

## ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO DEL NOROESTE DE MÉXICO CON ENFASIS EN LA VARIACIÓN CLIMÁTICA Y MASTOZOOLÓGICA

S. T. ALVAREZ-CASTAÑEDA<sup>1</sup>, C. A. SALINAS-ZAVALA<sup>2</sup> y F. DE LACHICA<sup>3</sup>

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

<sup>1</sup> "El Comitán", km 17.5 Carr. La Norte. 23000 La Paz, B.C.S., MÉXICO.

<sup>2</sup> Unidad Guaymas. Carr. Varadero Nacional, S. Las Playitas  
Guaymas, Sonora, MÉXICO.

<sup>3</sup> Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN  
Playas del Conchalito. 23000 La Paz, B.C.S., MÉXICO.

### RESUMEN

Se realiza un análisis de la zoogeografía del noroeste de México utilizando las características climáticas, fisiográficas y de vegetación, además de la revisión de la historia de las provincias zoogeográficas en la región. Para la realización del estudio, se utilizó el índice de aridez de Martonne con datos de 41 años, los que aunados a los fisiográficos, fitogeográficos e históricos de las provincias, permitieron proponer 14 áreas, las que fueron categorizadas con el material de mamíferos de 12 diferentes museos nacionales y extranjeros, sumando más de 7,000 registros. Para la validación de las provincias se tomaron las áreas propuestas y se evaluaron con los registros de mamíferos, lo que nos lleva a proponer que el Noroeste de México contiene, tres subregiones, seis superprovincias y 13 provincias, realizándose una descripción de estas últimas. Las provincias tienen un ordenamiento este-oeste que se encuentra fuertemente influenciado por factores climáticos y el origen tectónico de la península.

**Palabras Clave:** México, zoogeografía, mastozoología, climatología

### ABSTRACT

An analysis of the zoogeography of the north west of Mexico is done using climatic, physiographic and floristic characteristics, and the revision of the history of the zoogeographic provinces in the region. With the index of aridity of Martonne for 41 years, and the physiographic, floristic and historical data, 14 areas were proposed, which were analyzed with material of 12 museums with more than 7,000 records of mammals. With all these data we proposed that the northwest of Mexico have three subregions, six superprovinces and 13 provinces, and a description of each one of these is made. The provinces are arranged east to west; the climatic and tectonic origins of the peninsula have a great influence on them.

**Key Words:** Mexico, Zoogeography, Mastozoology, Climatology.

### INTRODUCCION

La posición geográfica de México dentro del continente Americano y la orografía en la parte Centro de la República Mexicana, en sentido este-oeste, ha funcionado como una barrera fisio-ecológica débil entre las regiones Neártica y Neotropical,

ubicándose generalmente dentro de México el límite entre éstas. Fa (1989) sugiere que el límite entre las regiones se relaciona con factores climáticos y el hábitat. Esta situación tan especial ha producido que en México el 32% de los mamíferos sean endémicos, lo que lo coloca como uno de los países con mayor relación entre especies endémicas por área (Fa y Morales, 1993).

Alvarez y de Lachica (1974) comentan que la separación entre las dos regiones americanas es ecológico-climático. Halffter (1964) señala que la diferencia ecológica que se puede apreciar a pocos kilómetros entre la región Neotropical y Neártica es más importante que la fisiográfica, debido a que esta compleja barrera no es absoluta, ya que su efectividad está limitada por la adaptación y poder de desplazamiento de los animales (Alvarez y de Lachica, 1974). Con objeto de salvar este problema de definición Halffter (1964) propone la zona de Transición Mexicana, la cual comprende casi todo México y buena parte de Centroamérica.

Esta situación se ha visto reflejada de igual manera en el noroeste mexicano, el que según su relieve incluye las unidades denominadas península de Baja California, provincia de Sonora y planicie costera de Occidente (Lugo-Hubp, 1990), lo que coincide en lo básico, con el esquema de la estructura de México de Tardy *et al.* (1986).

En particular la región de Los Cabos, debido a la falta de definición biogeográfica, algunos autores la ubican dentro de la región Neotropical y por otros en la Neártica.

Aunque separada físicamente del resto del país, la península de Baja California por su ubicación latitudinal y su gran longitud, tiene problemas de regionalización similares. Presenta condiciones muy específicas, como son: su origen geológico, el efecto indirecto de las glaciaciones, el desplazamiento que ha presentado en dirección noroeste conservando hábitats de origen tropical. Esto determina que la colonización de la península por la fauna Neártica, el efecto peninsular y el efecto peninsular dual, la fragmentación de los hábitats y la climatología influida por distintos sistemas climáticos entre los que destacan la corriente oceánica fría de California y el mar interior conocido como Golfo de California.

Toda esta serie de factores han convertido a la península de Baja California en una región con condiciones únicas, por ende su zoogeografía es muy complicada. Por otro lado, con base en los análisis realizados de los datos existentes de precipitación y temperatura en el noroeste mexicano, se ha considerado que el desierto de Baja California Sur es diferente al de Sonora, por lo que debiera de considerarse como zonas desérticas distintas (Salinas-Zavala, 1995).

La región del noroeste mexicano donde se ubica el Desierto Sonorense cuenta con la influencia climática de la celda semipermanente de alta presión del Pacífico nororiental y de la corriente oceánica fría de California, (Hastings y Turner, 1965; García y Mosiño, 1968; Salinas-Zavala, *et al.*, 1990). Debido a que la porción

septentrional del país se encuentra al norte del Trópico de Cáncer y por lo tanto bajo la influencia del cinturón de altas presiones del hemisferio norte, una buena parte del territorio nacional, el 52% (Schmidt, 1989), se encuentra ubicado dentro de lo que se conoce como zonas áridas y semiáridas del planeta.

Otros elementos del clima atmosférico que tienen influencia en el noroeste de México son las tormentas extratropicales, los eventos ciclónicos de origen tropical y lo que se conoce como la circulación monzónica de verano, (Serra, 1971; Hales, 1974; Latorre y Penilla, 1988; Reyes y Mejía-Trejo, 1991).

Por otro lado, ha sido descrito que los cambios del clima árido prevaleciente en la región noroeste de México se deben más a la influencia de los fenómenos meteorológicos de origen templado, tales como vaguadas y crestas polares que a los fenómenos meteorológicos característicos de zonas tropicales tales como ondas y perturbaciones someras tropicales, (Mosíño, 1966).

Incluso se ha mencionado la importancia que el Golfo de México puede tener en el aporte de humedad hacia esta región de país, (Reyes y Janowiak, 1986; Reyes-Coca *et al.*, 1991).

Hershkovitz (1958) comenta que las distinciones entre provincias, subregiones, regiones, son establecidas históricamente en escala geológica, y que estos límites están en constante flujo, expandiéndose o contrayéndose cuando la composición faunística cambia cualitativa y cuantitativamente; los límites son barreras que previenen el flujo de una área a otra, pero éstas pueden cambiar de posición, decrecer en efectividad o incluso desaparecer, lo que da como resultado mezcla de fauna dentro de una zona restringida hasta el total remplazamiento.

Debido a la gran cantidad de criterios para la designación de las regiones y de la presencia de barreras permeables entre ellas, como primer punto se analizará si alguna parte del noroeste se encuentra dentro de la región Neotropical, Neártica o ambas.

Algunos de los trabajos que han tratado sobre el límite entre las dos regiones desde el punto de vista mastozoológico, son los siguientes: Wallace (1876) divide a las dos regiones en el sistema orográfico (Eje Volcánico Transversal) y la mesa del norte, muy similar al propuesto anteriormente por Sclater (1858) para las aves, considerando toda la península de Baja California como neártica y las planicies costeras de Sinaloa como neotropicales. Varios autores como son: Smith (1941, 1949), Goldman y Moore (1946), Hooper (1949), Darlington (1957), Halfpeter (1964) y Alvarez y de Lachica (1974), Muller (1974) apoyan la postulación antes mencionada con ligeras variaciones. Hershkovitz (1958) considera de manera pragmática que la región Neártica se ubica del trópico de cáncer al norte, la de transición del trópico al sur y al oeste del meridiano de 98° longitud oeste y la Neotropical del trópico de cáncer al sur y al este del meridiano 98°; la península de Baja California no queda incluida en el planteamiento. Por otro lado

Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1992) considera a la región de Los Cabos y las tierras bajas de Sinaloa como Neotropical.

De la misma manera que en la República Mexicana, donde coinciden los límites de dos grandes regiones biogeográficas, varios autores como Darlington (1957), Halffter (1964) y Rzedowski (1978), resaltan el hecho de que los límites establecidos por cada grupo zoológico y botánico que se revise, muestra la complejidad de los mecanismos que operan como barreras para cada uno de ellos. A partir de los trabajos de De Buen (1946), se habla de una zona de transición que ha sido denominada Centro Americana-Mexicana (Darlington, 1957) o zona de transición mexicana (Halffter, 1964). Este último autor menciona que a grandes rasgos y para los vertebrados la zona de transición mexicana comprende desde el Río Bravo en el norte de México y sur de los Estados Unidos hasta Guatemala, sin precisar más. Rzedowski (1991) sobre el análisis de la composición florística, establece como límites de los que denomina como Megaméxico 3, parte del sur de Texas, Nuevo México, Arizona y California, y hasta la mitad de Nicaragua, lo que coincide con lo señalado por Halffter (1964). Estas consideraciones se basan sobre el criterio de las floras y faunas existentes, aunque es necesario puntualizar que estos patrones de mezcla de fauna tropical y templada tiene su explicación en los intercambios que se han sucedido entre norte y Sudamérica desde el Terciario (Simpson, 1953; Mayr, 1963, Halffter, 1964).

