las regiones Zoogeográficas Neártica y Neotropical, así como al concepto de Simpson de que la densidad aumenta en zonas montañosas.

10. Las ardillas tuvieron su centro de origen en Norteamérica y su principal centro de radiación en Asia.

11. Son regiones prioritarias de conservación para la fauna de Sciúridos, la zona Oeste de los Estados Unidos de Norteamérica y en México, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental, por su alto endemismo.

12. En México de las 35 especies de Sciúridos presentes, 14 son endémicas, por lo que se sugieren muestreos en diferentes altitudes y latitudes a lo largo de las Sierras Madres Oriental y Occidental y en el Eje Neovolcánico, donde

se encuentra la mayoría.

13. Se propone el establecimiento de Reservas Naturales en nuestro País, especialmente en las partes menos alteradas de los bosques de la Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico.

14. Se propone el análisis de la fauna de Sciúridos de todo el Continente Americano con un sistema de cuadrantes de 5 grados de latitud por 5 grados de longitud.

CUADRO 1. Lista de las especies de Sciúridos de Norte y Centroamérica, según Honacki et al. (1982).

- | | |
|--|---|
| 1.- <i>Tamias striatus</i> | 44.- <i>Spermophilus tridecemlineatus</i> |
| 2.- <i>Tamias alpinus</i> | 45.- <i>Spermophilus mexicanus</i> |
| 3.- <i>Tamias minimus</i> | 46.- <i>Spermophilus spilosoma</i> |
| 4.- <i>Tamias amoenus</i> | 47.- <i>Spermophilus perotensis</i> |
| 5.- <i>Tamias townsendii</i> | 48.- <i>Spermophilus franklini</i> |
| 6.- <i>Tamias ochrogenys</i> | 49.- <i>Spermophilus variegatus</i> |
| 7.- <i>Tamias senex</i> | 50.- <i>Spermophilus atricapillus</i> |
| 8.- <i>Tamias siskiyou</i> | 51.- <i>Spermophilus beecheyii</i> |
| 9.- <i>Tamias sonomae</i> | 52.- <i>Spermophilus annulatus</i> |
| 10.- <i>Tamias merriami</i> | 53.- <i>Spermophilus adocetus</i> |
| 11.- <i>Tamias obscurus</i> | 54.- <i>Spermophilus mohavensis</i> |
| 12.- <i>Tamias dorsalis</i> | 55.- <i>Spermophilus tereticaudus</i> |
| 13.- <i>Tamias quadrivittatus</i> | 56.- <i>Spermophilus lateralis</i> |
| 14.- <i>Tamias ruficaudus</i> | 57.- <i>Spermophilus saturatus</i> |
| 15.- <i>Tamias canipes</i> | 58.- <i>Spermophilus madrensis</i> |
| 16.- <i>Tamias cinereicollis</i> | 59.- <i>Cynomys ludovicianus</i> |
| 17.- <i>Tamias quadrimaculatus</i> | 60.- <i>Cynomys mexicanus</i> |
| 18.- <i>Tamias speciosus</i> | 61.- <i>Cynomys leucurus</i> |
| 19.- <i>Tamias panamintinus</i> | 62.- <i>Cynomys parvidens</i> |
| 20.- <i>Tamias umbrinus</i> | 63.- <i>Cynomys gunnisoni</i> |
| 21.- <i>Tamias palmeri</i> | 64.- <i>Sciurus carolinensis</i> |
| 22.- <i>Tamias bulleri</i> | 65.- <i>Sciurus aureogaster</i> |
| 23.- <i>Tamias durangae</i> | 66.- <i>Sciurus coliaei</i> |
| 24.- <i>Marmota monax</i> | 67.- <i>Sciurus yucatanensis</i> |
| 25.- <i>Marmota flaviventris</i> | 68.- <i>Sciurus variegatoides</i> |
| 26.- <i>Marmota caligata</i> | 69.- <i>Sciurus deppel</i> |
| 27.- <i>Marmota broweri</i> | 70.- <i>Sciurus niger</i> |
| 28.- <i>Marmota olimpus</i> | 71.- <i>Sciurus oculatus</i> |
| 29.- <i>Marmota vancouverensis</i> | 72.- <i>Sciurus nayaritensis</i> |
| 30.- <i>Ammospermophilus harrisii</i> | 73.- <i>Sciurus alleni</i> |
| 31.- <i>Ammospermophilus leucurus</i> | 74.- <i>Sciurus arizonensis</i> |
| 32.- <i>Ammospermophilus interpres</i> | 75.- <i>Sciurus griseus</i> |
| 33.- <i>Ammospermophilus insularis</i> | 76.- <i>Sciurus aberti</i> |
| 34.- <i>Ammospermophilus nelsoni</i> | 77.- <i>Sciurus granatensis</i> |
| 35.- <i>Spermophilus townsendii</i> | 78.- <i>Sciurus richmondi</i> |
| 36.- <i>Spermophilus washingtoni</i> | 79.- <i>Syntheosciurus brochus</i> |
| 37.- <i>Spermophilus brunneus</i> | 80.- <i>Microsciurus alfari</i> |
| 38.- <i>Spermophilus richardsoni</i> | 81.- <i>Microsciurus mimulus</i> |
| 39.- <i>Spermophilus elegans</i> | 82.- <i>Tamiasciurus hudsonicus</i> |
| 40.- <i>Spermophilus armatus</i> | 83.- <i>Tamiasciurus douglasii</i> |
| 41.- <i>Spermophilus beldingi</i> | 84.- <i>Tamiasciurus nearnsi</i> |
| 42.- <i>Spermophilus columbianus</i> | 85.- <i>Glaucomys volans</i> |
| 43.- <i>Spermophilus parryii</i> | 86.- <i>Glaucomys sabrinus</i> |

CUADRO 2. Rangos de distribución latitudinal de especies y géneros de la familia Sciuridae; Basado en los mapas de Hall (1981).

