

85
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE
MEXICO**

**USO DE UN SISTEMA DE INFORMACION
GEOGRAFICO PARA LA CONSERVACION DE LA
DIVERSIDAD MASTOFAUNISTICA DE LA REGION
DEL GOLFO DE CALIFORNIA**



**BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM**

T E S I S

Que para obtener el Título de

B I O L O G O

presenta

PATRICIA ILLOLDI RANGEL

000 21665





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



BIBLIOTECA
DIPLOMA DE ECONOMIA
MANTENIMIENTO



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE
Jefe de la División de Estudios Profesionales
Facultad de Ciencias
Presente

Los abajo firmantes, comunicamos a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realiz(ó)ron la pasante(s) **Iloldi Rangel Patricia**

con número de cuenta 8852749-5 con el Título: _____

Uso de un sistema de información geográfico para la
conservación de la diversidad mastofaunística de la
región del Golfo de California

Otorgamos nuestro Voto Aprobatorio y consideramos que a la brevedad deberá presentar su Examen Profesional para obtener el título de Bióloga

GRADO	NOMBRE(S)	APELLIDOS COMPLETOS	FIRMA
	<u>Dr. Victor Sánchez-Cordero</u>	<u>Dávila</u>	
	<u>Dr. Fernando Alfredo</u>	<u>Cervantes Reza</u>	
	<u>M. en C. Adolfo Gerardo</u>	<u>Navarro Sigüenza</u>	
	<u>M. en C. René Hernández</u>	<u>Rivera</u>	
	<u>M. en C. Livia Socorro Leon</u>	<u>Paniagua</u>	

"Come to the edge" He said

And they said "We are afraid"

"Come to the edge" He said

And they went

And He pushed them ...

And they flew

G. Apollinaire

A mis padres, por su cariño y apoyo a lo largo de toda mi vida.

A mis hermanos, Madga y Paco, por todo lo que hemos compartido a lo largo de los años.

*A Miguel, por sus ideas, por su amor y comprensión,
porque me ha enseñado muchas cosas sobre mí a lo largo
de los años.*

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Víctor Sánchez-Cordero, por el apoyo brindado en la elaboración del presente estudio, el cual se realizó bajo su dirección.

Al Dr. Fernando Cervantes, por los comentarios realizados a este trabajo.

Al M. en C. Adolfo Navarro, por su asesoría, comentarios y tiempo dedicado a la revisión de este trabajo.

Al M. en C. René Hernández, por la confianza y revisión brindados al presente estudio.

A la M. en C. Livia León, por la revisión y comentarios realizados al presente trabajo.

A la DGAPA, por el apoyo económico prestado a través de la beca-tesis de licenciatura.

A mis amigos, gracias a su amistad y confianza, ya que se que siempre puedo contar con ellos.

A la UNAM.

A Jesús, por el diseño y edición de esta tesis.

A todas las personas que de alguna manera colaboraron con la realización de este trabajo.

INDICE

Indice	I
Resumen	II
Introducción	1
Objetivos	9
Area de estudio	10
Método	14
Resultados	23
I. Topografía	23
II. Vegetación	35
Discusión	47
I. Topografía	47
II. Vegetación	51
Conclusiones	55
Literatura Citada	58
Apéndices	62

En el presente trabajo se analizan los efectos de la topografía y la vegetación en los patrones generales de distribución de las especies de mamíferos en la región del Golfo de California, utilizando un Sistema de Información Geográfico.

Se elaboró una base de datos cartográfica para los cinco estados que comprenden la región (Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit), así como una base de datos biológica, las cuales se sobrepusieron para obtener relaciones entre el número de especies y los intervalos altitudinales y el número de especies y el tipo de vegetación.

Para la región del Golfo de California se encontró, por un lado, que a alturas intermedias (800 a 1200 m) la riqueza de especies es mayor, y por otro lado, que los tipos de vegetación con mayor riqueza de especies son los pastizales y las zonas de agricultura. Así mismo, se realizó un análisis de corrección de área, de tal manera que se igualaron todas las áreas y en este caso se descarta el área como limitante para la distribución de mamíferos.

La ecología insular ha sido tradicionalmente una ciencia predictiva durante buena parte de este siglo, y se ha reunido gran cantidad de información sobre los modelos de distribución de las especies, sobre la composición de las floras y faunas insulares, sobre la clasificación de las islas en tipos tales como oceánicas y continentales, sobre la descripción taxonómica de especies y subespecies insulares, y sobre las adaptaciones de los organismos insulares (Gorman, 1991).

A partir de esto, han surgido varias teorías que tratan de explicar la composición de especies en una isla, siendo una de las principales la Teoría del Equilibrio de MacArthur y Wilson, postulada en 1967. la cual predice que el número de especies en una isla se debe a un equilibrio dinámico entre las tasas de colonización y extinción de los organismos, en función de un área determinada. Estudios actuales (Diamond, 1979; Simberloff, 1974) se basan en esta teoría para hacer estudios de abundancia y riqueza de especies, tomando como parámetros principales el área y el aislamiento de la isla para poder determinar el número de especies presentes.

Sin embargo, Simberloff (1985) y Connor y McCoy (1979) han cuestionado estos parámetros

como base para la determinación de la abundancia de especies, y han considerado a otros factores como son la topografía y la diversidad de hábitats, los cuales es posible que sean igual o aún más importantes que aquellos referidos en las teorías clásicas de biogeografía de islas (específicamente el área). Por tanto, es necesario determinar, en primera instancia, cual es la importancia de factores como la topografía y la diversidad de hábitats en la diversidad de especies presentes, así como su relación con el área de las islas.

Desde 1835 existen estudios donde se ha observado que el número de especies tiende a incrementarse con el área, ya sea que se examinen cuadrantes en el continente o archipiélagos de islas (Dony, 1963). Sin embargo, Johnson et.al. (1968), al realizar un estudio en las Islas del Canal, California, E.U , encontraron que existen otros factores mas importantes que el área, tales como la diversidad del hábitat y la altitud, para determinar la composición de especies. Con estos resultados se puede observar que, a pesar de que el área puede predecir el número de especies, el grado con el que explica la variación en la abundancia decrece notablemen-

te conforme se utilizan mejores indicadores de la diversidad de hábitat, como son los intervalos altitudinales, la latitud, el tipo de suelo, etc (Simberloff, 1974). A su vez, Simberloff (1985) encuentra que en áreas pequeñas hay mayor diversidad de hábitats, y, por lo tanto, mayor número de especies presentes, contrario a lo que se cree de que el número de especies está en relación con el tamaño del área. Heaney (1993) demuestra que la distribución de los pequeños mamíferos está influenciada por factores como intervalos altitudinales relacionados con la diversidad del hábitat, cuestionando que la máxima riqueza de especies se encuentre en intervalos altitudinales bajos. Otros trabajos existentes para la República Mexicana muestran que la elevación puede explicar, por sí sola, hasta el 90% de la variabilidad de especies, incluyendo riqueza de especies, abundancia y densidad (Navarro y León Paniagua, 1993). Asimismo, para el estado de Oaxaca, Sánchez-Cordero, et al. determinaron la variación elevacional en tiempo y espacio, encontrando que la mayor riqueza de especies se encuentra en intervalos altitudinales medios (700 - 900 mts. y 1600 - 2000 mts.), y en intervalos altitudinales tanto muy altos como bajos (> 2500 mts. y < 500 mts.) la riqueza de especies era baja. Asimismo, encontraron que la riqueza de especies

para mamíferos voladores era alta en elevaciones bajas.