En todos estos trabajos la caracterización de la península de Baja California como una área adscrita a una u otra región ha sido considerada de manera implícita.

De acuerdo al criterio de Wallace (1876), cuando propuso las regiones, planteó que éstas deberían de definirse en función a la presencia de familias endémicas, por lo que si se aplica este criterio para las tierras bajas de Sinaloa no hay problema en su asignación, ya que tiene varias familias neotropicales endémicas; sin embargo, para el área de Los Cabos en la porción sur peninsular, de las familias presentes tres han sido consideradas como endémicas de la región Neotropical y una de la Neártica.

## Subregiones

Si analizamos a las subregiones biogeográficas, éstas han variado aún mucho más. Desde el trabajo de Wallace (1876) era evidente que las enormes extensiones que comprenden cada una de las regiones zoogeográficas propuestas, incluyen áreas disímboles, en especial por su fauna. En su planteamiento original ya distingue la subregión Sonorense que comprende el oeste de Estados Unidos hasta las Montañas Rocallosas, y las tierras altas y altiplanos del norte de México, incluyendo la península de Baja California.

Smith (1941), utilizando únicamente al género *Sceloporus*, considera dos

subregiones para México, la de las montañas Rocosas, que incluyendo del Istmo de Tehuantepec al norte, incluye la península de Baja California y la subregión Californiana la que abarca la vertiente del Pacífico norte de la península, desde la Sierra de San Pedro Mártir al norte (parte noroeste de la península). Posteriormente este mismo autor (Smith, 1949) reconoce la presencia de la subregión Sonorense, muy semejante a la extensión señalada por Wallace para la parte mexicana.

West (1964) divide a la República en cinco áreas naturales, quedando el noroeste de la siguiente forma: la región de Los Cabos a excepción de la vertiente del Golfo de California, las tierras bajas de Nayarit y Sinaloa en la tropical baja; la parte noroeste de la península, en la subhúmeda extratropical baja; el resto de la península y las tierras bajas de Sonora en la extratropical seca y la Sierra Madre Occidental en la extratropical alta.

Crowley (1967) determina que la región noroeste queda dentro del dominio húmedo de temperatura. El resto del noroeste en el dominio seco, criterio que siguen Alvarez y de Lachica (1972).

## Provincias

Con referencia a las provincias, Nelson (1922) propone seis provincias bióticas para la península, no considerando el resto del noroeste, las cuales son (Fig. 1): **Provincia de San Pedro Mártir.** Comprende de la Sierra de San Pedro Mártir por la vertiente del Pacífico hacia el norte.

**Provincia del valle inferior de Colorado.** De Bahía de los Angeles al norte por la planicie costera del Golfo.

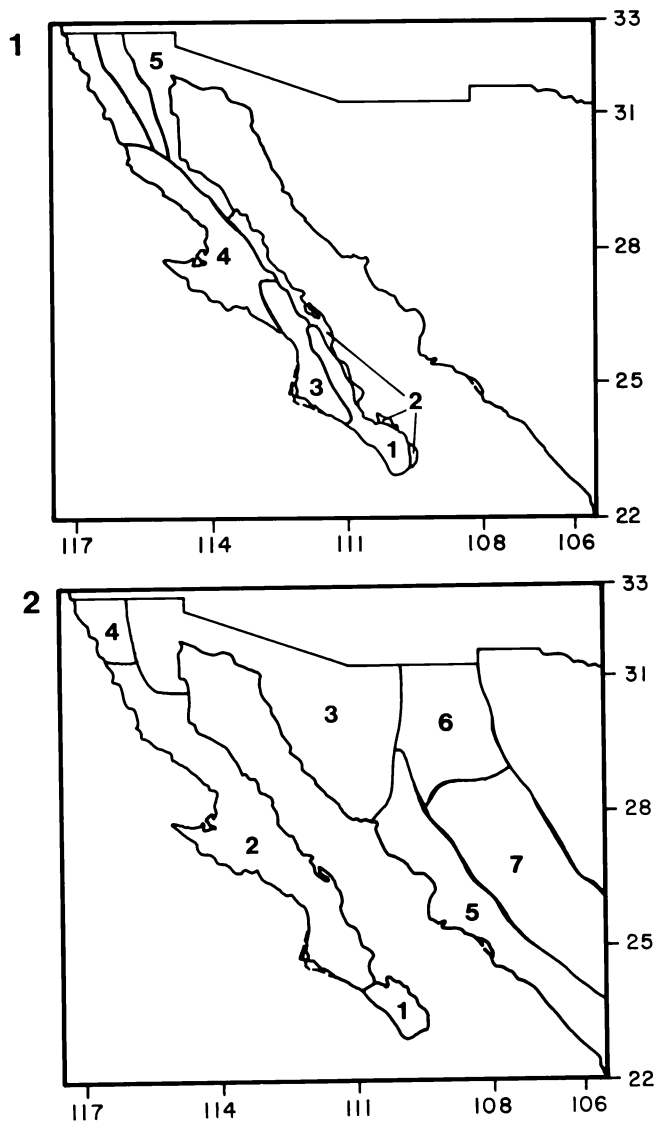
**Provincia de Vizcaíno.** De La Purísima, todo el centro de la península y la vertiente del pacífico hasta San Pedro Mártir.

**Provincia de Magdalena.** Del sur de La Purísima a la parte montañosa de la región del Cabo.

**Provincia Giganta-La Laguna.** La Sierra de La Giganta y la de La Laguna.

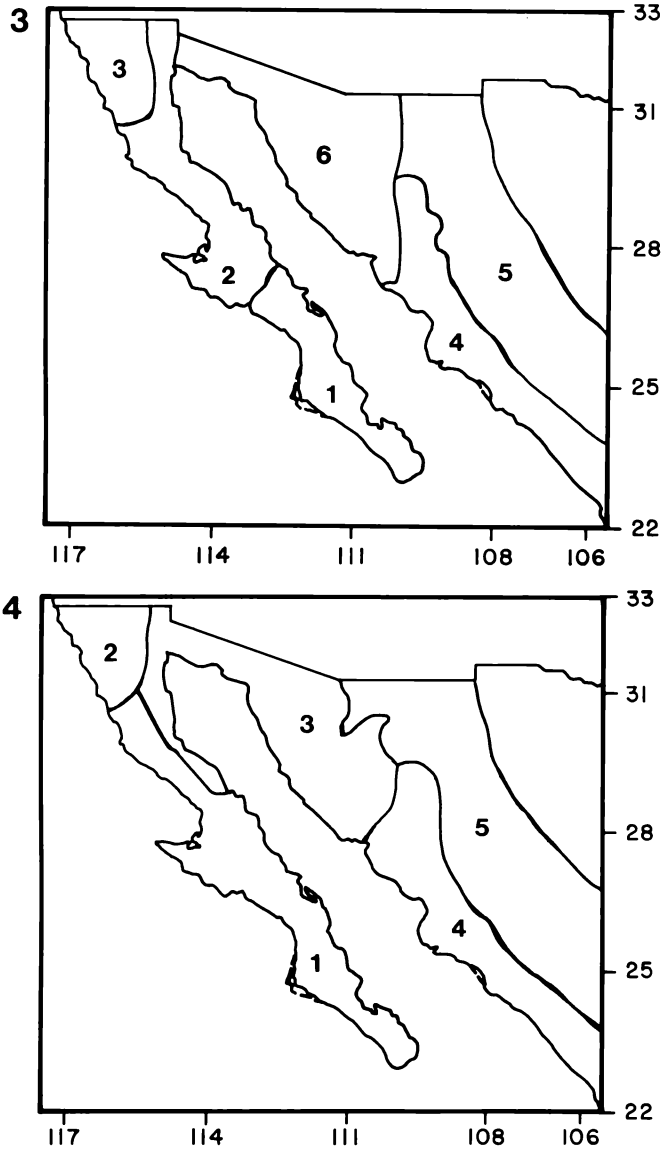
**Provincia de la costa central del Golfo.** La planicie costera del Golfo de Santa Rosalía a La Paz, la zona de Pichilingue y Cabo Pulmón.

Por otro lado, Smith (1941) retoma la provincia de San Pedro Mártir como San Dieguina; la del valle de Colorado la recorta más al norte y la une con las tierras bajas de Sonora, denominándola Arizoniana. Toda la región de Los Cabos la considera como una misma y la nombra, Cabo de Baja California; el resto de la península la considera dentro de la provincia de Baja California; las tierras bajas de Sinaloa dentro de la Sinaloense; la Sierra Madre Oriental la divide en dos, la Duranguense desde Nayarit hasta la mitad de Chihuahua y de este punto al norte como Apachiana (Fig. 2).



**Figuras 1-2**

1) Definición de las provincias bióticas de Baja California (Nelson, 1922): 1. La Giganta-La Laguna; 2. Provincia de la costa central del Golfo; 3. Provincia de Magdalena; 4. Provincia de Vizcaño; 5. Provincia del valle inferior de Colorado. 2) Provincias bióticas de Baja California según Smith (1941): 1. Cabo de Baja California; 2. Baja California; 3. Arizoniana; 4. San Dieguina; 5. Sinaloense; 6. Apachiana; 7. Duranguense.



**Figuras 3-4**

3) Goldman y Moore (1946) definieron las provincias para el norte de México de la siguiente manera: 1. Baja California Sur; 2. Desierto de Vizcaíno; 3. California; 4. Sinaloa; 5. Sierra Madre Occidental; 6. Sonora. 4) Stuart (1964) define para el norte de México las siguientes provincias: 1. San Lucana; 2. Californiana; 3. Sonorense; 4. Sinaloense; 5. Sierra Madre Occidental.