NOMBRE	DISTRIBUCION(géneros)	DISTRIBUCION(especies)
<i>Tamias striatus</i>	65 05' a 22 30'	51 09' a 30 01'
<i>Tamias alpinus</i>		38 00' a 36 01'
<i>Tamias minimus</i>		65 05' a 32 55'
<i>Tamias amoenus</i>		54 45' a 37 01'
<i>Tamias townsendii</i>		49 23' a 42 01'
<i>Tamias ochrogenys</i>		40 25' a 42 01'
<i>Tamias senei</i>		45 01' a 37 01'
<i>Tamias siskiyou</i>		44 10' a 41 01'
<i>Tamias sonomae</i>		41 50' a 37 40'
<i>Tamias merriami</i>		38 10' a 32 40'
<i>Tamias obscurus</i>		34 00' a 30 01'
		y 28 01' a 27 20'
<i>Tamias dorsalis</i>		42 01' a 25 20'
<i>Tamias quadrivittatus</i>		41 48' a 34 01'
<i>Tamias ruficaudus</i>		50 30' a 45 00'
<i>Tamias canipes</i>		34 01' a 31 10'
<i>Tamias cinereicollis</i>		35 00' a 32 20'
<i>Tamias quadrimaculatus</i>		40 20' a 37 20'
<i>Tamias speciosus</i>		40 50' a 32 20'
<i>Tamias panamintinus</i>		38 00' a 34 01'
<i>Tamias umbrinus</i>		45 00' a 36 00'
<i>Tamias palmeri</i>		36 01' a 35 50'
<i>Tamias bulleri</i>		24 00' a 22 30'
<i>Tamias durangae</i>		26 30' a 23 30'
<i>Marmota monax</i>	70 38' a 32 00'	64 51' a 32 00'
<i>Marmota flaviventris</i>		52 08' a 34 01'
<i>Marmota caligata</i>		68 12' a 44 12'
<i>Marmota broweri</i>		70 38' a 66 00'
<i>Marmota olimpus</i>		47 00' a 47 59'
<i>Marmota vancouverensis</i>		50 48' a 48 01'
<i>Ammospermophilus harrisi</i>	44 00' a 22 50'	36 00' a 28 30'
<i>Ammospermophilus leucurus</i>		44 00' a 22 50'
<i>Ammospermophilus interpres</i>		35 00' a 26 00'
<i>Ammospermophilus insularis</i>		24 30'
<i>Ammospermophilus nelsoni</i>		37 05' a 34 55'
<i>Spermophilus townsendii</i>	72 00' a 17 56'	47 00' a 36 40'
<i>Spermophilus washingtoni</i>		47 00' a 45 00'
<i>Spermophilus brunneus</i>		45 00' a 44 00'
<i>Spermophilus richardsoni</i>		54 30' a 43 01'
<i>Spermophilus elegans</i>		45 37' a 38 01'
<i>Spermophilus armatus</i>		45 40' a 38 55'
<i>Spermophilus baldingi</i>		45 00' a 37 00'
<i>Spermophilus columbianus</i>		54 00' a 43 00'
<i>Spermophilus parryi</i>		72 00' a 55 01'
<i>Spermophilus tridecemlineatus</i>		54 20' a 27 40'
<i>Spermophilus mexicanus</i>		33 00' a 18 40'
<i>Spermophilus spilosoma</i>		43 01' a 21 30'
<i>Spermophilus perotensis</i>		19 30' a 19 05'

<i>Spermophilus franklini</i>			54 40'	a	37 30'
<i>Spermophilus variegatus</i>			41 00'	a	18 20'
<i>Spermophilus atricapillus</i>			28 20'	a	25 30'
<i>Spermophilus beecheyii</i>			47 01'	a	29 01'
<i>Spermophilus annulatus</i>			21 20'	a	17 56'
<i>Spermophilus adocetus</i>			19 20'	a	18 15'
<i>Spermophilus mohavensis</i>			36 15'	a	34 30'
<i>Spermophilus tereticaudus</i>			37 00'	a	27 20'
<i>Spermophilus lateralis</i>			55 56'	a	32 40'
<i>Spermophilus saturatus</i>			49 35'	a	45 01'
<i>Spermophilus madrensis</i>			28 20'	a	25 30'
<i>Cynomys mexicanus</i>	49 20'	a	23 50'		25 30' a 23 50'
<i>Cynomys ludovicianus</i>			49 20'	a	29 00'
<i>Cynomys leucurus</i>			45 00'	a	38 10'
<i>Cynomys parvidens</i>			39 10'	a	37 30'
<i>Cynomys gunnisoni</i>			39 01'	a	33 20'
<i>Sciurus carolinensis</i>	52 55'	a	07 01'		52 55' a 25 05'
<i>Sciurus aureogaster</i>			25 30'	a	14 30'
<i>Sciurus colliaei</i>			29 01'	a	19 01'
<i>Sciurus yucatanensis</i>			21 40'	a	15 30'
<i>Sciurus variegatoides</i>			17 50'	a	07 01'
<i>Sciurus deppei</i>			24 01'	a	10 30'
<i>Sciurus niger</i>			49 38'	a	25 40'
<i>Sciurus oculatus</i>			22 40'	a	19 01'
<i>Sciurus nayaritensis</i>			32 01'	a	19 15'
<i>Sciurus alleni</i>			26 40'	a	22 20'
<i>Sciurus arizonensis</i>			35 01'	a	31 15'
<i>Sciurus griseus</i>			48 01'	a	32 40'
<i>Sciurus aberti</i>			41 01'	a	32 01'
			y 29 01'	a	23 40'
<i>Sciurus granatensis</i>			10 01'	a	07 01'
<i>Sciurus richmondi</i>			11 01'	a	13 01'
<i>Syntheosciurus brochus</i>	10 01'	a	08 30'		
<i>Microsciurus alfari</i>	11 01'	a	07 01'		11 01' a 07 01'
<i>Microsciurus mimulus</i>			09 30'	a	07 01'
<i>Tamiasciurus hudsonicus</i>	68 08'	a	31 01'		68 08' a 33 00'
<i>Tamiasciurus douglasi</i>			51 40'	a	35 30'
<i>Tamiasciurus mearnsi</i>			32 01'	a	31 01'
<i>Glaucomys volans</i>	68 01'	a	14 30'		23 01' a 14 30'
<i>Glaucomys sabrinus</i>			68 01'	a	33 40'



Figura 1. Regiones zoogeográficas reconocidas por Wallace (1876). Tomado de Udvardy, 1969.

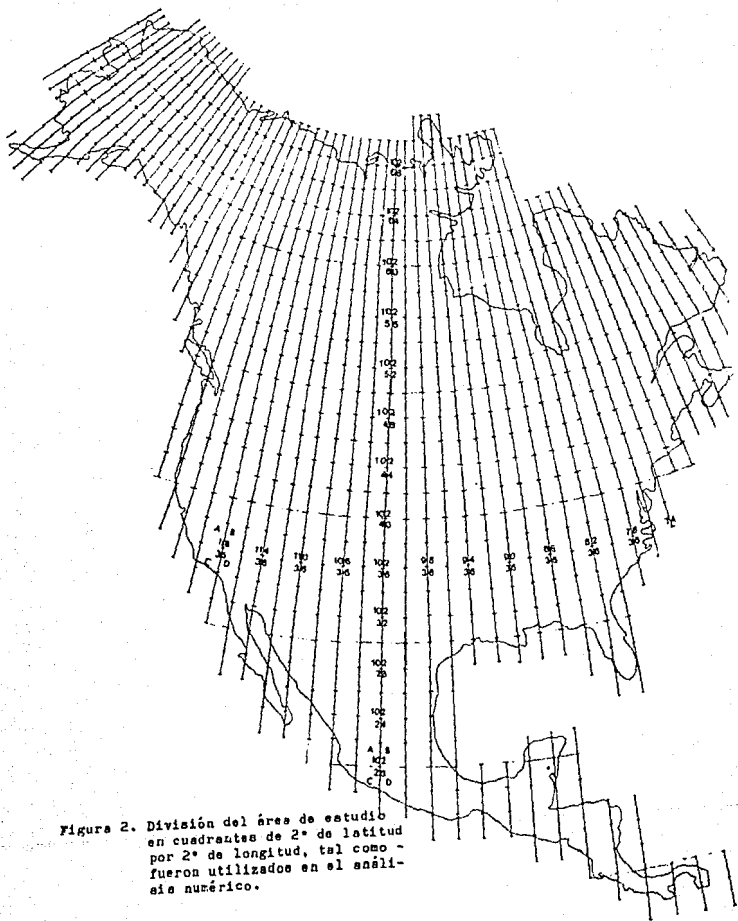


Figura 2. División del área de estudio en cuadrantes de 2° de latitud por 2° de longitud, tal como fueron utilizados en el análisis numérico.