Es muy común que las especies estén más o menos restringidas a ciertos hábitats determinados, de manera que el número de especies en una isla o en una región o isla es en primer lugar una función del número de hábitats (Connor y McCoy, 1979). De hecho, cuando no existen estadísticas exclusivas para cuantificar la diversidad de hábitats, se utilizan áreas que incluyan una gran diversidad de éstos (Simberloff, 1974).

Sánchez-Cordero, et.al. (1993), han demostrado la importancia de la diversidad de hábitats en la distribución de las especies, encontrando que hábitats con una estructura florística compleja (bosque de montaña, selva baja caducifolia, etc.) generalmente muestran una alta riqueza de especies tanto para mamíferos voladores, como para mamíferos no voladores. Por otro lado, para la región de La Paz, B.C.S. se tiene un estudio donde se demuestra que la mayor diversidad de especies se encuentra en el matorral, seguido de selva tropical caducifolia y bosque de pino encino (Alvarez, 1994), lo cual generalmente concuerda con el

gradiente altitudinal, esto es, a mayor altura menor diversidad de especies

De acuerdo a toda esta información, se eligió trabajar con la región del Golfo de California, un sistema peninsular e insular, que comprende a los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit, para realizar un estudio que considere el efecto de la topografía y diversidad de hábitats, en la distribución geográfica de los mamíferos. En este estudio se espera encontrar patrones similares a los que se reportan para otras partes de la república, (Navarro y Leon Paniagua, 1993; Sánchez-Cordero, et.al., 1993; Alvarez, 1994), esto es, mayor número de especies en intervalos altitudinales intermedios, así como una mayor diversidad de especies en hábitats complejos.

5

Una de las herramientas que se utilizan actualmente para poder estudiar la importancia de factores como la elevación y heterogeneidad ambiental en la distribución de las especies, es un Sistema de Información Geográfico (SIG). El SIG es una tecnología informática que permite representar fenómenos espaciales y analizar datos espacialmente relacionados. Además, hacen posible capturar, recuperar, editar, producir y manipular no sólo la informa-

ción geográfica (base de datos cartográfica), sino también la información biológica (bases de datos).

A pesar de que hay numerosas aplicaciones para los SIG en mastozoología (Norton, et.al., 1993), esta tecnología aún no se ha vuelto común. Es claro, sin embargo, que los SIG pueden convertirse en una herramienta por medio de la cual los biólogos manejen datos espaciales (Mclaren y Briggs, 1993).

El propósito principal de un SIG es procesar la información espacial. Para hacer eso, debe ser capaz de: (1) crear abstracciones digitales del paisaje (codificar); (2) manejar esos datos eficazmente (almacenar); (3) desarrollar nuevos parámetros a las relaciones de variables espaciales (analizar); y (4) crear resúmenes "humano-compatibles" de estas relaciones (desplegar) (Berry, 1993).

El conocimiento de las relaciones topológicas (determinación del área, perímetro y localización de los elementos del mapa, así como el conocimiento de las asociaciones espaciales entre los atributos) es una característica funda-

mental que distingue los SIG de herramientas de dibujo para computadoras como los sistemas de diseños asistidos por computadora (CAD) (August, 1993). Estas relaciones espaciales son, o pueden ser, determinadas utilizando procedimientos del SIG y forman la base de muchas de las operaciones analíticas que son relevantes para las aplicaciones en mastozoología.

El uso de los SIG por ecólogos se ha enfocado principalmente a la caracterización general de datos espaciales tales como distancia, área y volúmen, intersección de datos georeferenciados, análisis de la proximidad espacial y la integración con modelos (Johnson, 1990), para determinar las características de un área dentro de una distancia conocida.

Una vez creada la base de datos espacial y que ésta se ha unido a los mapas, se puede predecir la localización, y la cantidad o calidad del hábitat, o predecir la distribución potencial de una especie determinada. Asimismo, se pueden predecir los requerimientos ecológicos de una especie intersectando una serie de localidades con variables tales como vegetación, altura, uso del suelo y otros (Johnson, 1993).

La importancia de este trabajo radica en evaluar a otros factores, como la topografía y la vegetación que pueden ser igual, o aún mas importantes que el área per se, para explicar la distribución de los mamíferos en zonas insulares virtuales, con las ventajas que proporciona un SIG, como es el cálculo de áreas de distribución precisas, así como el área que ocupa cada tipo de hábitat o cada intervalo altitudinal

OBJETIVOS

- Determinar el efecto de la topografía y la vegetación en los patrones generales de distribución de los mamíferos para la región del Golfo de California.

- Determinar las áreas de mayor riqueza de especies de mamíferos para la región del Golfo de California.

La región del Golfo de California se considera como una de las áreas de mayor importancia biológica en México. Cuenta con 66 especies de mamíferos terrestres (Hall, 1981, Ramírez-Pulido, 1983), que corresponden al 14.16% de las especies registradas en todo el país (466, Ramírez-Pulido y Cervantes, 1994) de las cuales el 6% son endémicas de la zona.

El clima de la región está fuertemente influido por la latitud en que se encuentra. Geográficamente, el Golfo de California se ubica dentro de la región subtropical. Es por esto que presenta una marcada fluctuación de las condiciones climatológicas durante el año, así como del día a la noche, a diferencia de las demás regiones costeras de México, localizadas en la región tropical, que es más estable (UNAM/Gobernación, 1988).

La mayor parte de las costas de Sonora, Sinaloa y Baja California tienen la característica común de presentar un exceso de evaporación sobre la precipitación pluvial y un clima desértico caliente, con inviernos secos y una estación lluviosa veraniega (UNAM/Gobernación, op.cit.)

En cuanto a los hábitats que se presentan en la región, el bosque de encino, el matorral xerófilo y la selva baja caducifolia están entre los sistemas ecológicos más importantes del país, ya que son los que cuentan con el mayor número de especies y con el mayor porcentaje de endemismos de vertebrados (28.6%, 29.6% y 15% respectivamente; Flores y Gerez, 1988; Cuadro 1). Estos tres sistemas se encuentran bien representados en la región, lo cual hace a la zona prioritaria en el estudio de la distribución de los mamíferos y la protección de la zona. Esto aunado al clima, le confiere características particulares que influyen en la presencia de especies que se encuentran en la región

CUADRO1 CARACTERISTICAS IMPORTANTES QUE COMPRENDEN LOS ESTADOS DEL AREA DE ESTUDIO		
estado	área (km2)	tipos de vegetación
Baja California	6,992.10	bosque de coníferas, chaparral, matorral xerófilo, agricultura de riego.
Baja California Sur	7,347.50	matorral xerófilo, selva baja caducifolia, agricultura de riego.
Sonora	18,205.20	bosque de coníferas, bosque de encino, matorral xerófilo, selva baja caducifolia.
Sinaloa	5,832.80	bosque de coníferas, bosque de encino, matorral xerófilo, selva baja caducifolia, selva tropical subcaducifolia, agricultura de riego, agricultura de temporal.
Nayarit	2,697.90	bosque de coníferas, bosque de encino, selva baja caducifolia, vegetación acuática y subacuática, agricultura de riego, agricultura de temporal.