Goldman y Moore (1946) consideran seis provincias: La San Pedro Mártir de Nelson (1922), denominándola como California; la Provincia del Desierto del Vizcaíno, desde la Laguna de San Ignacio en el océano Pacífico y Santa Rosalía en el Golfo de California al norte, incluyendo las partes bajas del noreste de la península; la provincia del sur de Baja California, que incluye de la laguna de San Ignacio-Santa Rosalía (línea San Ignacio-Santa Rosalía) al sur; la provincia de Sonora que incluye las partes bajas de este estado; la de Sinaloa que se extiende un poco más al norte que la propuesta por Smith (1941) como Sinaloense y la Provincia de la Sierra Madre Occidental, que incluye a toda esta sierra (Fig. 3).

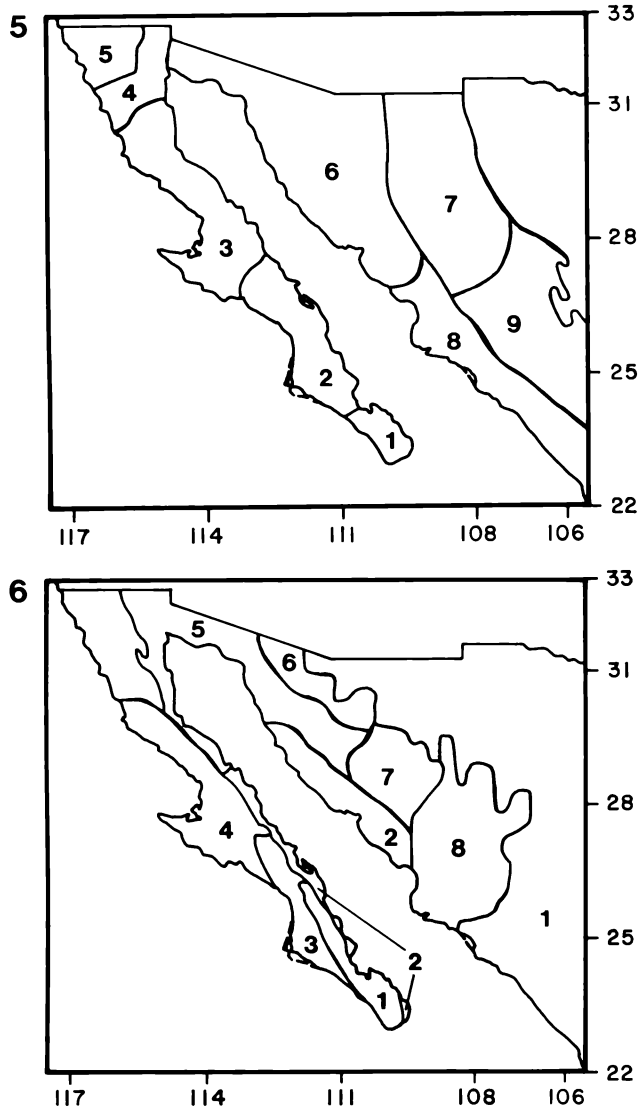
Stuart (1964), con pequeñas modificaciones en los límites, considera las provincias de California de Goldman y Moore (1946); valle inferior del Colorado de Smith (1941) llamándola Sonorense; el resto de la península queda dentro de la provincia San Lucana; la Sinaloense de Smith (1941) y la sierra madre occidental de Stuart (1964) (Fig. 4).

Hagmeier y Stults (1964) consideran siete áreas primarias de distribución de mamíferos, dividiendo a la península en seis áreas transversales. De Ensenada en el Pacífico y San Felipe en el Golfo al norte; de San Pedro Mártir y sur de Cataviña al norte; Sierra de la Bruja de Comondú al norte; Santa Lucía de Santo Domingo y Loreto al norte; Sierra de la Giganta de la falla de La Paz al norte; Sierra de San Lázaro incluye la región de los Cabos y la Sierra Madre Occidental la cual la define siguiendo la costa de los 2,000 m.

Alvarez y de Lachica (1974) dividen al noroeste en nueve regiones, la primera equivale a la de San Pedro Mártir de Nelson (1922), pero con su límite austral más al norte; la segunda, al Valle del Colorado, pero cruza al Pacífico, ocupando la parte sur de lo que habría sido la de San Pedro Mártir; la siguiente de hasta un poco al norte de la línea propuesta por Goldman y Moore (1946); la cuarta, la propuesta por Smith (1941) como Cabo San Lucas; la quinta es entre las dos últimas; la de Sonora de Goldman y Moore (1946): la Sinaloense de Smith (1941) y con modificaciones en los límites la Apachiana y Duranguense de Smith (1941) (Fig. 5).

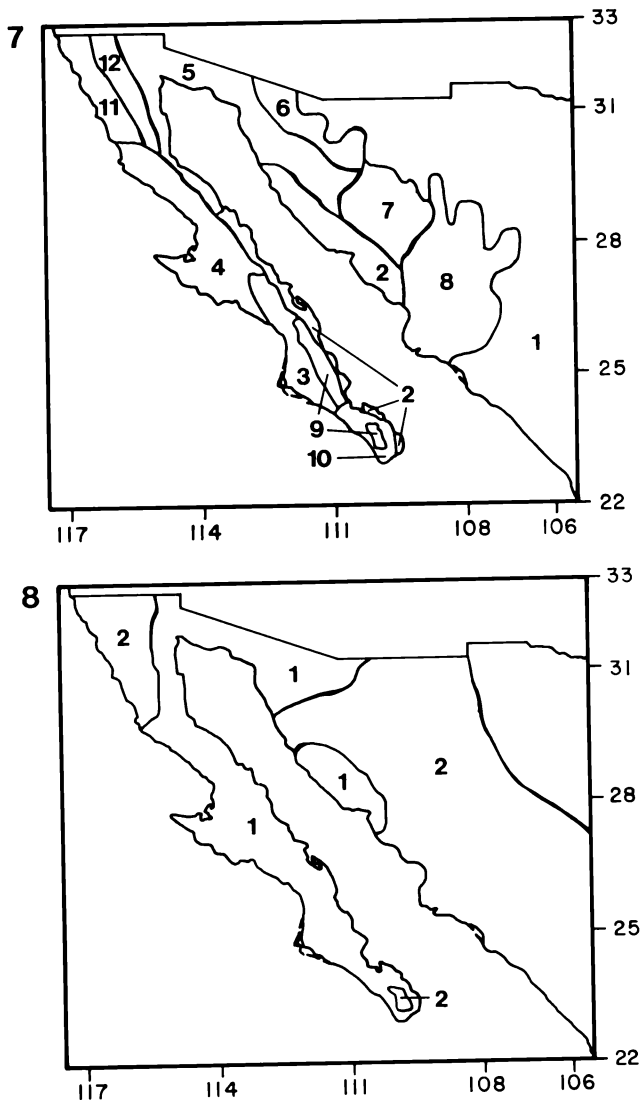
Aún cuando no es objetivo de este trabajo, para considerar los aspectos fitogeográficos se consultaron a dos autores, sobre la vegetación del desierto de Sonora (Shreve, 1951), quien retoma la división hecha por Nelson (1922), pero no considera dentro del desierto de Sonora, a las provincias de San Pedro Mártir y La Giganta-Sierra de La Laguna. Para la región continental, continua la provincia de Valle del Río Colorado, por las partes bajas del sureste de California, suroeste de Arizona y noroeste de Sonora. El resto de las partes desérticas del norte quedan dentro de la provincia de Arizona. La provincia del Golfo de California incluye también las grandes islas del Golfo y la costa de Sonora de Guaymas a Puerto Libertad (Fig. 6).





**Figuras 5-6**

5) Provincias según Alvarez y de Lachica (1972): 1. Cabo San Lucas; 2. Californiana; 3. Desierto de Vizcaíno; 4. Valle del Colorado; 5. San Pedro Martir; 6. Sonorence; 7. Apalachiana; 8. Sinaloense; 9. Durangueña. 6) Provincias del desierto Sonorense (Shreve 1951): 1. Area no considerada como desierto Sonorense; 2. Costa central del Golfo; 3. Región de Magdalena; 4. Región de Vizcaíno; 5. Valle del Colorado; 6. Tierras altas de Arizona; 7. Planicies de Sonora; 8. La base de la Sierra de Sonora.



**Figuras 7-8**

7) Provincias florísticas del Noroeste, desierto de Sonora (Wiggins, 1980): 1. Area no considerada como desierto Sonorense; 2. Región arido tropical; 3. Desierto sarcófilo; 4. Región del Vizcaíno; 5. Región microfila; 6. Tierras altas de Arizona; 7. Planicies de Sonora; 8. Base de la Sierra de Sonora; 9. Desierto sarcocaulé; 10. Región de la Sierra de la Giganta; 11. Región Californiana; 12. Bosque de coníferas de Baja California. 8) Regionalización del noroeste en función del índice de arides (Salinas, 1995): 1. Áridas; 2. No áridas.

Wiggins (1980) también retoma a Nelson (1922) para su regionalización peninsular y a Shreve (1951). Las provincias de San Pedro Mártir y La Giganta-La Laguna, las divide en dos, dejando toda la zona montañosa como la región del bosque conífero de Baja California y como la región Californiana. Para La Giganta-La Laguna, considera a las tierras altas de la Giganta y La Laguna, como la región de la Sierra de La Giganta y las partes bajas como la región árida tropical (Fig. 7).