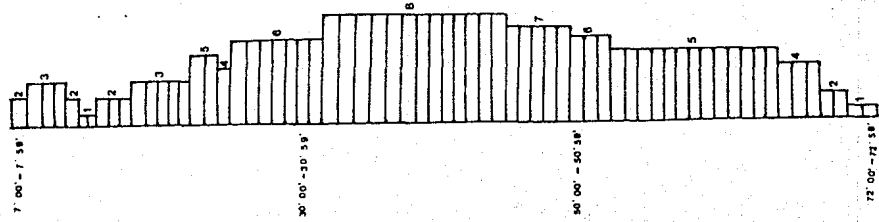


Figura 3. Histograma de frecuencia de géneros de Sciúridos por cota latitudinal.

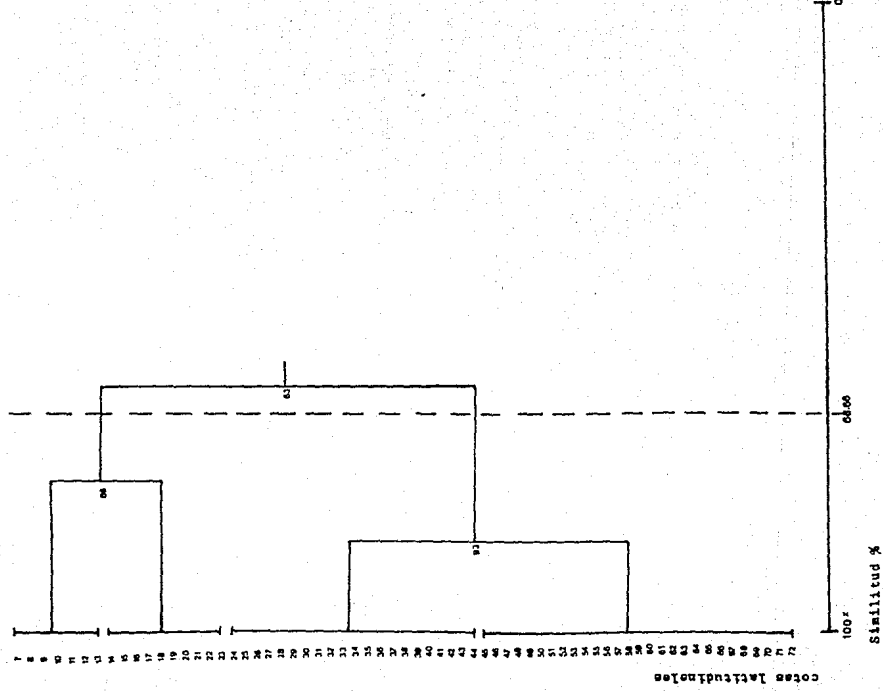


Figura 4. Dendrograma elaborado para la similitud de 66años de cada cota latitudinal. (Según el método de ligamiento promedio ponderado; Criaci y López, 1983).

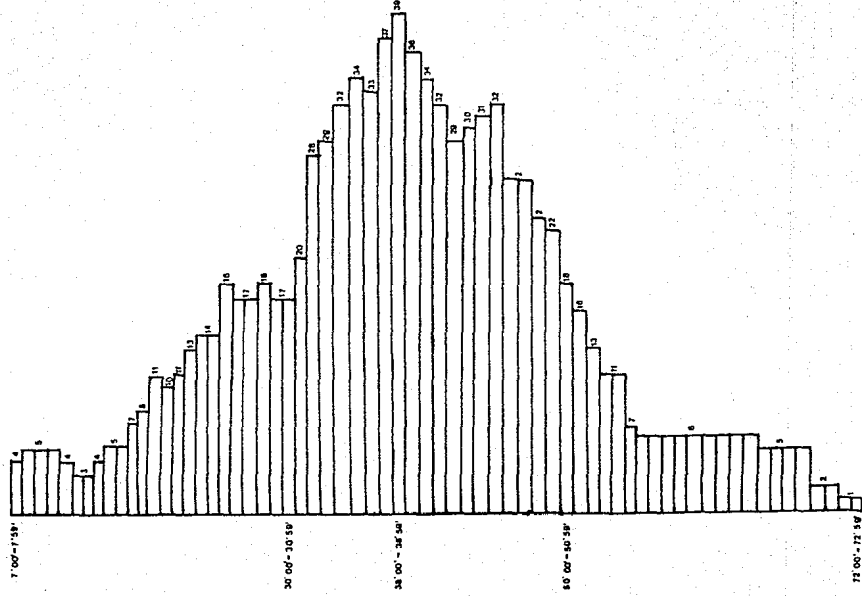


Figura 5. Histograma de frecuencias de especies de Sciuridae por cotula (tudinal).