La región del Golfo de California, o Mar de Cortés, se localiza entre los 18° y 32° latitud norte y los 105° y 117° de longitud oeste. Está formado por los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit, dentro del cual se encuentran aproximadamente 100 islas y un número similar de islotes, ubicados desde las cercanías de la desembocadura del Río Colorado hasta el paralelo 21 (Gobernación/UNAM, 1988)

La península de Baja California se caracteriza por la ausencia de ríos, siendo ésta principalmente desierto, mientras que las costas de Sonora y Sinaloa presentan una gran cantidad de ríos y pendientes poco pronunciadas (Gobernación/UNAM, op.cit.)

12

La formación del Golfo de California se pudo deber a una serie de eventos geológicos que se han llevado a cabo desde el Mesozoico superior, hace 120 millones de años. La mayor actividad tectónica registrada en el área tuvo lugar durante el Mioceno superior, hace aproximadamente 25 millones de años. El Golfo de California, con sus características actuales, es geológicamente reciente, se calcula su edad en aproximadamente 4.5 millones de años (op.cit.)

El clima de la región está fuertemente influenciado por la latitud en que se encuentra, ubicado en la región subtropical. La temperatura media anual en las costas circundantes es de 24°C con excepción de las zonas comprendidas entre Tepic y Mazatlán, los alrededores de Culiacán y entre la frontera de Sonora y Sinaloa, donde es de 26°C. La estación seca comprende los meses de octubre a junio, mes en el que se inicia la temporada de lluvias que dura hasta mediados de septiembre. La baja precipitación pluvial se debe a la presencia de cordilleras, con cimas de más de 3000 m. de altura, las cuales forman una barrera que aísla a la región del Océano Pacífico, lo cual, aunado a las extensas zonas áridas que lo rodean, le confiere un clima continental más que oceánico (Alvarez-Borrego, 1983)

Se elaboró un banco de datos biológico en un paquete comercial, DBaseIII Plus, por su amplia utilización y para facilitar su consulta e interacción con otro tipo de software, entre ellos ARC/INFO

La base de datos biológicos se elaboró a partir de una ya existente sobre la región del Golfo de California (Romero, 1991), la cual se encontraba en DBase III plus, así como datos de la Colección Mastozoológica, del Instituto de Biología de la UNAM, Colección Mastozoológica de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa, colecciones de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, y referencias de Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1990). Para algunas otras consultas de bases de datos, se hizo una revisión de la literatura disponible en las bibliotecas de Centros de Investigación, tanto de la UNAM como de otras instituciones arriba mencionadas.

La estructura de la base de datos es la siguiente: un banco de datos biológico donde se tiene la información de los taxa desde Orden hasta subespecie (en caso de que se tenga), haciéndose una referencia al número de locali-

dad o localidades en las que se ha registrado dicha especie, y un banco de datos geográfico, donde se indica el nombre de la localidad, el estado en que se encuentra y su ubicación geográfica en grados y minutos (latitud/longitud), asimismo, cuenta con la referencia de la especie o especies encontradas en esa localidad, el cual la relaciona con el banco de datos biológico (Romero, 1991)(Apéndices I y II). El banco de datos biológico cuenta con un total de 493 especies y subespecies registradas, mientras que el banco de datos geográfico cuenta con un total de 554 localidades.

Para poder utilizar esta base de datos dentro del sistema de información geográfico fue necesario modificar la base original, de tal manera que se tuviera un registro único en cada combinación con el nombre de la localidad, estado, latitud, longitud, número de especie correspondiente y nombre de la especie (Apéndice III).

Para cada localidad se obtuvieron las coordenadas geográficas (latitud/longitud) hasta grados y minutos, los cuales venían indicados en las fichas de colecta. Cuando estos datos no se encontraban se obtuvieron en mapas (escala 1:1,000,000, 1:250,000 y/o 1:50,000 de INEGI, 1988). Para realizar esto se

calculó la distancia sobre el mapa a partir de los paralelos y meridianos mas cercanos, siguiendo las direcciones indicadas por los colectores.

Se actualizó la base de datos con los registros obtenidos después de 1988, ya que el banco de datos original contenía datos hasta esta fecha.

La cartografía utilizada se obtuvo de los mapas de la Secretaria de Programación y Presupuesto, a escala 1:1 000,000 para los temas de topografía y uso del suelo y vegetación, obtenidos por medio de INEGI. Las cartas utilizadas fueron las de La Paz, Tijuana, Chihuahua y Guadalajara (SPP 1980)(Figura 1)

16

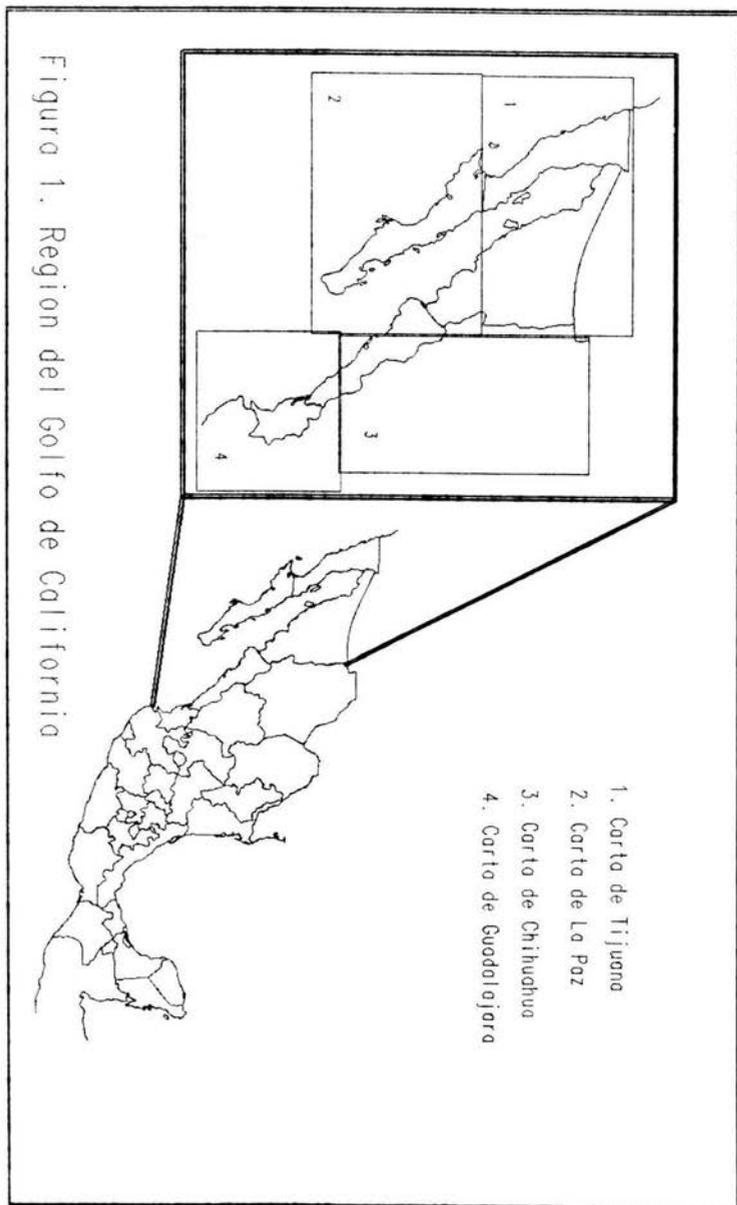
En este trabajo se utilizó el paquete ARC/INFO versión 3.4Dplus, dentro de los módulos Starterkit, Arcedit, Overlay y Arcplot. El programa fué corrido en una computadora ACER 486, con monitor a color, del Laboratorio de Mastozoología de la UNAM.