Los trabajos más significativos para la subdivisión en provincias del territorio mexicano se sustentan en criterios faunísticos; sin embargo, Dice (1943) define una provincia biótica, como una área geográfica continua de considerable extensión caracterizada por la presencia de una o más asociaciones ecológicas que difieren al menos en área proporcionalmente cubierta de las asociaciones de provincias adyacentes. Este concepto de provincia a evolucionado al de región natural, en el sentido en que West (1964) subdivide a México y Sudamérica, estos conceptos de provincia biótica y región natural son válidos pero tienen como limitante el carecer de criterios cuantitativos para su expresión. Un primer trabajo sobre este aspecto cuantitativo es el de Barrera (1962), pero solamente enfocado a la provincia biótica Yucatanense y el de Alvarez y de Lachica (1974), para toda la República Mexicana. Ambos trabajos utilizan diversas expresiones cuantitativas sustentadas en la presencia o ausencia de taxa zoológicos diversos. En el presente trabajo se plantea la existencia de una relación directa entre la aridez metereológica y las taxocenosis de mamíferos terrestres en el noroeste Mexicano, la cual se corrobora con la fisiografía y la florística.

## MATERIALES Y METODOS

Los datos climatológicos de precipitación pluvial y temperatura atmosférica en superficie utilizada en el presente trabajo provienen de varias fuentes, la primera de ellas son las compilaciones realizadas por Hasting (1964a,b) y Hasting & Humphrey (1969 a,b).

Estas series fueron complementadas con información proporcionada directamente por las oficinas de Hidrometría de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, y de la información climatológica del CICESE en Ensenada, B.C. (Reyes-Coca *et al.*, 1991).

En la escala temporal el número de estaciones climatológicas operando en el noroeste mexicano es significativo a partir de 1950, analizando un total de 41 años de información climatológica.

Se analizó un total de 181 estaciones climatológicas ubicadas de la siguiente forma: 21 en Baja California, 56 localizadas en Baja California Sur, 65 en Sonora y 39 más en Sinaloa.

**El índice de aridez utilizado.** En la bibliografía especializada se han descrito un número considerable de fórmulas para calcular la aridez meteorológica (Stadler, 1987). De todos los índices propuestos en la literatura, se escogió el publicado por Martonne (1926), ya que relaciona en forma sencilla las variables de precipitación y temperatura del aire en superficie, variables que son monitoreadas en todas las estaciones de la red climatológica que opera en el noroeste mexicano. Además, de acuerdo con Schmidt (1989), este índice tiene un valor considerable para explicar las condiciones de drenaje superficial y la relación entre el clima y el uso potencial del suelo. Martonne (1926) propone que su índice se calcule con los promedios anuales de temperatura y los totales acumulados de precipitación, definiéndose de la siguiente manera:

$$I_a = P / (T + 10)$$

donde:

$I_a$  = Índice de aridez

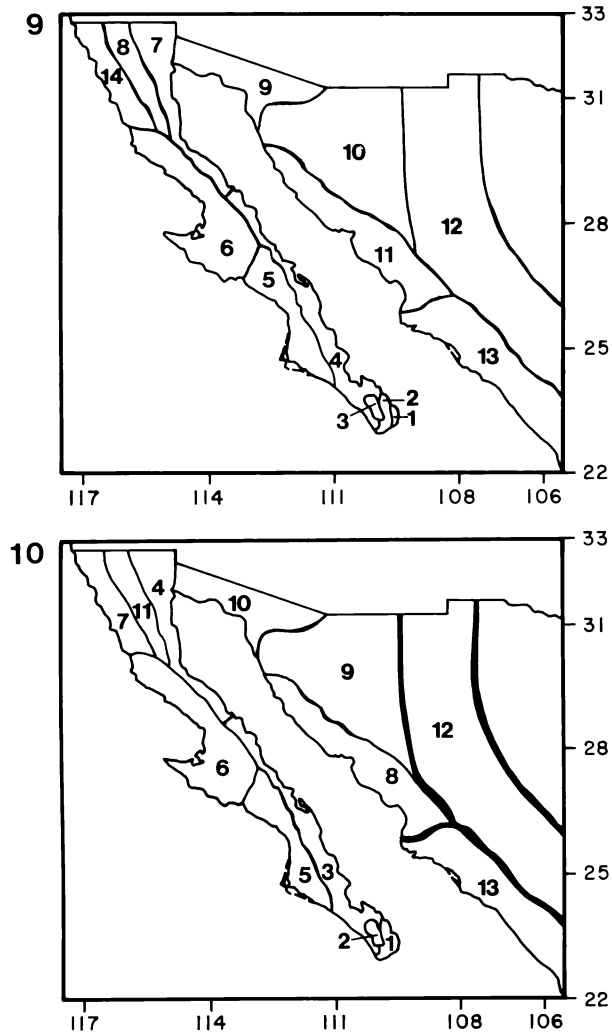
P = precipitación total anual en mm

T = temperatura media anual en °C

Debido a que se contó con información mensual de las variables utilizadas en la fórmula, la información se integró para obtener el resultado en base anual. La escala de clasificación que utiliza el Índice de Martonne, (1926) es la siguiente:

$I_a << 5$	: árido
$5 << I_a << 10$	: semiárido
$10 << I_a << 20$	: estepas secas
$20 << I_a << 30$	: praderas
$I_a >> 30$	: vegetación de bosque

Debido a nuestro interés principal por centrar el análisis en función de las áreas determinadas por condiciones de aridez extremas, o verdaderos desiertos ( $I_a << 5$ ), se calcularon los valores del Índice de Aridez de Martonne (IAM) para cada estación y para cada año, trazándose isolíneas de aridez con el conjunto de datos obtenidos. El cálculo de isolíneas de aridez, se realizó bajo el supuesto de que esta característica climatológica se comporta espacialmente en forma de gradiente. La interpolación se realizó con la ayuda del programa de cómputo comercial denominado Golden Graphics, utilizándose el método conocido como: "Inverso de la distancia al cuadrado", el cual calcula los nodos de la matriz de interpolación en función de la distancia a la cual se encuentran las observaciones; es decir, entre más cercana esté una observación a un nodo o intersección de la matriz, mayor será su influencia en él. Una vez calculada la matriz de interpolación se trazó la isolínea de aridez igual a 5 y se excluyeron los valores que quedaran fuera de los límites geográficos definidos con el mapa. Con estos mapas se procedió al calcular las áreas áridas por cada año (Fig. 8).



Figuras 9-10

9) División del noroeste para la realización del estudio zogeográfico: 1. Sierra de la Trinitaria; 2. Partes bajas de la Sierra de La Laguna; 3. Sierra de La Laguna; 4. Santo Domingo; 5. Magdalena; 6. Guerrero Negro; 7. Valle de Colorado; 8. San Pedro Mártir; 9. Desierto de altar; 10. Partes bajas de Sonora; 11. Costa de Sonora; 12. Sierra Madre Occidental; 13. Partes bajas de Sinaloa; 14. San Quintín. 10) Provincias del noroeste mexicano: 1. Tierras bajas de Los Cabos; 2. Sierra de La Laguna; 3. Santo Domingo; 4. Valle inferior del Colorado; 5. Llanos de Magdalena; 6. Desierto de Vizcalfo; 7. San Dieguina; 8. Sonorense; 9. Guaymensis; 10. Desierto de Altar; 11. San Pedro Mártir; 12. Sierra Madre Occidental; 13. Sinaloense.

Con base en los datos de zoogeografía, fitogeografía y climáticos se definieron 14 áreas de trabajo preliminares para realizar estudios biozoogeográficos que se proponen en este estudio (Fig. 9), y son las siguientes:

- 1) Sierra de la Trinidad. El extremo sureste de la península.
- 2) Los Cabos. La zona media de la Sierra de La Laguna, por debajo de los 1,200 m y las zonas con agua dulce superficial.
- 3) Sierra de La Laguna. La parte alta de la Sierra de La Laguna, por arriba de los 1,200 m.
- 4) Santo Domingo. De Santa Rosalía al norte por la vertiente del Golfo hasta Bahía de los Angeles.
- 5) Magdalena. El centro de Baja California Sur, desde La Paz hasta la línea entre la laguna de San Ignacio-Santa Rosalía.
- 6) Guerrero Negro. De la línea de la Laguna de San Ignacio-Santa Rosalía por la vertiente del Pacífico hasta antes del valle de San Quintín.
- 7) San Quintín. Del Valle de San Quintín, al norte por las tierras bajas de la vertiente del Pacífico.
- 8) San Pedro Mártir. La parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir.
- 9) Valle de Colorado. La vertiente noreste del Golfo de California, desde el norte de Bahía de los Angeles hasta el límite con Sonora.
- 10) Desierto de Altar. La franja que se encuentra entre Sonora y la península de Baja California, que a su vez es la costa norte del Golfo de California.
- 11) Partes bajas de Sonora. Todas las tierras bajas de Sonora con excepción del desierto de altar y la costa del Golfo de California.
- 12) Costa de Sonora. La costa de Sonora.
- 13) Partes bajas de Sinaloa. Todas las tierras bajas de Sinaloa y parte del norte de Nayarit.
- 14) Sierra madre Occidental. Las tierras altas de la Sierra Madre Occidental.

Tomando en cuenta estas 14 áreas se realizó una tabla de presencia-ausencia de mamíferos, tomando como referencia básica "Los mamíferos de norteamérica" (Hall, 1981), además de una base de datos creada en el Centro de Investigaciones Biológicas, con más de 5,000 registros de ejemplares depositados en los diferentes colecciones mastozoológicas que a continuación se mencionan:

National Museum of Natural History (NMNH).

Museum of Vertebrates, Universidad of California, Berkley (MVZ).

Universidad of Arizona (UA).

Museum of Natural History, Kansas University (KU).

Field Museum of Natural History, University of Chicago (FMNH).

Museum of Natural History, Albertson College of Idaho (CI).

Real Museum of Ontario (ROM).

San Diego Society of Natural History (SDSNH).

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM).

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional (ENCB).

Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS).

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR).