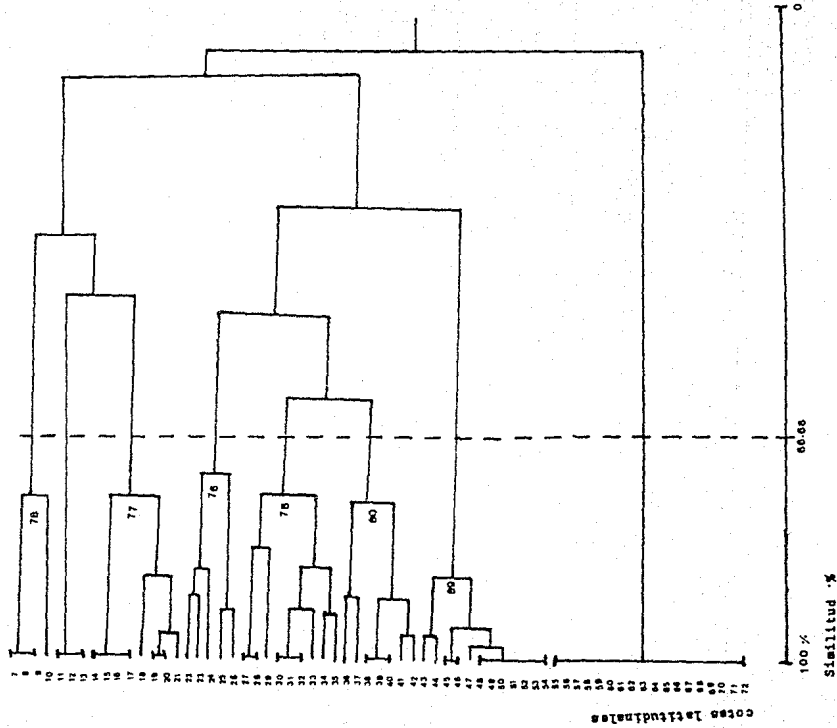
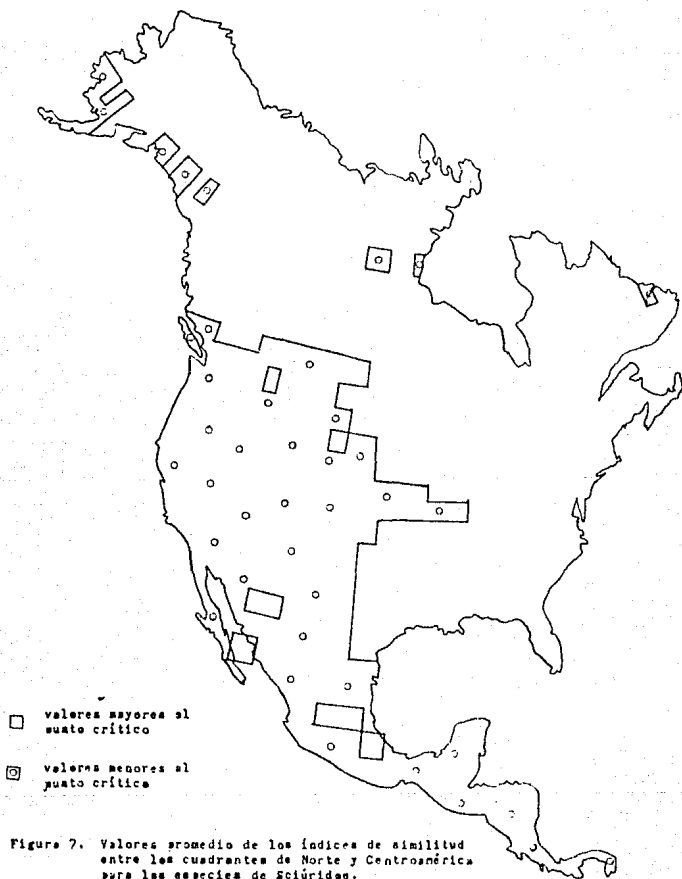


Figura 6. Dendrograma para la similitud de especies de Scolítidos de las cotas latitudinales. (Según el método de ligamiento promedio ponderado; Criaci y López, 1983).



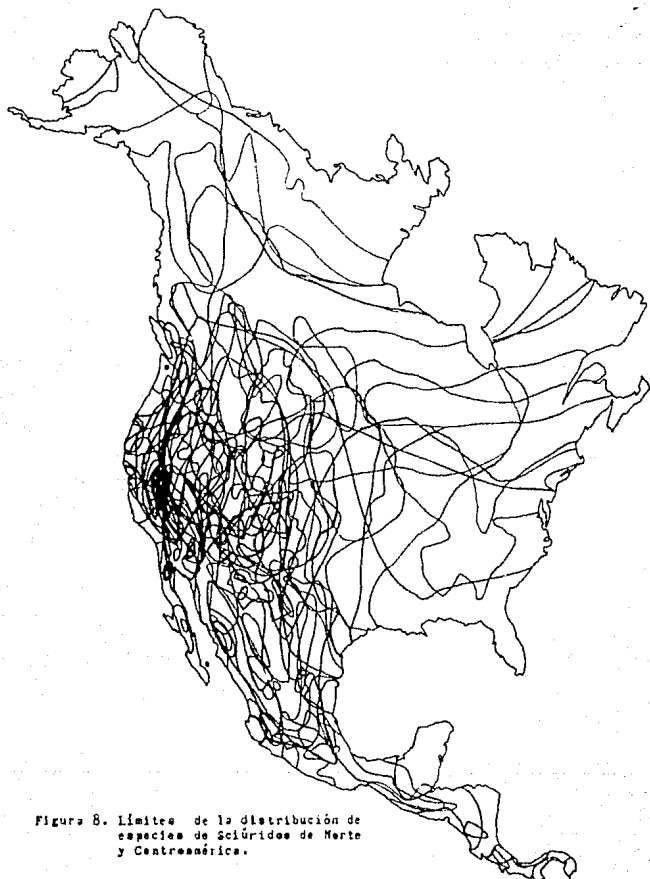


Figura 8. Límites de la distribución de especies de Sciúridos de Norte y Centronamérica.

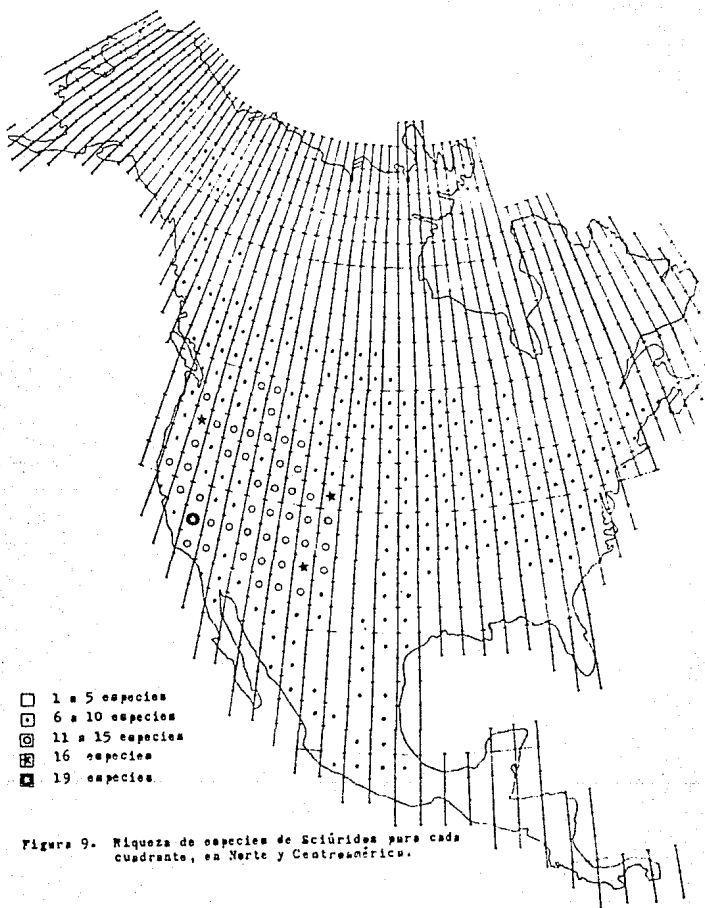


Figura 9. Riqueza de especies de Sciúridos para cada cuadrante, en Norte y Centroamérica.