Para la captura de datos se utilizó una tableta Hewlett Packard con cursor de 12 botones, y se digitalizaron, dentro del módulo Arcedit, las cartas correspondientes a la región (La Paz,



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGÍA
UNAM

17



Tijuana, Chihuahua y Guadalajara). escala 1 1'000,000. para los temas de topografía y vegetación. Todo el proceso se realizó en el Instituto de Biología de la UNAM, donde se encuentra el equipo necesario

Una vez digitalizados los mapas, se procedió a la edición, cuya finalidad es delimitar áreas por medio de cotas de nivel y de tipos de vegetación, para lo cual fue necesario unir las cotas de nivel (a cada uno de los espacios delimitados por las cotas de nivel se les llama polígonos), así como los polígonos de vegetación. Después se efectuó la identificación de los polígonos, colocándoles a cada uno etiquetas específicas que contienen los atributos del mismo (intervalo de altura y tipo de vegetación correspondiente)

Al finalizar la edición, se procedió a la proyección de los mapas, ya que las cartas originales se encuentran en proyección Cónica de Lambert y la tableta captura los datos en un sistema denominado coordenadas de tableta (pulgadas). Esto se llevó a cabo en dos pasos primero se cambiaron las coordenadas de tableta (pulgadas) a coordenadas geográficas para poder proyectar estas coordenadas a la proyección Cónica de Lambert (Mapa 1).

A su vez hubo que modificar la base de datos en los campos latitud/longitud, cambiando las coordenadas a coordenadas geográficas decimales, quedando ambas en el mismo formato (por ejemplo, si se tenía una latitud de 23°30' se transformó a decimales, esto es, 23.5. Mapa 2)

Para poder ubicar las localidades de las diferentes especies de mamíferos en las curvas de nivel y en los tipos de vegetación se relacionaron la base de datos biológica y la cartografía dentro del módulo Overlay de ARC/INFO (Mapa 3)

A continuación, se obtuvieron las frecuencias del número de polígonos por intervalo altitudinal y tipo de vegetación que se encontraban en cada carta y el número de especies por intervalo altitudinal y tipo de vegetación encontrado. También, se procedió a hacer una corrección de área para poder determinar el o los intervalos con mayor cantidad de especies.

En el análisis estadístico se utilizó una prueba de X^2 para poder determinar si las especies se encuentran distribuidas al azar o si la altura determina su distribución. El mismo análisis se utilizó para los mapas de vegetación

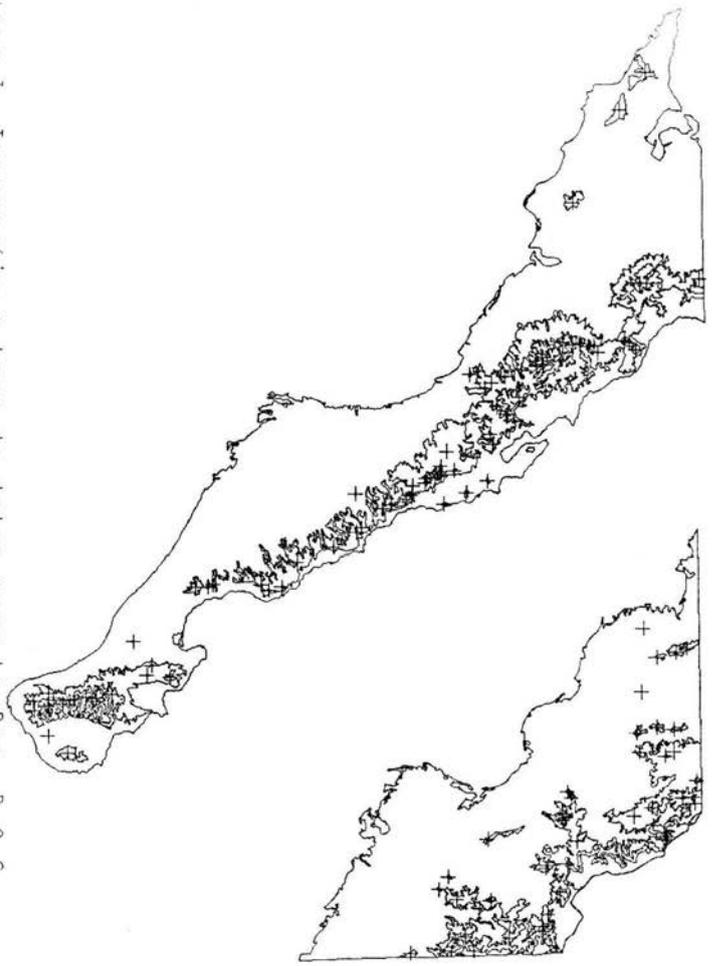
Mapa 1. Topografía para la región de La Paz, B.C.S.



Mapa 2. Registros para toda la Region del Golfo de California



Mapa 3. Topografía y base de datos para La Paz, B.C.S.



I. Topografía

Para las cartas topográficas se obtuvo una tabla dentro del módulo Starterkit donde se tienen los registros y el polígono correspondiente (intervalo altitudinal). Con estos datos se elaboró una gráfica para toda la región del Golfo de California donde se tiene el número total de registros por intervalo altitudinal (Figura 2), donde se puede observar que la mayor concentración de localidades se encuentra en el primer intervalo (0-400 m), siguiéndole el tercer intervalo (800-1200 m).



Figura 2. Número de registros por intervalo altitudinal para toda la región del Golfo de California (incluye los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit).

Una vez teniendo ésto, se elaboraron gráficas para cada carta con la misma información, esto es, número de registros por intervalo altitudinal (Figuras 3, 4, 5 y 6), donde se puede observar que para

las cartas de La Paz y Tijuana (Figuras 3 y 4) la mayor concentración de registros se presenta en el primer intervalo (0-400 m), siguiéndole el tercer intervalo (800-1200 m) mientras que para la carta de Chihuahua (Figura 5) la mayor concentración se presenta en el cuarto intervalo (1200-1600 m), siguiéndole el tercer intervalo, y para la carta de Guadalajara (Figura 6) el mayor número de registros lo encontramos en el segundo intervalo (400-800 mts.), siguiéndole el primero (0-400 m).

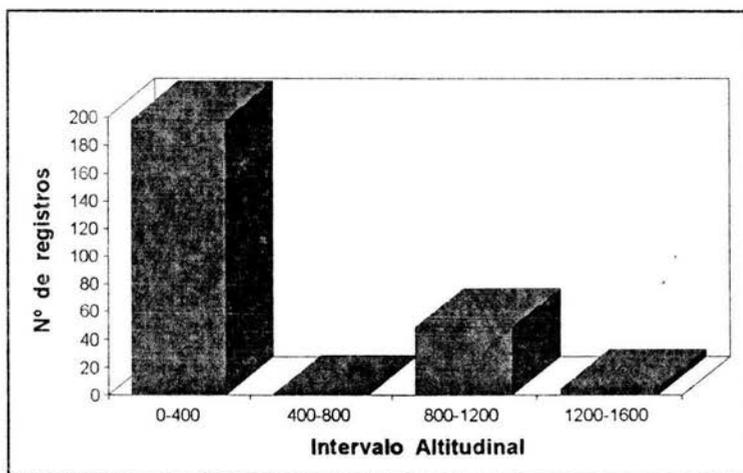


Figura 3. Número de registros por intervalo altitudinal para la carta de La Paz (incluye los estados de Baja California Sur y parte del estado de Sinaloa).