Los datos fueron procesados con el índice de Jaccard, corregido por Preston (1962) el dendrograma fue elaborado por el método de UPGMA. Los valores de similitud utilizados para la diferenciación fueron los siguientes; 5% para las regiones, 25% para las subregiones, 42.5% para las superprovincias y 62.5% para las provincias de acuerdo a Hagmeier (1966).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados muestran que en la región noroeste del país existen diferencias de aridez meteorológica entre la zona continental y la peninsular, presentándose como más persistente en esta condición en la península con un 88 % de los años analizados que contrastan con el 7% para la región continental, excluyendo la región de Guaymas que presenta el 39% y la región del Desierto de Altar con un 93% de los años analizados. La mayor parte de la porción meridional de la Península de Baja California es persistente en su condición árida, para los 41 años analizados, siendo las zonas de Bahía Magdalena y la del Desierto de El Vizcaino las más conspicuas. En algunos años en los que esta porción árida se contrae, es evidente la forma en que el límite sur modifica su orientación de latitudinal a longitudinal, coincidiendo con la posición que guarda la cadena montañosa conocida como Sierra de La Giganta. Durante esos años la ubicación de este límite, el cual va desde el sur de Bahía Magdalena y hasta la región de Bahía Concepción, separa a las porciones más áridas del lado occidental de esta Sierra de las menos áridas del lado oriental de la misma.

La región de Los Cabos en el estado de Baja California Sur, por ser la porción más sureña de la península, recibe mayor influencia pluvial de los fenómenos meteorológicos de origen tropical que se originan en la Zona Intertropical de Convergencia (ZITC) del Pacífico nororiental. A pesar de ello, el carácter árido se manifiesta incluso en esta región, exceptuando las porciones más elevadas de la Sierra de la Laguna. Es decir, la interacción que se da en esta zona entre la cadena montañosa de la Sierra de la Laguna y los ciclones tropicales definen una zona meteorológicamente menos árida, dándole el carácter de isla biogeográfica.

Esta interacción no es suficiente para darle el mismo carácter climático a toda la porción sur de la península; así en los años de 1953, 1957, 1963, 1966, 1969, 1975, 1980 y 1988, se separa una pequeña franja árida cuyos límites espaciales

son la propia Sierra de la Laguna y la línea de costa. Esta pequeña franja corresponde a la zona que va desde Cabo San Lucas hasta San José del Cabo.

Dentro de esta zona la porción que limita con el Golfo de California, lugar conocido localmente como: Boca del Salado-La Rivera, presenta mayor persistencia en su condición árida. Esta particularidad meteorológica de la zona, coincide con otras de carácter fitogeográfico, que la separan del resto de la región de Los Cabos, dándole identidad propia (Wiggins, 1980; Turner y Brown, 1982).

Otra zona cuya característica climatológica es constante a lo largo del período analizado, es la región que comprende el Desierto de Altar o Gran Desierto, zona de unión entre los estados de Sonora y Baja California.

Los resultados derivados de la interpolación del IAM para las estaciones climatológicas ubicadas en la porción más septentrional del área analizada muestran los movimientos espaciales que de un año a otro sufre lo que se conoce como la Región Mediterránea de México (García, 1968; Aschmann, 1984). Esta se extiende en sentido noroeste desde el límite con los Estados Unidos bordeando las zonas elevadas de la Sierra de Juárez en el Estado de Baja California.

Esta región divide a la zona árida peninsular en dos: lo que podría llamarse el Desierto Sudcaliforniano al sur y el Desierto de Altar al norte. Los resultados muestran que en algunos años, esta barrera climatológica parecería desaparecer dándole continuidad para formar uno sólo. Sin embargo, lo anterior debe tomarse con reserva ya que la red de estaciones no contempla observaciones climatológicas para las porciones elevadas de la Sierra de Juárez, las cuales desde luego se excluyen de la región árida peninsular.

Por el lado continental los mapas muestran que existe un área meteorológicamente menos árida que interrumpe la cobertura del Desierto de Altar y lo separa de la porción más árida del Desierto Sonorense, la región de la Cuenca de Guaymas.

Hales (1974) y Reyes y Cadet (1988), señalaron la importancia del aporte de humedad del Golfo de California hacia la porción suroccidental de los Estados Unidos, la que podríamos extenderla hacia las planicies costeras de los estados de Sonora y Sinaloa, ya que este aporte de vapor de agua circula en superficie hacia el este-noreste cuando menos en el verano, (Carleton *et al.*, 1990), al chocar con la gran cadena montañosa de la Sierra Madre Occidental asciende hasta alcanzar su nivel de condensación y precipitarse en toda la serranía y en las porciones costeras. Este carácter climatológico puede ser la explicación de la diferencia entre las áreas áridas de uno y otro lado del Golfo de California.

Con base en el análisis climático se proponen tres grandes áreas desérticas ubicadas en el noroeste mexicano, en función de su persistencia espacial y temporal: El Desierto de Altar o Gran Desierto, circunscrito a la porción continental colindante con la cabecera del Golfo de California y que une a los estados de



Sonora y Baja California, El Desierto Sonorense, localizado en términos de persistencia en la región que ocupa la Cuenca de Guaymas y El Desierto Sudcaliforniano comprendido mayormente en la extensión que ocupa el estado de Baja California Sur, excluyendo las regiones elevadas de la Sierra de la Laguna, Sierra de la Giganta y Sierra de San Pedro Mártir. Estas tres áreas áridas, dependiendo de las condiciones climatológicas imperantes en un año en particular pueden o no expandirse o contraerse, llegando incluso a formar una sola zona árida en todo el noroeste mexicano.

## **Zoogeografía**

Con las 14 áreas establecidas para el estudio del noroeste mexicano y 186 especies que se tienen registradas para la región, se obtuvieron dos análisis de agregación. El primero con base en mamíferos terrestres, excluyendo a los voladores y el segundo con todos en conjunto, con los que se tratará de establecer la regionalización global.

Los dos análisis realizados para el área del noroeste de México son en general muy parecidos, variando la localización de algunas regiones, pero conservando en gran medida el esquema general. Hay que considerar que cuando se utilizó toda la fauna de mamíferos los valores de similitud fueron menores.

Esta diferencia es muy significativa, ya que la regionalización en que se consideran a todos los mamíferos es más similar a las diferentes propuestas hechas por los autores consultados.

Por otra parte los murciélagos tradicionalmente no han sido utilizados para los estudios zoogeográficos por tener la capacidad de recorrer grandes distancias (Alvarez-Castañeda, 1993), incluso Hagmeier (1966) cuando reevalúa las provincias de norteamérica, no considera a los murciélagos. Esto puede ser considerado como válido para las regiones boreales, ya que como se sabe, en estas áreas solamente se encuentra una familia presente, la Vespertilionidae, con especies insectívoras (Wilson, 1974) y que no tienen una gran importancia en la diversidad por su pequeño número, más en cambio el aporte a la diversidad de los murciélagos en las regiones tropicales es muy importante, siendo por ende la mayor de todos los grupos.

Según se puede observar en los mapas desarrollados por Wilson (1974), la zona de estudio se localiza en el área en la que el número de especies de murciélagos empieza a incrementarse, lo que se atribuye a un número mayor de fuentes alimenticias. Debido a esto en las zonas de transición climática los murciélagos adquieren mayor importancia en la diversidad que en las templadas.

Willig (1986) considera que los factores que más influyen en la distribución de los murciélagos son los factores ecológicos, por consiguiente consideramos que

el uso de murciélagos da un aspecto más general y la regionalización se puede realizar en función de hábitats disponibles y no de barreras fisiográficas.

En el primer análisis que se presenta con mamíferos terrestres, se considera que los resultados obtenidos no concuerdan con el análisis teórico presentado en la introducción. Esto se debe a que una misma provincia presenta hábitats muy diferentes entre sí, que por ende deberían de tener fauna diferente, pero al quitar a los murciélagos, se eliminó también el mayor aporte Neotropical de la zona costera y la región de Los Cabos (Fig. 11).

Se tiene que considerar que Sinaloa es el límite de distribución boreal de las especies terrestre Neotropicales, pero se ha considerado como Neotropical con base en la presencia de especies de quirópteros.

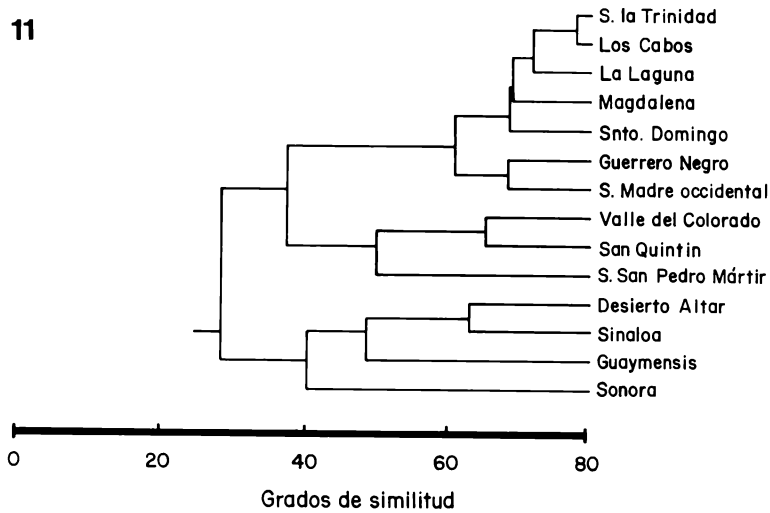
El análisis presentado con todos los mamíferos es considerado como el más próximo a la realidad, ésto se debe a que tiene concordancia con los trabajos mencionadas, en especial con las provincias bióticas de Nelson (1922), las fitogeográficas (Wiggins, 1980) y las climáticas de Salinas-Zavala (1995), así como con las observaciones realizadas en campo (Fig. 12).