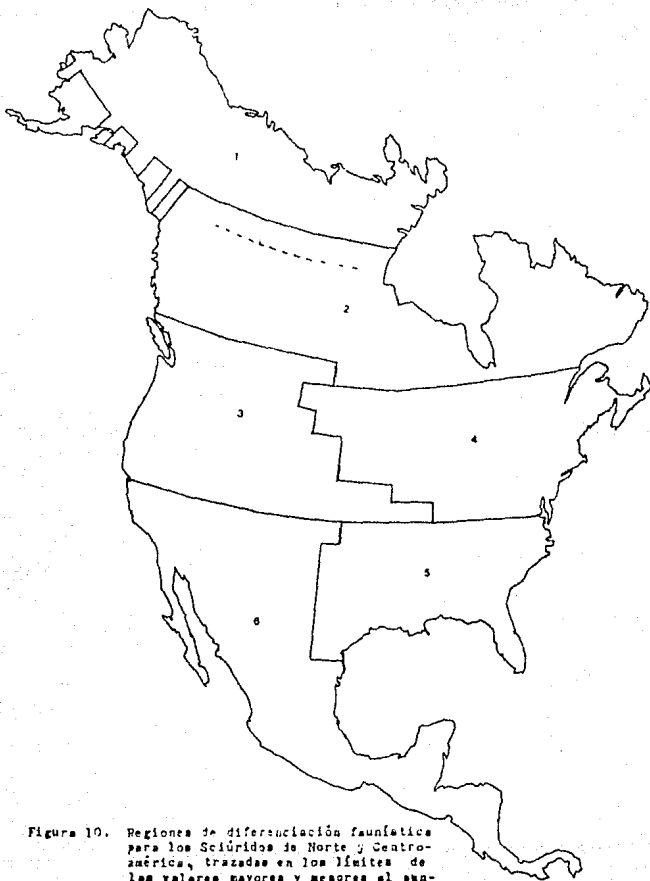
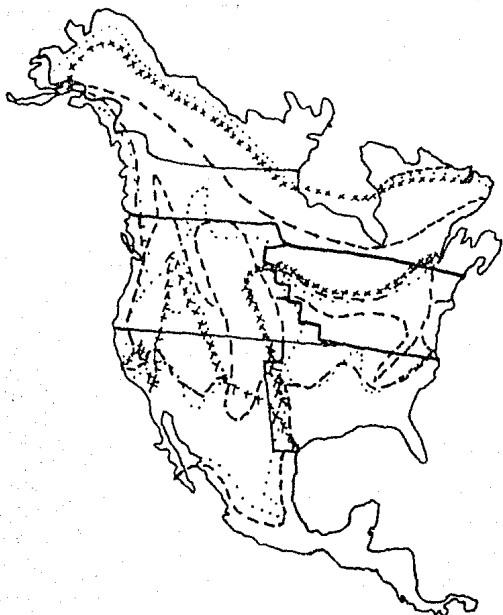


Figura 10. Regiones de diferenciación faunística para los Sciúridos de Norte y Centroamérica, trazadas en los límites de los valores mayores y menores al punto crítico de cada matriz.



- Zonas de Vida
(Merriam, 1890)
- ▤ Áreas faunísticas
(Allen, 1892)
- ⋯ Subregiones (Hagmeier
1966).
- ▨ Zonas de diferenciación
faunística de la Fig. 10

Figura 11. Comparación entre las zonas de vida (Merriam, 1890); áreas faunísticas (Allen, 1892); subregiones (Hagmeier, 1966) y las regiones de diferenciación faunística de la Figura 10.

ANEXO 1. Especies que forman parte de los grupos resultantes del dendrograma construido para las faunas de las franjas latitudinales.

7 a 10lat.N: Microsciurus mimulus, M. alfari, Synthesosciurus brochus, Sciurus granatensis, S. deppel y S. variegatoides.

11 a 13lat.N: Sciurus deppel, S. variegatoides, S. richmondi y Microsciurus alfari.

14 a 21lat.N: Glaucomys volans, Sciurus nayaritensis, S. oculatus, S. deppel, S. variegatoides, S. yucatanensis, S. colliyai, S. aureogaster; Spermophilus adocetus, S. annulatus, S. variegatus, S. perotensis, S. spilosoma y S. mexicanus.

22 a 26lat.N: Tamias dorsalis, T. bulleri, T. durangae; Cynomys mexicanus; Ammospermophilus insularis, A. interpres, A. leucurus; Spermophilus mexicanus, S. tridecemlineatus, S. spilosoma, S. variegatus, S. atricapillus, S. madrensis; Sciurus carolinensis, S. aureogaster, S. colliyai, S. deppel, S. niger, S. oculatus, S. nayaritensis, S. alleni, S. aberti y Glaucomys volans.

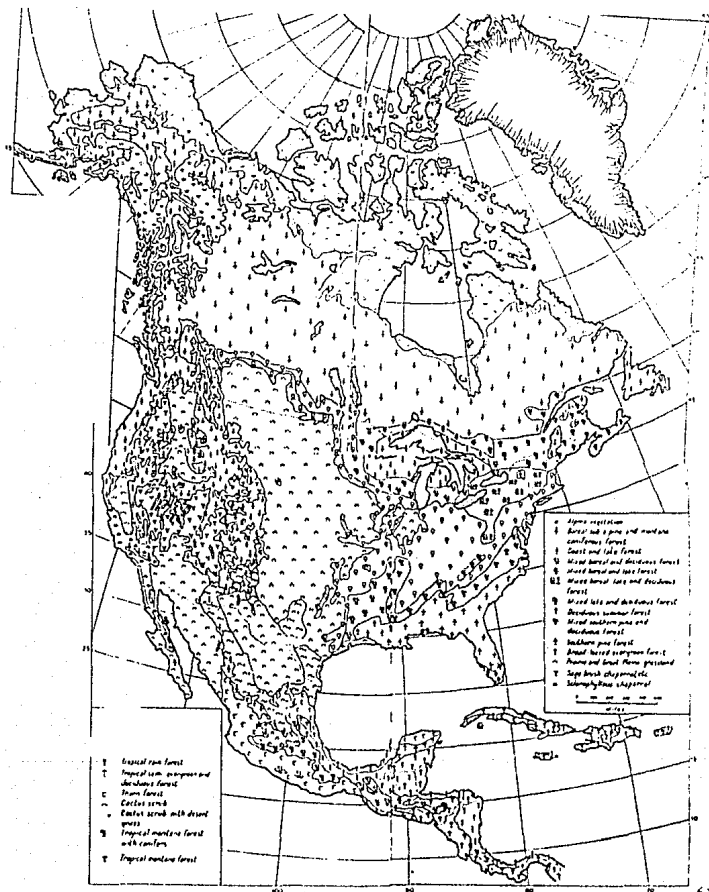
27 a 35lat.N: Tamias obscurus, T. dorsalis, T. striatus, T. minimus, T. merriami, T. quadrivittatus, T. canipes, T. cinereicollis, T. speciosus, T. panamintinus, T. palmeri; Glaucomys volans, G. sabrinus; Tamiasciurus hudsonicus, T. douglasi, T. mearnsi; Spermophilus madrensis, S. lateralis, S. tereticaudus, S. mohavensis, S. beecheyi, S. atricapillus, S. variegatus, S. spilosoma, S. mexicanus, S. tridecemlineatus; Sciurus aberti, S. griseus, S. arizonensis, S. nayaritensis, S. niger, S. colliyai, S. carolinensis; Cynomys gunnisoni, C. ludovicianus; Marmota monax; M. flaviventris; Ammospermophilus harrisii, A. leucurus, A. interpres y A. nelsoni.