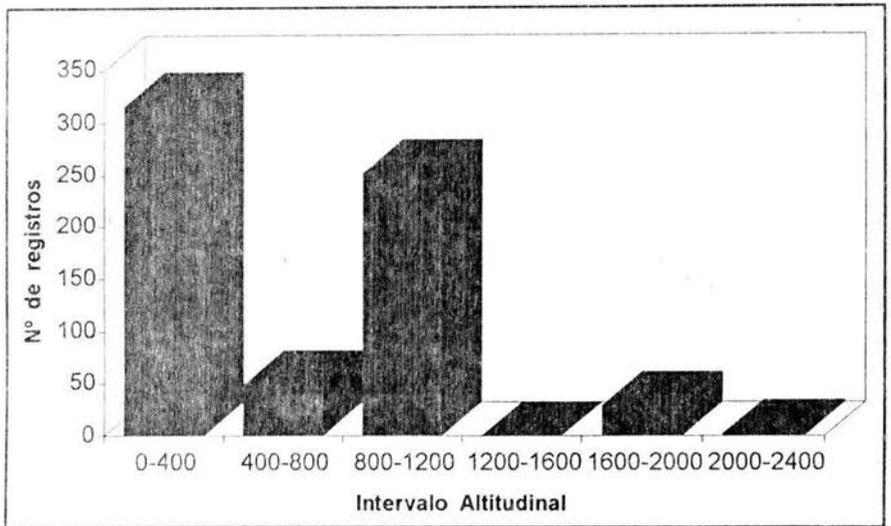


Figura 4. Número de registros por intervalo altitudinal para la carta de Tijuana (incluye los estados de Baja California y el estado de Sonora).

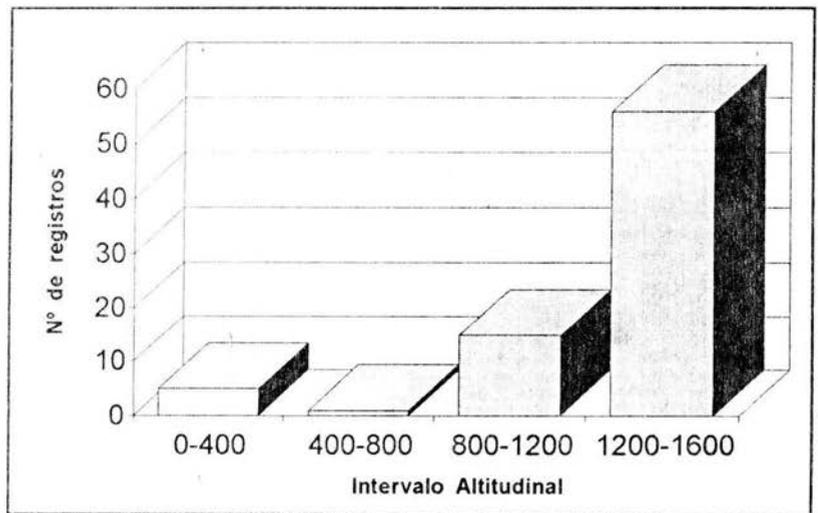


Figura 5. Número de registros por intervalo altitudinal para la carta de Chihuahua (incluye solamente una fracción del estado de Sinaloa).

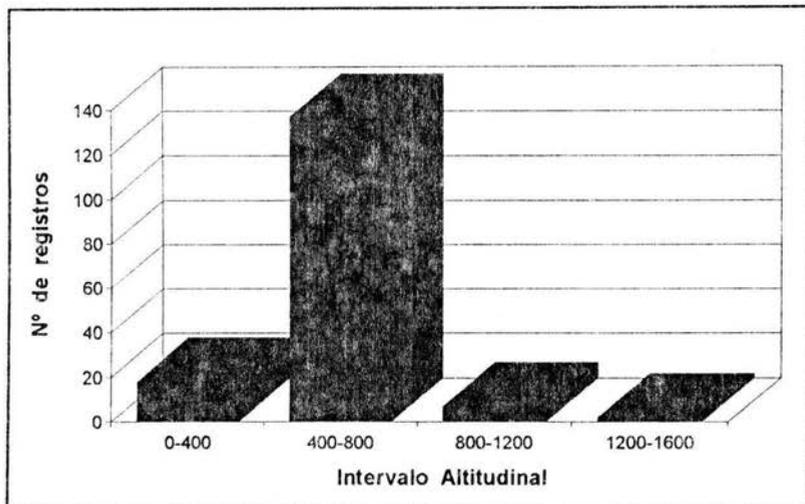


Figura 6. Número de registros por intervalo altitudinal para la carta de Guadalajara (incluye la parte sur del estado de Sinaloa y el estado de Nayarit).

Una vez teniendo el número de registros se obtuvieron las especies y subespecies correspondientes a cada uno, ya que un mismo registro podía contener varias especies y subespecies diferentes, así como una misma especie o subespecie podía encontrarse en varios registros diferentes, con lo que se elaboró una tabla donde se resumen el total de especies y subespecies, el intervalo altitudinal, y el área que comprende cada uno (Cuadro 2), y otra donde se presenta el número de subespecies por familia presentes para cada carta, así como el número de especies endémicas presentes por familia (Cuadro 3).

CUADRO2. NUMERO DE ESPECIES Y SUBESPECIES POR INTERVALO ALTITUDINAL PARA LA REGION DEL GOLFO DE CALIFORNIA

número de especies y subespecies	intervalo altitudinal (mts)	área (km ²)
288	0 - 400	168,404.16
114	400 - 800	122,091.65
192	800 - 1200	22,022.03
45	1200 - 1600	13,537.62
28	1600 - 2000	8,742.43
2	2000 - 2400	3,630.79

CUADRO3. NUMERO DE ESPECIES Y SUBESPECIES PARA LA REGION DEL GOLFO DE CALIFORNIA

ORDEN/Familia	LA PAZ	TIJUANA	CHIHUAHUA	GUADALAJARA	EE
DIDELPHOIDEA					
Marmosidae	2	0	2	1	2
Didelphidae	1	1	0	1	--
INSECTIVORA					
Soricidae	1	5	2	1	--
Talpidae	0	2	0	0	--
CHIROPTERA					
Emballonuridae	2	0	0	1	--
Noctilionodae	0	0	0	1	--
Mormoopidae	2	4	3	4	--
Phyllostomidae	8	9	5	21	1
Natalidae	2	2	0	2	--
Vespertilionidae	20	27	7	6	5
Molossidae	2	4	3	3	--

...CONTINUACION CUADRO 3					
ORDEN/Familia	LA PAZ	TIJUANA	CHIHUAHUA	GUADALAJARA	EE
XENARTHA					
Dasyopodidae	0	0	0	1	1
LAGOMORPHA					
Leporidae	5	15	3	6	6
RODENTIA					
Sciuridae	7	37	3	6	--
Geomyidae	5	34	4	3	2
Heteromyidae	27	87	5	5	--
Castoridae	0	3	0	0	10
Muridae	26	97	13	16	--
Erethizontidae	1	1	0	0	--
CARNIVORA					
Canidae	0	2	0	1	--
Ursidae	2	6	0	2	1
Procyonidae	7	13	2	5	--
Mustelidae	7	9	2	2	--
Felidae	0	1	1	0	--
ARTIODACTYLA					
Tayassuidae	1	13	2	1	--
Cervidae	1	4	0	0	--
Antilocapridae	0	3	0	0	--

EE=ESPECIESENDemicas

Con estos datos se elaboró la gráfica 7 en donde se muestra el número total de especies y subespecies por intervalo altitudinal para toda la región del Golfo de California. En ésta se puede observar la misma tendencia que para la Figura 2, es decir, que la mayor concentración de espe-

cies y subespecies se presenta en el primer intervalo, seguido por el tercer intervalo. También se elaboraron gráficas para cada carta donde se muestra el número de especies y subespecies por intervalo altitudinal (Figuras 8, 9, 10 y 11), donde se observa exactamente la misma tendencia que para las gráficas de número de individuos por intervalo altitudinal.