El área considerada como más problemática es la de Los Cabos, la cual presenta cuatro especies de tres familias de murciélagos, Emballonuridae, Mormoopidae y Phyllostomidae, que han sido consideradas como Neotropicales, por lo cual, las tierras bajas del área de Los Cabos deberían de ser consideradas como Neotropicales. Mientras que la Sierra de La Laguna, alberga una especie de una familia Neártica, Soricidae.

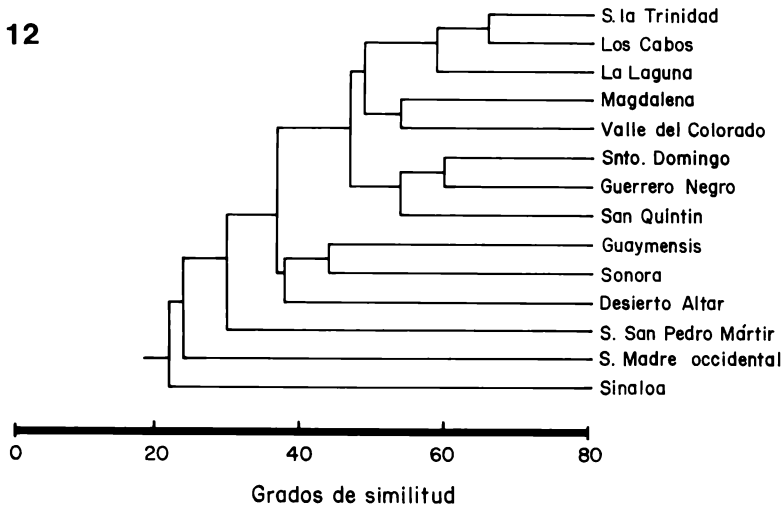
Este planteamiento llevaría a considerar a las tierras bajas de la región de Los Cabos como parte de la región Neotropical y no a toda la región, como lo plantea Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1992).

La historia tectónica de la península indica que ésta ha derivado hacia su actual posición a partir de un sitio en el continente, y cuyo extremo sur pudo haber llegado incluso a mantener contacto con el actual estado de Jalisco, como se demuestra por la distribución del género *Bipes*, (squamata; Bipedidae), presente en varias localidades de Michoacán y en el sur de la Península de Baja California, sin que se conozca a la fecha localidades intermedias a lo largo de ambas costas del Golfo (Castañeda y Alvarez, 1968). Un patrón semejante es evidente para el género *Bursera* como lo demuestran Kohlmann y Sánchez (1984) mediante un modelo que no contempla desplazamientos tectónicos. Por otro lado López-Forment y Urbano, (1977) registran *Marmosa* para Baja California Sur, género netamente neotropical. Por consiguiente las poblaciones de murciélagos se consideran como un relicto ecológico de relaciones más estrechas entre la península y la parte continental.

11



12



Figuras 11-12

11) Dendrograma de las áreas propuestas para el análisis de las provincias zoogeográficas del noroeste, sólo con mamíferos terrestres. Se utilizó el índice de Jaccard con la corrección de Preston, y con el método de UPGMA. Las divisiones quedan a un 8% de similitud las regiones, 22.5% las subregiones, 42.5% las superprovincias y al 62.5% las provincias. 12) Dendrograma de las áreas propuestas para el análisis de las provincias zoogeográficas del noroeste, con todos los mamíferos. Se utilizó el índice de Jaccard con la corrección de Preston, y con el método de UPGMA. Las divisiones quedan a un 8% de similitud las regiones, 22.5% las subregiones, 42.5% las superprovincias y al 62.5% las provincias.

Con respecto a la consideración de Sinaloa como Neártica, se opina que es defecto del análisis, ya que como el interés se enfocaba más a las zonas áridas del noroeste, su inclusión al igual que el de la Sierra Madre Occidental, fué con fines comparativos y al no tener otras regiones con las que asociarse, por compartir fauna, tendieron a quedar en la región Neártica, aunque no hay que perder de vista que como son barreras ecológicas, hay fauna Neártica que está penetrando a la zona tropical.

El análisis que toma en cuenta a los murciélagos, da como resultado una mayor división del área de estudio, la nomenclatura que a continuación se propone está en función de aquellos autores que previamente las habían definido. Para el caso de las que no tienen autor se definen en el presente estudio.

**a) Subregión tropical húmeda (Crowel, 1967)**

a.1 Superprovincia Sinaloense

a.1.1. Provincia Sinaloense (Smith, 1941)

**b) Subregión templada húmeda (Crowel, 1967)**

b.1. Superprovincia Sierra Madre Oriental

b.1.2. Provincia Sierra Madre Oriental (Goldman y Moore, 1946)

**c) Subregión árido seca (Crowel, 1967)**

c.1. Superprovincia Californiense (Hagmeier, 1966)

c.1.1. Provincia de San Pedro Mártir (Nelson, 1922)

c.2. Superprovincia Mohave (Hagmeier, 1966)

c.2.1. Provincia Desierto de Altar

c.3. Superprovincia Sonorense

c.3.1. Provincia Sonorense

c.3.2. Provincia Guaymensis

c.4 Superprovincia desierto Sudcaliforniense

c.4.1. Provincia de las tierras bajas de Los Cabos

c.4.2. Provincia sierra de La Laguna

c.4.3. Provincia llanos de Magdalena (Nelson, 1922)

c.4.4. Provincia valle inferior del Colorado (Nelson, 1922)

c.4.5. Provincia Santo Domingo

c.4.6. Provincia desierto de Vizcaíno (Nelson, 1922)

c.4.7. Provincia San Dieguina (Smith, 1941)

El dendrograma que considera a todas las especies da como resultado que el área de estudio (Fig. 12) debe de ser considerada como perteneciente a la región Neártica, con tres subregiones, las que siguiendo las características mencionadas por Crowel (1967), quedan como: Tropical Húmeda, incluye a la provincia de Sinaloa, con fauna de origen tropical, vegetación exuberante y fuera de la región

árida. La Templada Húmeda que incluye la provincia de la Sierra Madre Occidental, con fauna de origen Neártico, temperaturas de templadas a frías, vegetación de bosques, índice de aridez mayor a 5. La Arido Seca o Sonorense, si se sigue a Haigmeier (1966), incluyen el resto de las superprovincias y provincias. Fauna de origen principalmente Neártica, temperaturas extremosas y cálidas en verano e índice de aridez extrema presente aunque sólo persistente en la provincia Guaymensis.

La subregión Arido Seca se dividió a su vez en cuatro superprovincias, de las que tres son definidas por Haigmeier (1966), la California, Mohave y Mapimí, la cuarta al no estar previamente definida la nombramos de Desierto Sudcaliforniense y marca la diferencia entre las tierras continentales y las peninsulares.

Las dos primeras solamente cuentan con una provincia cada una. La primera es la de San Pedro Mártir, según Nelson (1922), la segunda es la denominada por nosotros como Desierto de Altar, pero que puede ser la parte más meridional de la Mohaviana de Haigmeier (1966). La superprovincia de Mapimí se divide a su vez en dos provincias, la Sonorense (Goldman y Moore, 1946) y la que definimos como Guaymensis, dada su persistencia en condiciones de aridez.

La superprovincia del desierto Sudcaliforniano es la que más provincias presenta, siete en total. Estas provincias a su vez se agrupan en dos grandes conjuntos, las del sur de la península y vertiente del Golfo de California, exceptuando La Sierra de La Laguna, que son aquellas menos secas, debido a que los sistemas climáticos de origen tropical tienen mayor influencia en ellas, mientras que el grupo de provincias de la vertiente del Pacífico, cuentan con la influencia de los sistemas atmosféricos que originan clima seco debido a la influencia de la celda semipermanente de alta presión del pacífico oriental.

En las del grupo del sur de la Península y vertiente del Golfo se definieron dos Provincias que no habían sido descritas anteriormente, la provincia de la Sierra de la Laguna y la de las tierras bajas de Los Cabos. Las otras dos fueron previamente definidas por Nelson (1922) como la provincia de los Llanos de Magdalena y el Valle inferior del Colorado.

Las provincias del lado del Pacífico son tres, Desierto de Vizcaíno definida por Nelson (1922), San Dieguina (Smith, 1941) y la que se denominó en este trabajo como Santo Domingo, de transición entre las dos primeras. A continuación se dan las características de cada una de las provincias, resultantes del análisis de agregación realizado.

**Provincia Sinaloense.** Desde la parte del norte de Nayarit, todas las tierras bajas de Sinaloa y hasta el río Mayo en Sonora, incluye la planicie costera que es muy continua y sin mayores accidente orográficos, llegando hasta la base de la Sierra

Madre occidental, al norte tiene su límite con la provincia Guaymensis y al este con la de la Sierra Madre Occidental.

Los límites de esta Provincia han sido muy cambiantes según el autor consultado, principalmente en su parte boreal, lo que se puede apreciar en la serie de mapas presentados (Fig. 10). La vegetación que se le ha asignado es el matorral espinoso y la selva baja caducifolia. Muchas de las especies consideradas, se distribuyen exclusivamente en esta Provincia, en comparación con las del resto del Noroeste y los murciélagos son principalmente de origen tropical. Considerando al análisis climático, esta provincia se encuentra fuera de las zonas áridas del noroeste.

**Provincia Sierra Madre Occidental.** Tierras altas de la Sierra Madre Occidental. De el área que se consideró, presenta su límite Noroeste se ubica con la Provincia Sonorense y en la suroeste con la Sinaloense. En esta provincia son característicos los accidentes del terreno, ya que es una serranía con gran cantidad de cañones y cañadas, por lo que el límite con las provincias que la circundan es dentado. Los límites en general ha cambiado poco pero Smith (1941) la dividió en dos provincias, la boreal denominada Apachiana y la austral Duranguense. La vegetación que se puede asignar es de encinos, encino-pino y pino lo cual esta acorde con los análisis climáticos que la excluyen de la zona árida del Noreste de México. Las especie presentes son de afinidad Neártica presentando especies de distribución exclusiva para la región de los géneros; *Plecotus*, *Spermophilus*, *Sciurus*, *Glaucomys*, *Peromyscus*, *Sigmodon*, *Canis* y *Mephitis*.