36 a 42lat.N: Glaucomys sabrinus, G. volans; Tamiasciurus hudsonicus, T. douglasi; Sciurus aberti, S. griseus, S. niger, S. carolinensis; Cynomys gunnisoni, C. parvidens, C. leucurus, C. ludovicianus; Spermophilus lateralis, S. tereticaudus, S. beecheyi, S. variegatus, S. franklini, S. spilosoma, S. tridecemlineatus, S. beldingi, S. armatus, S. elegans, S. townsendii; Ammospermophilus nelsoni, A. leucurus, A. harrisii; Marmota flaviventris, M. monax; Tamias umbrinus, T. speciosus, T. quadrimaculatus, T. palmeri, T. panamintinus, T. quadrivittatus, T. dorsalis, T. sonomae, T. merriami, T. siskiyou, T. senex, T. ochrogenys, T. townsendii, T. amoenus, T. minimus, T. alpinus y T. striatus.

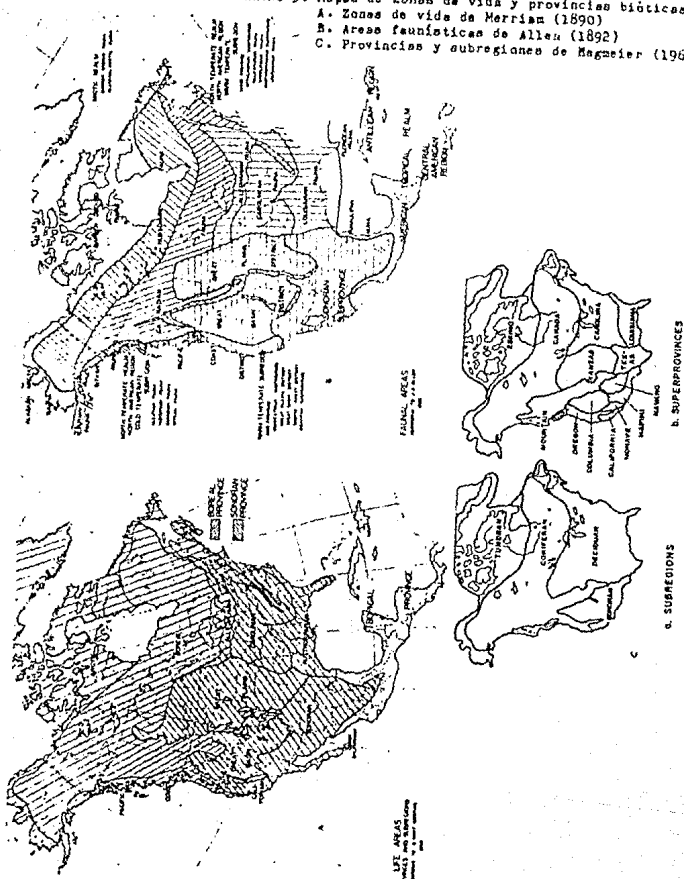
43 a 54lat.N: Tamias striatus, T. minimus, T. amoenus, T. townsendii, T. senex, T. siskiyou, T. ruficaudus, T. umbrinus; Cynomys ludovicianus, C. leucurus; Marmota monax, M. caligata, M. flaviventris, M. olympus, M. vancouverensis; Ammospermophilus leucurus; Spermophilus townsendii, S. washingtoni; S. brunneus, S. richardsoni, S. elegans, S. armatus, S. beldingi, S. columbianus, S. tridecemlineatus, S. beecheyi, S. franklini, S. lateralis, S. saturatus; Sciurus carolinensis, S. niger, S. griseus; Tamiasciurus hudsonicus, T. douglasi; Glaucomys volans y G. sabrinus.

55 a 72lat.N: Tamias minimus; Marmota monax; M. caligata, M. broweri; Spermophilus parryi; Tamiasciurus hudsonicus y Glaucomys sabrinus.

Anexo 2. Mapu de Vegetación de Norte y Centroamérica. Tomado de Eyre (1968).



Anexo 3. Mapas de zonas de vida y provincias bióticas.
 A. Zonas de vida de Merriam (1890)
 B. Areas faunísticas de Allen (1892)
 C. Provincias y subregiones de Magner (1966).



ANEXO 4. Contenido de especies de las Zonas de afinidad faunística de la Figura 10.

Región 1.

Esta región está localizada entre los 62° a los 72° 59' de latitud Norte, presenta 7 especies con 5 géneros, que son: Marmota caligata, M. broweri, M. monax; Tamias minimus; Glaucomyx sabrinus; Tamiasciurus hudsonicus y Spermophilus parryi. De estas especies sólo Marmota broweri es endémica.

Región 2.

Se encuentra entre los 50° y 61° 59', aunque en la parte Oeste inicia hasta los 52 grados. Se encuentran en esta región 6 géneros con 16 especies, 7 de las cuales son las mismas especies de la región 1 y las demás son: Marmota flaviventris; Tamias amoenus, T. striatus; Sciurus carolinensis; Spermophilus franklini, S. columbianus, S. tridecemlineatus, S. richardsoni, S. lateralis. En esta región no hay ninguna especie endémica.

Región 3.

Localizada entre los 38° y 51° 59' latitud Norte y 126 a 100 de longitud Oeste. Se encuentran 43 especies, 11 de ellas endémicas, siendo las siguientes: Tamias alpinus, T. amoenus, T. minimus, T. senex, T. sonomae, T. merriami, T. dorsalis, T. quadrivittatus, T. quadrimaculatus, T. speciosus, T. umbrinus; Marmota monax, M. flaviventris, M. caligata; Ammospermophilus leucurus; Spermophilus townsendii, S. richardsoni, S. beldingi, S. columbianus, S. variegatus, S. beecheyii, S. lateralis; Cynomys mexicanus, C. leucurus, C. gunnisoni; Sciurus carolinensis, S. niger, S. griseus, S. aberti; Tamiasciurus hudsonicus, T. douglasii y Glaucomyx sabrinus. Son especies endémicas: Tamias townsendii, T. ochrogenys, T. siskiyou, T. ruficaudus, Marmota olympus, M. vancouverensis, Spermophilus washingtoni, S. brunneus, S. elegans, S. armatus, S. saturatus.