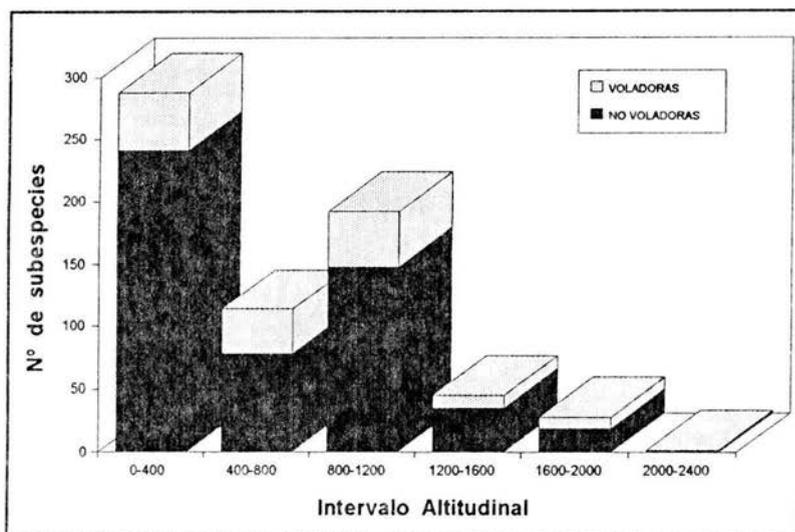


Figura 7. Número de especies y subespecies por intervalo altitudinal para toda la región del Golfo de California (incluye los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit).

En estas gráficas, además, se muestra la relación de mamíferos terrestres (no voladores) vs. voladores (murciélagos), donde se puede observar que tanto para la carta de La Paz como para la de Tijuana (Figuras 8 y 9), la mayor proporción de mamíferos voladores se encuentra en el tercer inter-

valo (800-1200 m), seguido por el primero (0-400 m), mientras que para la carta Chihuahua (Figura 10) la mayor proporción de mamíferos voladores se encuentra en el cuarto intervalo (1200-1600 m) presentando casi la mitad del total de especies para el mismo. Para la carta de Guadalajara (Figura 11), la mayor proporción de especies voladoras la encontramos en el segundo intervalo (400-800 m), siguiéndole el primero (0-400 m).

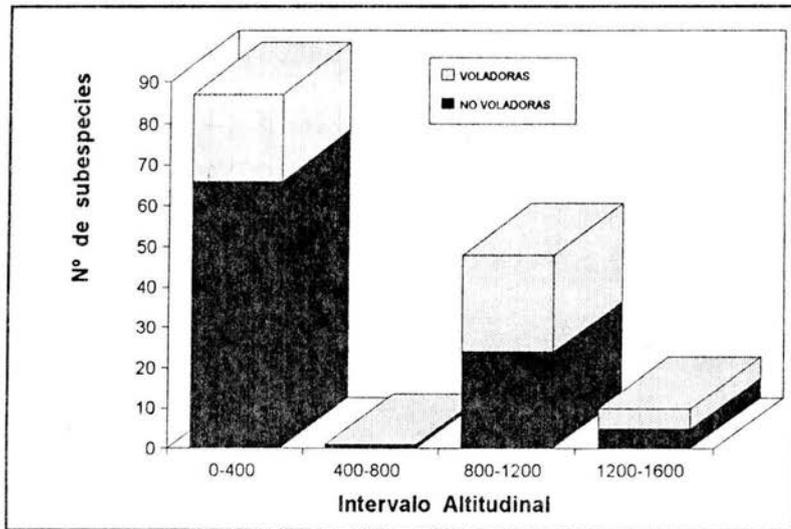


Figura 8. Número de especies y subespecies por intervalo altitudinal para la carta de La Paz (incluye los estados de Baja California Sur y parte del estado de Sinaloa).

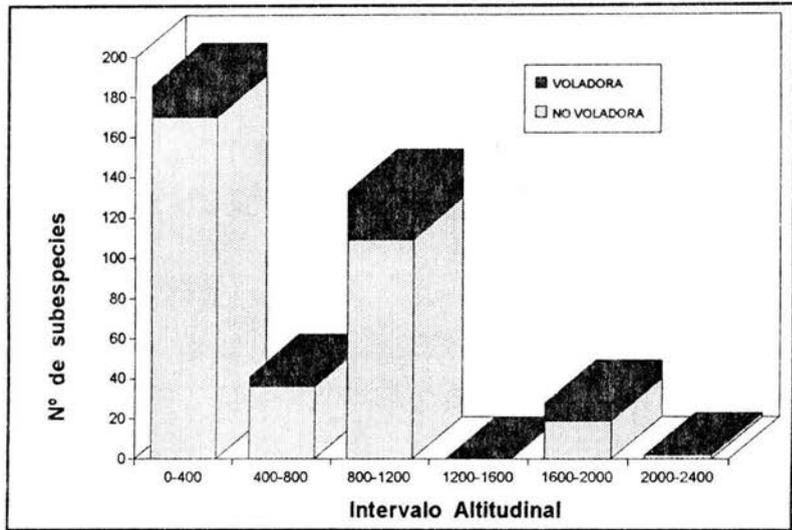


Figura 9. Número de especies y subespecies por intervalo altitudinal para la carta de Tijuana (incluye los estados de Baja California y el estado de Sonora).

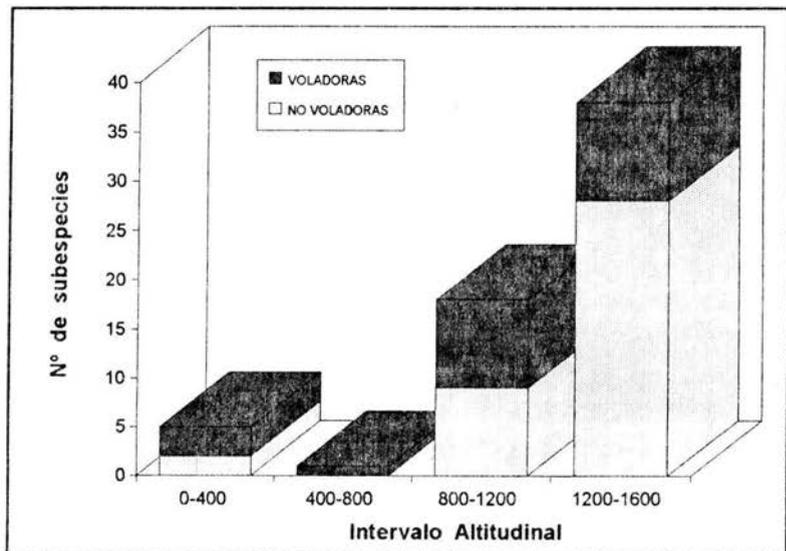


Figura 10. Número de especies y subespecies por intervalo altitudinal para la carta de Chihuahua (incluye solamente una fracción del estado de Sinaloa).