**Provincia de San Pedro Mártir.** La parte alta de la Sierra de San Pedro Mártir, limita al este con la provincia del Valle inferior del Colorado, al sur con el Desierto de Vizcaíno y al oeste con la San Dieguina. La orografía es muy escarpada con gran número de cañones, algunos de los cuales penetran fuertemente en la Sierra. La vegetación es: encino, encino-pino y pino. Esta provincia tiene muchos géneros que se pueden considerar como exclusivos, que son: *Scapanus*, *Sciurus*, *Tamasciurus*, *Peromyscus* y *Neotoma*. *Myotis milleri* es una especie endémica de la provincia, que solamente es conocida de unas cuantas localidades en la Sierra. Su clima es típicamente de tipo mediterráneo, es decir con predominancia de lluvias invernales, con temperaturas bajas durante todo el año; la influencia de los sistemas climáticos templados la excluyen de las zonas áridas del Noroeste.

**Provincia Desierto de Altar.** La franja que se encuentra entre Sonora y la Península de Baja California, aproximadamente desde el Río Colorado a la zona de Puerto Libertad por la costa y hasta Sonoita. La orografía es plana y con tipo de suelo arenoso en su mayor parte, a excepción de la sierra del Pinacate. El tipo de

vegetación que tiene asignado es de desierto craucicaulicente. Con respecto a las demás provincias solamente tiene una especie exclusiva del género *Chaetodipus*. Se considera el límite austral del desierto de Mohave dada su localización y persistencia interanual en su condición árida extrema.

**Provincia Sonorense.** Todas las tierras bajas de Sonora con excepción del Desierto de Altar y la región de la cuenca de Guaymas. Al este el límite es la provincia de la Sierra Madre de Oriente, al sur la Sinaloense, al oeste la Guaymensis y al noroeste la del Desierto de Altar. En general es una área de lomeríos con pocas montañas. La vegetación dominante es mezquital, pastizal. En algunos años puede presentar condiciones de aridez extrema (valor del índice de Martonne  $< < 5$ ).

**Provincia Guaymensis.** La cuenca de Guaymas incluye la costa del Golfo de California de Sonora, únicamente la planicie costera y se considera que es una franja de escasos kilómetros. La vegetación es desierto craucicaule. Se encontró una especie con distribución única *Neotoma phenax*. En su condición de aridez es similar a la península de Baja California, es decir con valores interanuales persistentes menores de 5.

**Provincia de las tierras bajas de Los Cabos.** La provincia puede se considerada de la zona de Todos Santos, B.C.S. en el Pacífico a Punta Arena en el Golfo, incluyendo la parte baja y media de la Sierra de La Laguna, además de las áreas con agua dulce superficial. Incluye desde la planicie costera hasta algunas zonas montañosas, como son la Sierra de la Trinidad. La vegetación es principalmente matorral sarcocaula, selva baja caducifolia. Es una provincia con una especie endémica (*Chaetodipus dalquesti*) y persistencia en cuanto a aridez extrema del 30% en los 41 años analizados.

**Provincia Sierra de La Laguna.** La parte alta de la Sierra de La Laguna, por arriba de los 1200 m aproximadamente. La orografía es variada, incluye una serie de cañones grandes, cerros y valles. La vegetación dominante es bosque de encino, encino-pino y pino. El clima varía de cálido en las partes bajas a templado en las altas. Se aísla del resto meridional de la península, ya que el análisis excluye de la zona climática las áreas áridas.

**Provincia Llanos de Magdalena.** El centro-este del estado de Baja California Sur, desde La Paz hasta la línea entre la laguna de San Ignacio-Santa Rosalía, incluye la sierra de La Giganta exceptuando las partes elevadas, la orografía es muy variable, desde áreas planas hasta la escarpada Sierra de La Giganta. La

vegetación es matorral sarcocaulé, la que presenta en lugares aislados vegetación muy diferente a la del resto de la provincia.

**Provincia Desierto de Vizcaino.** La planicie costera del noroeste del estado de Baja California, la vertiente del Pacífico norte, de la línea Laguna de San Ignacio-Santa Rosalía por la vertiente del Pacífico hasta antes del valle de San Quintín. La vegetación se considera como Matorral rosetófilo y sarcófilo. Es la zona más persistente en su condición árida extrema para el período analizado.

**Provincia Valle inferior del Colorado.** La porción noreste del estado de Baja California, la vertiente norte del Golfo de California, de Santa Rosalía al norte hasta la delta del Río Colorado. Está constituida por la planicie costera del Golfo. La vegetación es desierto craucicaulide.

### **Provincia Santo Domingo**

La planicie costera de la vertiente del Pacífico, desde la zona de Todos Santos a la línea Laguna de San Ignacio-Santa Rosalía. Es la planicie costera del Pacífico de Baja California Sur que en general es muy plana. La vegetación es matorral sarcocaulé y matorral sarcocaulé de niebla.

**Provincia San Dieguina.** El extremo noroeste de la planicie costera del Estado de Baja California, del Valle de San Quintín al norte. En general tiende a ser plana; pero se incluyen también zonas montañosas. La vegetación que se le asigna es la de Chaparral. Esta provincia presenta una especie de mamíferos endémica *Dipodomys gravipes* y se excluye de las zonas áridas del Noroeste.

## **CONCLUSIONES**

El análisis del límite entre las dos regiones propone que toda la península de Baja California debe ser considerada como Neártica, con un grupo de especies de murciélagos de afinidades neotropicales, que muestran viejas relaciones de continuidad de la península con la masa continental.

Según se observa en la figura 10 son evidentes tres patrones en el ordenamiento de las provincias propuestas, el más evidente es el patrón este-oeste que obedece fundamentalmente a eventos climáticos mayores derivados de elementos como son: la corriente marina de California y las características oceanológicas del Golfo de California, equiparables al efecto de coriolisis. El segundo patrón es un gradiente norte sur explicable por el efecto de peninsularidad que condiciona y explica la penetración de colonizadores del paleo-desierto de Mohave en el sentido que Morafka (1977) lo expresa. El tercer patrón es altitudinal, que si bien juega un



papel importante a lo largo de la columna vertebral montañosa de la península sólo permite establecer distinciones para la provincia de la Sierra de La Laguna y de Juárez.

Es interesante mostrar una cierta correlación entre el esquema que se propone con elementos florísticos y de vegetación, a diferencia de aquellos sustentados sobre la base de elementos faunísticos principalmente mamíferos y de aquellos que consideran la fisiografía y se relacionan a cuadrantes.

Las dos penínsulas que caracterizan el territorio mexicano se han prestado a ser analizadas de acuerdo al esquema de peninsularidad propuesto por Simpson (1953); pero en ambos casos las premisas originales del modelo no se cumplen exactamente. En el caso de la península de Yucatán, Barrera (1962) resalta dos hechos; primero el origen de la península por emergencia de sedimentos marinos y segundo por ser prácticamente la única península en el mundo de orientación sur-norte. En el caso de la península de Baja California a la luz de hipótesis de deriva continental, se plantea que el fenómeno peninsular es el más reciente en la historia geológica puesto que fue durante el Mioceno cuando la península se origina al desprenderse de la masa continental.

Al adquirir su posición actual la biota es la resultante histórica de un evento vicariante básico al que se le sobrepone efectos dispersionistas recientes a partir de una biota que durante fines del terciario y cuaternario es una expresión del ambiente xérico, que se acentúa hasta caracterizar el denominado desierto Sonorense-Chihuahuense. Lo anterior no se puede cumplir en la península de Baja California debido a su origen tectónico.

#### LITERATURA CITADA

- Alvarez-Castañeda, S.T. 1993. Zoogeografía de los murciélagos de Chiapas, México. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx.* 38: 139-159.
- Alvarez, T., y F. de Lachica, 1974. Zoogeografía de los vertebrados de México. *In: El escenario geográfico, recursos naturales.* Inst. Nal. Antropología Hist. 217-302.
- Aschmann, H. 1984. A Restrictive Definition of Mediterranean Climates. *Actualités Botaniques, Bulletin Societe Botanique de France*, 131(2-4): 21-31.
- Barrera, A. 1962. La península de Yucatán como Provincia bióticas. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 23: 71-105.
- Carleton, A.M., A.C. Duane & P.J. Weser, 1990. Mechanisms of interannual variability of the Southwest United States Summer Rainfall Maximum. *J. Climate* 3(9): 999-1015.
- Castañeda, R. y T. Alvarez, 1968. Contribución al conocimiento de la osteología apendicular de *Bipes* (Reptilia: Amphisbaenia). *An. Esc. Nac. Cienc. Biol., México* 17: 189-223.
- Crowley, J.M. 1967. Biogeography. *Canadian Geographer* 11: 312-316.
- Darlington, P.J.Jr. 1957. *Zoogeographv: The geographical distribution of animals.* John Wiley and Sons, Inc. 675 pp.