Región 4.

Esta región, localizada entre los 38° y 49° 59' de latitud y los 62 a 100 longitud Oeste, sólo tiene 12 especies, todas ellas compartidas, que son: Tamias striatus, T. minimus, T. amoenus, Marmota monax, Spermophilus richardsoni, S. tridecemlineatus, S. franklini, Sciurus carolinensis, S. niger; Tamiasciurus hudsonicus, Glaucomyx volans y G. sabrinus.

Región 5.

Esta región está localizada entre los 26° a 38° grados de latitud y 100 a 76 de longitud y tiene sólo 10 especies, que son: Tamias striatus, Marmota monax, Spermophilus tridecemlineatus, S. mexicanus, S. spilosoma, S. variegatus, Sciurus carolinensis, S. niger; Glaucomyx volans y G. sabrinus.

Región 6.

Esta región está localizada entre los 7° a 37° 59' de latitud Norte y los 100 a 120 longitud W. Presenta 63 especies de las cuales 35 son endémicas. Esto es, el 72% de las especies de Norte y Centroamérica, con un endemismo del 39%. Las especies que se encuentran compartidas con otras regiones son: Tamias alpinus, T.

amoenus, T. senex, T. sonomae, T. merriami, T. dorsalis, T. quadrivittatus, T. speciosus, T. umbrinus, Marmota flaviventris, Ammospermophilus leucurus, Spermophilus townsendii, S. heldingi, S. mexicanus, S. spilosoma, S. variegatus, S. beecheyi, S. lateralis, Cynomys mexicanus, C. leucurus, C. gunnisoni, Sciurus niger, S. griseus, S. aberti, Tamiasciurus hudsonicus, T. douglasii, Glaucomys volans y G. sabrinus.

Las especies endémicas de esta región son: Tamias obscurus, T. canipes, T. cinereicollis, T. palmeri, T. panamintinus, T. bulleri, T. durangae, Ammospermophilus harrisii, A. interpres, A. insularis, A. nelsoni, Spermophilus perotensis, S. atricapillus, S. annulatus, S. adocetus, S. mohavensis, S. tereticaudus, S. madrensis, Cynomys ludovicianus, C. parvidens, Sciurus aureogaster, S. colliaei, S. yucatanensis, S. variegatoides, S. deppoi, S. ocellatus, S. navarritensis, S. alleni, S. arizonensis, S. granatensis, S. richmondi, Syntheosciurus brochus, Microsciurus alfari, M. mimulus, Tamiasciurus mearnsi.

ANEXO 5. Especies de Sciuridos en Mexico. Las especies endémicas se marcan con un asterisco (*).

Especie	Localización en Mexico
<u>Tamias merriami</u>	Baja California
<u>Tamias obscurus</u>	Baja California
<u>Tamias dorsalis</u>	Sin., Son., Chih., Coah.
<u>Tamias bulleri</u> *	Sierra Madre Occidental
<u>Tamias durangae</u> *	Sierras Madre Occ. y Or.
<u>Ammospermophilus harrisii</u>	Desierto de Sonora
<u>Ammospermophilus leucurus</u>	Baja California
<u>Ammospermophilus interpres</u>	Desierto de Chihuahua
<u>Ammospermophilus insularis</u>	Isla Espíritu Santo
<u>Spermophilus mexicanus</u>	Tamaulipas y Coah.
<u>Spermophilus spilosoma</u>	Zac, Dgo, Coah, Chih.
<u>Spermophilus perotensis</u> *	Sierra Madre Oriental
<u>Spermophilus atricapillus</u> *	Baja California
<u>Spermophilus variegatus</u>	Sierras Madre Or. y Occ. Norte de Mexico y Eje Neovolcánico
<u>Spermophilus beecheyi</u>	Baja California
<u>Spermophilus annulatus</u> *	Sierra Madre Occidental y Eje Neovolcánico
<u>Spermophilus adocetus</u> *	Eje Neovolcánico
<u>Spermophilus tereticaudus</u>	Sonora y Baja California
<u>Spermophilus madrensis</u> *	Sierra Madre Occidental
<u>Cynomys ludovicianus</u>	Norte de Chihuahua
<u>Cynomys mexicanus</u>	Sierra Madre Oriental
<u>Sciurus aureogaster</u>	Eje Neovolcánico, Sierras Madre Occ., Or. y del Sur.
<u>Sciurus colliaei</u> *	Sierra Madre Occidental
<u>Sciurus yucatanensis</u> *	Península de Yucatán
<u>Sciurus variegatoides</u>	Sur de Chiapas
<u>Sciurus deppei</u>	Sierra Madre Oriental. Sureste de México
<u>Sciurus alleni</u> *	Sierra Madre Oriental
<u>Sciurus nayaritensis</u> *	Sierra Madre Occidental
<u>Sciurus oclatus</u> *	Eje Neovolcánico
<u>Sciurus aberti</u>	Sierra Madre Occidental
<u>Sciurus arizonensis</u>	Norte de Sonora
<u>Sciurus griseus</u>	Norte de Baja California
<u>Tamiasciurus mearnsi</u> *	Sierra San Pedro Mártir, B.C.
<u>Glaucomys volans</u>	Sierras Madre Occ (al Norte); Oriental, Eje Neovolcánico y Sureste de México

REFERENCIAS:

Allen, J. A. 1892. The geographical distribution of North American mammals. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 4: 199-243.

Alvarez, T. y C. E. Avifa. 1963. Notas sobre algunas especies de ardillas (*Sciurus*). Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 24: 33-39.

Anderson, S. y J. K. Jones. 1984. Orders and families of recent mammals of the world. Wiley Interscience, N.Y. 686 pp.

Blair, W. F. 1950. The biotic provinces of Texas. J. Sci. 2: 93-117.

Bock, C. y H. M Smith. 1982. Biogeography of North American Amphibians. A numerical analysis. Trans. of Kansas Acad. Sci. 85(4):177-186.

Bronson, M.T. 1979. Altitudinal variation in the life history of the golden mantled ground squirrel (*Spermophilus lateralis*). Ecology. 60(2):272-279.

Brown, J. H. y A. C. Gibson. 1983. Biogeography. The C. V. Mosby Co. St.Louis. 643 pp.

ESTA TESIS NO PUEDE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Bryant, M. D. 1945. Phylogeny of Neartic Sciurids.

Am. Mid. Nat. 35(2): 257-390.

Ceballos, G.G. y C. Galindo, 1984. Mamíferos silvestres de la Cuenca de Mexico. Limusa, Mexico. 300 pp.