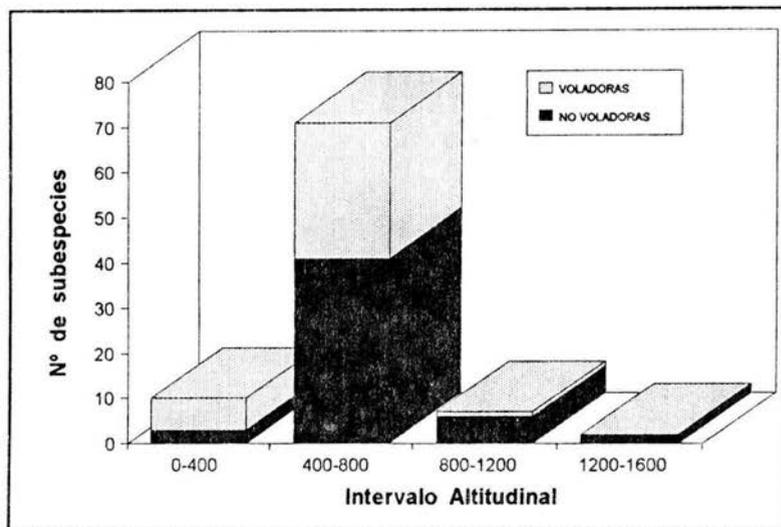


Figura 11. Número de especies y subespecies por intervalo altitudinal para la carta de Guadalajara (incluye la parte sur del estado de Sinaloa y el estado de Nayarit).

Una vez que se obtuvieron el número de especies y subespecies presentes, tanto para toda la región como por carta, se realizó una corrección de área para poder determinar el número de especies encontradas en áreas iguales. Esto se obtiene tomando, en este caso, el área de mayor tamaño, e igualando todas las demás a ésta. Una vez que se tienen áreas iguales, se calculan el número de especies y subespecies que se esperaba encontrar en ella. Se calcularon el total de especies y subespecies por área corregida para cada intervalo altitudinal y se les aplicó una prueba estadística, en este caso X^2 para determinar si la distribución de las

especies o subespecies en esos intervalos era significativa o no con respecto al azar.

Para toda la región se observó que, para todos los intervalos, excepto el de 0 - 400 m, la distribución era significativa, teniendo mayor cantidad de subespecies que las esperadas (excepto en el intervalo de 400 - 800 m; $X^2 = 11.1$, $P < 0.05$). Asimismo, se realizó la misma prueba estadística para cada carta, obteniendo los siguientes resultados (Cuadro 4):

- Para la carta de La Paz se obtuvieron diferencias significativas para los intervalos altitudinales de 800 - 1200 m y de 1200 - 1600 m, obteniendo en ambos casos mayor cantidad de subespecies que las esperadas ($X^2 = 7.81$, $P < 0.05$).

33

- Para la carta de Tijuana todos los intervalos altitudinales fueron significativos, encontrándose mayor cantidad de subespecies para todos los intervalos excepto el de 400-800 m, donde se obtuvieron menor cantidad de subespecies que las esperadas ($X^2 = 11.1$, $P < 0.05$).

- Para la carta de Chihuahua se obtuvieron los mismos resultados que para Tijuana, esto es, todos los intervalos altitudinales resultaron significativos, pero en este caso se encontraron menor número de subespecies a las esperadas en los intervalos de 0 - 400 m y de los 400 - 800 m ($X^2 = 7.81$, $P < 0.05$).

- Para la carta de Guadalajara se observaron los mismos resultados, ya que todos los intervalos fueron significativos. En este caso se obtuvieron mayor cantidad de subespecies para los intervalos de 400 - 800 m y de 800 - 1200 m, encontrando menor cantidad de subespecies en el primer intervalo (0 - 400 m) y en el último intervalo (1200 - 1600 m) ($\chi^2 = 7.81$, $P < 0.05$).

CUADRO 4. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE χ^2 PARA LOS INTERVALOS ALTITUDINALES EN LA REGION DEL GOLFO DE CALIFORNIA					
intervalo altitudinal (metros)	área (km ²)	porcentaje del área	número de especies y subespecies	porcentaje de especies y subespecies	χ^2 *
0 - 400	168,404.19	49.76	288	38.56	6.05
400 - 800	122,091.65	36.07	114	17.04	18.70
800 - 1200	13,537.62	6.5	192	28.69	208,435.02
1200 - 1600	22,022.03	4	45	6.72	2,077.47
1600 - 2000	8,742.43	2.58	28	4.18	16,080.09
2000 - 2400	3,630.79	1.07	2	0.29	1,027.44

* $\chi^2=11.1$; $P<0.05$; $gl=5$

II. Vegetación.

Para las cartas de vegetación se utilizó el mismo procedimiento que para topografía, utilizando el módulo Overlay y obteniendo una tabla en el módulo Starterkit con el número de registros y el tipo de vegetación correspondiente, con lo que se elaboró un cuadro donde se resume el número de especies y subespecies total por carta para la región del Golfo de California por tipo de vegetación y el área correspondiente de cada uno (Cuadro 6). La clave para la identificación del tipo de vegetación se muestra en el Cuadro 5.

CUADRO 5. CLAVE DE IDENTIFICACION DE LOS TIPOS DE VEGETACION			
1	Agricultura de riego	20	Matorral desértico rosetófilo
2	Agricultura de temporal	21	Vegetación de desiertos arenosos
3	Areas de riego suspendido	22	Vegetación de dunas costeras
4	Pastizal natural	23	Vegetación secundaria
5	Pastizal inducido	24	Vegetación de galería
6	Pastizal cultivado	25	Área sin vegetación aparente
7	Bosque pino-encino	28	Pastizal halófilo
8	Selva baja caducifolia	29	Matorral subtropical
9	Manglar	30	Agricultura de humedad
10	Mezquital	31	Selva mediana subcaducifolia
14	Matorral sarcocaulé	NOTA: LOS TIPOS DE VEGETACION FUERON OBTENIDOS A PARTIR DE LAS CARTAS DE INEGI	
16	Matorral sarco-crasicaule de neblina		
17	Matorral crasicaule		
18	Vegetación halófila		
19	Matorral desértico micrófilo		

CUADRO 6. NUMERO DE ESPECIES Y SUBESPECIES PARA LA REGION POR TIPO DE HABITAT

Vegetación	La Paz	Tijuana	Chihuahua	Guadalajara	Aria(Km2)
1	32	41	10	--	10,540.59
2	11	16	14	10	8,822.89
3	--	5	--	--	165.00
4	--	8	--	--	12,096.13
5	--	3	--	3	6,351.44
6	1	--	--	--	213.24
7	2	92	29	11	59,173.48
8	55	21	--	--	12,777.57
9	--	--	2	--	1,850.08
10	16	39	--	--	21,861.76
14	109	66	--	--	40,167.45
16	--	--	--	--	582.80
17	1	--	--	--	1,114.15
18	9	20	--	--	10,669.96
19	3	121	--	--	45,102.76
20	--	11	--	--	4,622.25
21	2	14	--	--	13,927.87
22	--	--	--	--	977.29
23	--	--	3	--	1,419.57
24	--	--	--	--	163.82
25	--	9	--	--	3,295.89
27	--	--	--	--	11,575.28
28	--	--	--	29	13,356.22
29	--	3	--	--	3,571.62
30	--	--	--	6	645.20
31	--	--	--	--	431.08
32	--	--	--	--	100.45