- De Buen, F.** 1946. Investigaciones sobre ictiología mexicana. III. La ictiología del Lago de Chapala con la descripción de una nueva especie (*Huastor ochoterena*). *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Auton. Mex. Ser. Zool.* 17: 261-281.
- Dice, L.R.** 1943. *The biotic provinces of North America*. Ann Arbor, MI: Univ. Michigan.
- Fa, J.E.** 1989. Conservation motivated analysis of mammalian biogeography in the Trans-Mexican Neovolcanic Belt. *Nat. Geog. Res.* 5: 296-315.
- Fa, J.E. & L.M. Morales,** 1993. Patterns of mammalian diversity in México, pp. 319-361. *In: Biological diversity of México origins and distribution.* (Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot, & J. Fa. Eds.). Oxford Univ. Press. 812 pp.
- García, E.** 1968. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Primera Edición, Inst. Geografía, UNAM, México, D.F. 71 pp.
- García, E. y P. Mosiño,** 1968. Los climas de Baja California. *In: Comité Nacional Mexicano para el Decenio Hidrológico Internacional, Inst. Geofísica, UNAM.* Mem. 1966-1967 (R. del Arenal C. Ed.), México, D.F. 29-56 pp.
- Goldman, E.A. & R.T. Moore,** 1946. Biotic provinces of México. *J. Mamm.* 26: 347-360.
- Hagmeier, E.M.** 1966. A numerical analysis of the distributional patterns of North American Mammals. II Re-evaluation of the Provinces. *Syst. Zool.* 15: 279-299.
- Hagmeier, E.M. & C.D. Stults,** 1964. A numerical analysis of the distributional patterns of North American mammals. *Syst. Zool.* 13: 125-155.
- Hales, J.** 1974. Southwestern United States summer monsoon source - Gulf of México or Pacific Ocean? *J. Appl. Meteorol.* 13: 331-342.
- Hall, R.E.** 1981. *The Mammals of North America*. John Wiley & Sons, New York, 2nd ed., 1:xv + 1-600 + 90; 2iv + 601-1181 + 90.
- Halffter, G.** 1964. La entomofauna americana ideas acerca de su origen y distribución. *Folia Entomol. Mex.* 6: 1-108.
- Hastings, J.R. (Ed.).** 1964a. *Climatological Data for Baja California*. Tech. Rept. on the Meteorology and Climatology of Arid Regions. No. 14, Univ. of Arizona, Inst. Atmospheric Physics, Tucson.
- Hastings, J.R. (Ed.).** 1964b. *Climatological Data for Sonora and Northern Sinaloa*. Technical Report on the Meteorology and Climatology of Arid Regions. No. 15. Tucson: University of Arizona. Institute of Atmospheric Physics.
- Hastings, J. R. & R. M. Turner,** 1965. Seasonal precipitation regimes in Baja California, México. *Geografiska Annaler* 47A: 204-223.
- Hastings, J.R. & R. R. Humphrey** 1969a. *Climatological Data and Statistics for Baja California*. Tech. Rep. Meteor. and Climatology of Arid Regions No. 18. University of Arizona, Institute of Atmospheric Physics.
- , 1969b. *Climatological Data and Statistics for Sonora and Northern Sinaloa*. Tech. Rep. Meteorology and Climatology of Arid Regions No. 19. University of Arizona, Institute of Atmospheric Physics.
- Hershkovitz, P.** 1958. A geographic classification of Neotropical Mammals. *Fieldiana Zool.* 36: 583-619.
- Hooper, E.** 1949. Faunal relationship of recent North American Rodents. *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Michigan* 72: 1-28.

- Kohlmann, B. y S. Sánchez, 1984. Estudio areográfico del género *Bursera* Jacq. ex. L. (Burseraceae) en México: Una síntesis de Métodos pp.41-120. In: *Métodos cuantitativos en la biogeografía*. MAB-UNESCO, Inst. Ecol. México.
- Latorre, C. y L. Penilla, 1988. Influencia de los ciclones en la precipitación de Baja California Sur. *Atmósfera* 1(2): 99-112.
- López-Forment, W. y G. Urbano, 1977. Restos de pequeños mamíferos recuperados en regurgitaciones de lechuza, *Tyto alba*, en México. *An. Inst. Biol., Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool.* 48: 231-242.
- Lugo-Hubp, J. 1990. El relieve de la República Mexicana. *Univ. Nac. Autón. México, Inst. Geol.* 9: 82-111.
- Martonne, E. 1926. Areisme et indice d'aridité, *Comptes Rendus de L'Académie des Sciences de Paris* 182: 1393-1398, in English: Regions of Interior-Basin Drainage. *Geographical Review* 17: 397-414.
- Mayr, E. 1963. *The fauna of North America, its origin and unique composition*. Proc. XVI Int. Congress Zool., Washington, D. C. pp. 3-11.
- Morafka, D.J. 1977. Is there a Chihuahua Desert? A quantitative valuation through a herpetofauna perspective. 437-454. In: *Trans. Symposium Biol. Res. Chihuahuan Desert region, U. S and México*. (R. H. Wauer & D. H Riskind Eds.), U.S. Dept. Int. Nat. Park Serv., Proc. Ser. 3.
- Mosíño, P.A. 1966. Factores determinantes del clima en la República Mexicana con referencia especial a las zonas áridas. S.E.P, *Inst. Nac. Antrop. Hist., Depto. de Prehistoria, Pub.* 19, 22 pp.
- Muller, P. 1974. *Aspects of zoogeography*. Dr. W. Junk b. v., Pub. 208 pp.
- Nelson, E.W. 1922. Lower California and its Natural resources. *Nat. Acad. Sci.* 16: 1-194.
- Preston, R.W. 1962. The canonical distribution of commonness and rarity. *Ecology* 43: 185-215.
- Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo, 1992. Regiones y provincias mastogeográficas. Carta IV.8.8, A. Naturaleza. Atlas Nacional de México. Inst. Geograf., Univ. Nac. Autón. México.
- Reyes, S. y J. E. Janowiak, 1986. Global Atmospheric water vapor patterns derived from the NMC final analysis. *Technical Report CAC-NWS-NOAA*, Washington, DC, USA. 62 pp.
- Reyes, S. & D.L. Cadet, 1988. The southwest branch of the North American monsoon during summer 1979. *Mon. Wea. Rev.* 116: 1175-1187.
- Reyes, S. & A. Mejía-Trejo, 1991. Tropical perturbations in the eastern Pacific and the precipitation field over north-west México in relation to the ENSO phenomenon. *Inter. Jour. Clim.* 11: 515-528.
- Reyes-Coca, S., F. Miranda, J.G. Espinoza-Ibarra y J. García-López, 1991. Datos de superficies de la red del noroeste de México (Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Durango) Parte I. Series de tiempo de valores diarios de temperatura y precipitación. Reporte Técnico CIOFIT9104. Estudios del Balance de Agua. *TRAVASON-SWAMP; Pub. EBA No. 6. CICESE-ITSON-CNA*, Ensenada, B.C., México. 181 pp.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y origen de la flora fanerogámica de México. *Acta Bot. Mex.* 14: 3-22.

- , 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México. 432 pp.
- Salinas-Zavala, C.** 1995. La aridez en el noroeste Mexicano. Un análisis de su variabilidad en función de la condición térmica oceánica. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, *Univ. Nac. Autón. México*.
- Salinas-Zavala, C.A., A.C. Leyva, D. Lluch-Belda y E. Díaz-Rivera,** 1990. Distribución geográfica y variabilidad climática de los regímenes pluviométricos en Baja California Sur, México. *Atmósfera* 3(3): 217-237.
- Schmidt, Jr. R.H.** 1989. The arid zones of México: climatic extremes and conceptualization of the Sonoran Desert. *J. Arid. Environm.* 16: 241-256.
- Sclater, P.L.** 1958. On general geographical distribution of the members of class Aves. *J. Linnean Soc. Zool.* 2: 130-145.
- Serra, S.** 1971. Hurricanes and tropical storms of the west coast of México. *Mon. Wea. Rev.* 99: 303-312.
- Shreve, F.** 1951. Vegetation of the Sonoran Desert. *Carnegie Inst. Washington Pub.* 591:xii + 192.
- Simpson, G.G.** 1953. Evolution and Geography. An essay on historical biogeography with special reference to mammals. *Condor Lectures.* 1-64.
- Smith, H.M.** 1941. Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género *Sceloporus*. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx.* 2: 103-111.
- , 1949. Herpetogeny in México and Guatemala. *Ann. Ass. Amer. Geographers* 39: 219-238.
- Stuart, L.C.** 1964. Fauna of Middle America. 316-362. *In: Natural environment and Early Cultures* (R.C. West Ed.). Univ. Texas Press. 570 pp.
- Stadler, S.J.** 1987. Aridity indexes, pp. 769-773. *In: Encyclopedia of Earth Sciences* (J.E. Oliver & R.W. Fairbridge Eds.), New York: Van Nostrand Reinhold. 11: 986 pp.
- Tardy, M., J.C. Carfanta eu C. Rangin,** 1986. Essai de synthèse sur la structure du Mexique. *Bull. Soc. géol. France,* (8) t. II 6: 1035-1031.
- Turner, R.M. & D.E. Brown,** 1982. Sonoran desert scrub, *Desert-plants.* 4(1-4): 181-219.
- Wallace, A.R.** 1876. *The geographical distribution of animals with a study of the relation of living and extinct faunas as elucidating the past changes of the Earth's Surface,* 2 vol., mapa, illus. London: Macmillan.
- West, R.C.** 1964. The natural region of Middle America, pp. 363-383. *In: Natural environment and Early Cultures* (R.C. West Ed.). Univ. Texas Press. 570 pp.
- Wiggins, I.L.** 1980. *Flora of Baja California.* Stanford University Press, 1071 pp.
- Willig, M.** 1986. Bat community structure in South America: A tenacious chimera. *Rev. Chilena Nat. Hist.* 59: 151-168.
- Wilson, J.W.** 1974. Analytical zoogeography of North American Mammals. *Evolution* 28: 124-140.

Recibido: 6 marzo 1995

Aceptado: 10 octubre 1995