Chappell, M.A. 1978. Behavioral factors in the altitudinal zonation of chipmunks (Eutamias). Ecology. 59(3):565-579.

Colbert, E. 1955. Evolution of Vertebrates. Wiley & Sons Inc. N.Y. 479 pp.

Crisci, J. V. y M. f. López. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la Taxonomía numérica. Secretaría General de la O.E.A. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Biología. monografía no. 26. 132 pp.

Choate, J. R. 1970. Systematics and Zoogeography of Middle American shrews of genus *Cryptotis*. Univ. Kansas. Publ. Mus. Nat. Hist. 19:195-317.

Dalquest, W. W. y F. B. Stangl. 1984. Late Pleistocene and early Recent Mammals from Fowlkes cave,

Southern Culberson County, Texas. En: Contributions in quaternary Vertebrate Paleontology: A volume in memorial to John E. Guilday Genoways H.H. y M. R. Dawson ed. Carnegie Mus. Nat. His. Spec. Publ. 8: 432-455.

Dice, L. R. 1923. Life zones and mammalian distribution. Jour. Mamm. 4:39-47.

----- 1943. The biotic provinces of North America. Univ. Mich. press. Ann. Arbor. 78 pp.

Eyre, S.R. 1968. Vegetation and soils. A world picture. 2a.ed. E. Arnold. G.B. 328 pp.

Goldman, E. A. and R. T. Moore. 1945. The biotic provinces of Mexico. Jour. Mamm. 26(4):347-360.

Gómez-Pompa, A. 1977. Ecología de la Vegetación del Estado de Veracruz. CECSA. INIREB. Xalapa, Ver. 91 pp.

González-Romero, A. 1980. Roedores plaga en las zonas agrícolas del D.F. Instituto de Ecología. Mus. Hist. Nat. Ed. Mexico. 83 pp.

Grinnell, J. 1922. A Geographical study of kangaroo rats of California. Univ. Calif. Publ. Zool. 25:1-124.

Griscom. 1924. Origin and relationships of the faunal area of Central America. Proc. Eight. Amer. Sci. Congress. 3:425-430.

Hafner, D. 1984. Evolutionary relationships of the Nearctic Scuriidae. In: Murie J. O. and G. R. Michener. 1984. The Biology of Ground-Dwelling squirrels. Univ. of Nebraska Press. 459 pp.

Hagmeier, E. M. 1966. A Numerical analysis of the distribution patterns of the North American mammals. II. Reevaluation of the provinces. Syst. Zool. 15:279-299.

----- y C. D. Stults. 1964. A Numerical analysis of the distributional patterns of North American mammals. Syst. Zool. 13:125-155.

Hall, E. R. 1981. Mammals of North America. Wiley Interscience. Vol. I 690+ XV pp.

Heller, H.C. 1971. Altitudinal zonation of chipmunks (Eutamias) Interspecific aggression. Ecology. 52: 312-319.

Honacki, J. H. ; K. E. Kienman y J. W. Koepl. 1982. Mammals species of the World. Allen. Press. Inc. Kansas, USA. 694 pp.

Kendeigh, S. Ch. 1954. History and evaluation of various concepts of plant and animal communities in North America. Ecology. 35(2):152-171.

Lavocat, R. 1970. Historia de los mamíferos. Ed. Martínez Roca. Barcelona. 190 pp.

Mares, M. A. 1979. Small Mammals and Creosote Bush: Patterns of Richness. En: Campos, E. L, T. J. Mabry y S. T. Fernández. Larrea. Serie del Desierto. Vol. 2.

Matthew, W. D. 1910. On the osteology and relationships of *Paramys* and the affinities of the *Ischryomyidae*. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 28:43-73.

Merriam, C. H. 1898. Life zones and crop zones in the United States. Biol. Survey, U.S.D.A. Bull. 10:1-79.

----- 1892. The geographical distribution of life in North America with special reference to the mammals. Proc. Biol. Soc. Wash. 7:1-64.

Moore, A.W. 1937. Some effects of altitude and latitude on the columbian ground squirrel. Jour. Mamm. 18: 368-369.

Musser, G. G. 1968. A systematic study of the Mexican

and guatemalan gray squirrel *Sciurus aureogaster*. Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich. 137:1-112.

Nelson, 1899. Revision of the squirrels of Mexico and Central America. Proc. Wash. Acad. Sci. 1:15-110.

Ramírez-Fulido, J. R., W. López, C. Mudiespacher, I. Lira. 1983. Lista y bibliografía reciente de los mamíferos de México. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, 363 pp.

----- y C. Mudiespacher. 1987. Estado actual y perspectivas del conocimiento de los mamíferos de México. Ciencia. 38:49-67.

Rapoport, E. H. 1975. Areografía. Fondo de Cultura Económica. 214 pp.

Rausch, R. L. y V. R. Rausch. 1971. The somatic chromosomes of some North American *Marmota* (Sciuridae) with remarks on the relationships of *Marmota broweri* Hall and Gilmore. Mammalia.

Ryan, R. M. 1963. The biotic provinces of Central America as indicated by mammalian distribution. Acta. Zool. Mexicana. 6:1-55.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México. 432 pp.

Sanchez, F. 1981. Roedores y Lagomorfos. Colegio de Ingenieros Agronomos de México, A. C. 247 pp.

Sánchez, H. O. y G. López. 1988. A Theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. Folia. Entomol. Mex; 75: 119-145.

Secretaría de Gobernación y U.N.A.M. 1988. Islas del Golfo de California. México, 292 pp.

Simpson, G.L. 1964. Species density of North American Recent Mammals. Syst.Zool. 13:57-73.

Smith, M. H. 1940. Las provincias bióticas de México segun la distribución de las lagartijas del género Sceloporus. An. Esc. Cien. Biol. Méx. 2(1):103-111.

Udvardy, M. 1969. Dynamic Zoogeography. With special reference to land animals Van. Nostrand. R. Co. N.Y. 445 pp.

Urbano, G. y O. Sánchez . 1981. Colección Mastozoológica del Instituto de Biología. UNAM. México. 16 pp.

Vaughan, T. A. 1979. Mammalogy. 2a. ed. Saunders, Co. Philadelphia. 522 pp.

Villa, R. B. 1944. Contribución al conocimiento morfológico y osteológico de *Citellus adocetus araceliae* (Villa, R) Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. UNAM. Fac. Ciencias.

Walker, E. P. 1975. Mammals of the world. Vol II. John Hopkins. 647-1500 p.

Webb, W. L. 1950. Biogeographic regions of Texas and Oklahoma. Ecology. 31:426-433.

Whitaker, J., O. Elman y C. Wehring. 1980. Field guide to North American Mammals. The Audubon Society. Knopf, N.Y. 745 pp.

Wilson, J.W.III. 1974. Analytical Zoogeography of North American Mammals. Evolution. 28:124-140.