Con estos datos se elaboró la figura 12 donde se presenta el número de registros total para toda la región por tipo de vegetación. En ella encontramos que la mayor concentración de registros se presenta en el matorral sarcocaulé, seguido por el bosque de pino-encino, el matorral desértico micrófilo, la selva baja caducifolia, zonas de agricultura de riego, mezquital y zonas de agricultura de temporal (todas con mas de 50 registros). Se elaboraron figuras para cada carta con la misma información (número de registros por tipo de vegetación) (Figuras 13, 14, 15 y 16) donde se puede observar que para la carta de La Paz (Figura 13) la mayor concentración de registros se presenta en el matorral sarcocaulé, seguido por la selva baja caducifolia; para la carta de Tijuana (Figura 14) la mayor concentración la presenta el matorral desértico micrófilo, seguido del bosque de pino-encino, el mezquital, y el matorral sarcocaulé respectivamente. Para la carta de Chihuahua (Figura 15) presenta la mayor concentración en el bosque de pino-encino y la carta de Guadalajara (Figura 16) la presenta en el pastizal halófilo.

37



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGÍA
UNAM

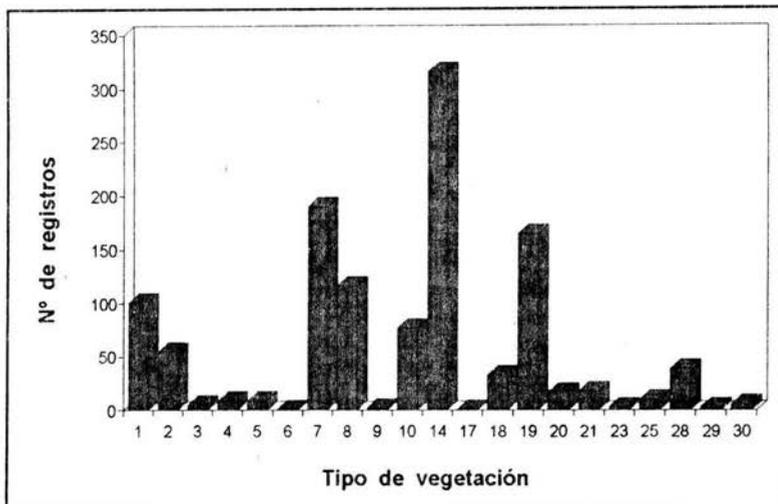


Figura 12. Número de registros por tipo de hábitat para toda la región del Golfo de California (incluye los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit).

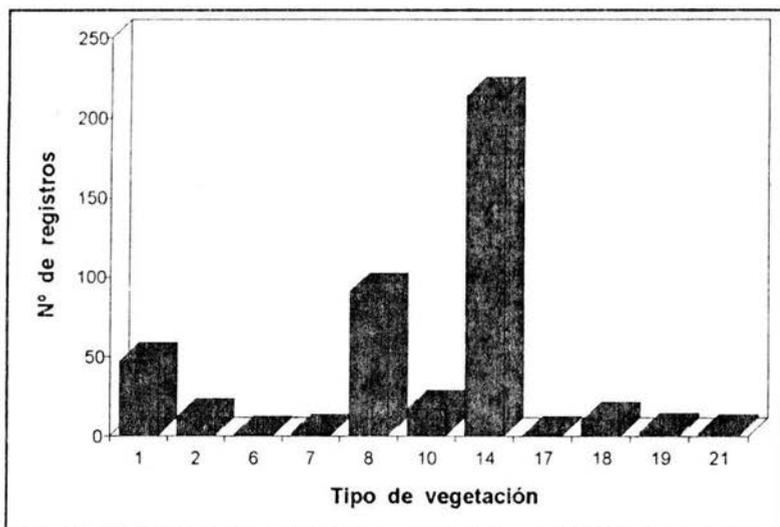


Figura 13. Número de registros por tipo de hábitat para la carta de La Paz (incluye los estados de Baja California Sur y parte del estado de Sinaloa).

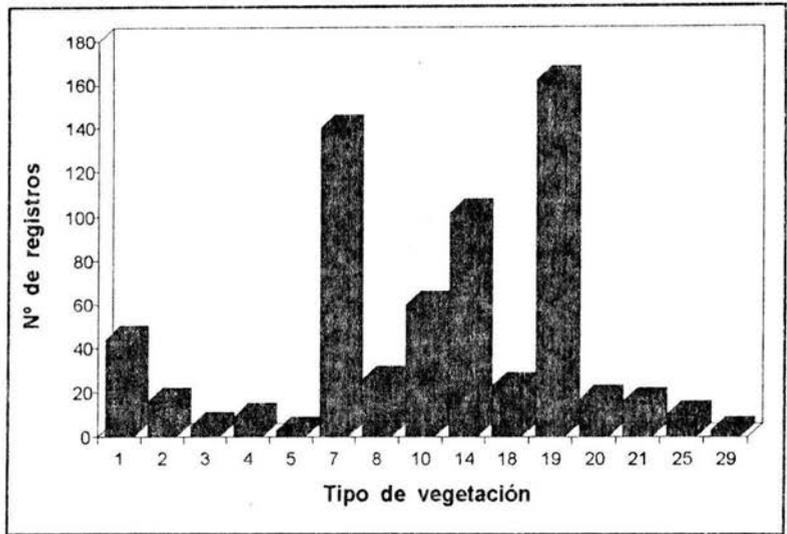


Figura 14. Número de registros por tipo de hábitat para la carta de Tijuana (incluye los estados de Baja California y el estado de Sonora).

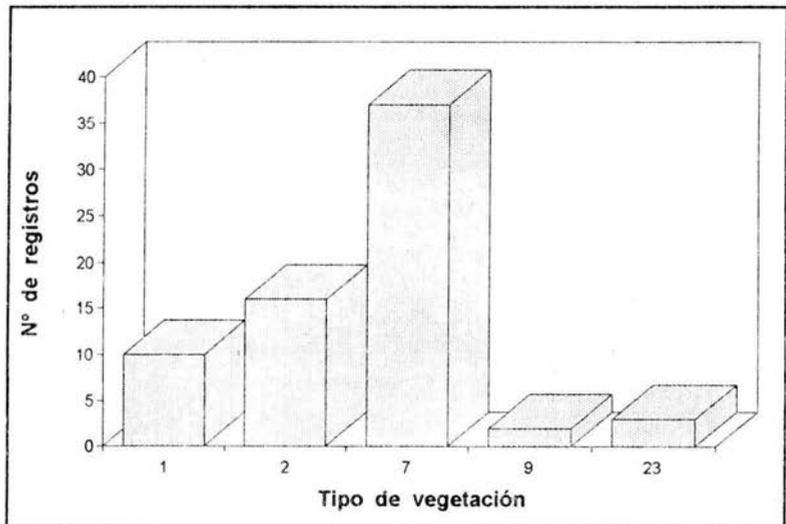


Figura 15. Número de registros por tipo de hábitat para la carta de Chihuahua (incluye solamente una fracción del estado de Sinaloa).

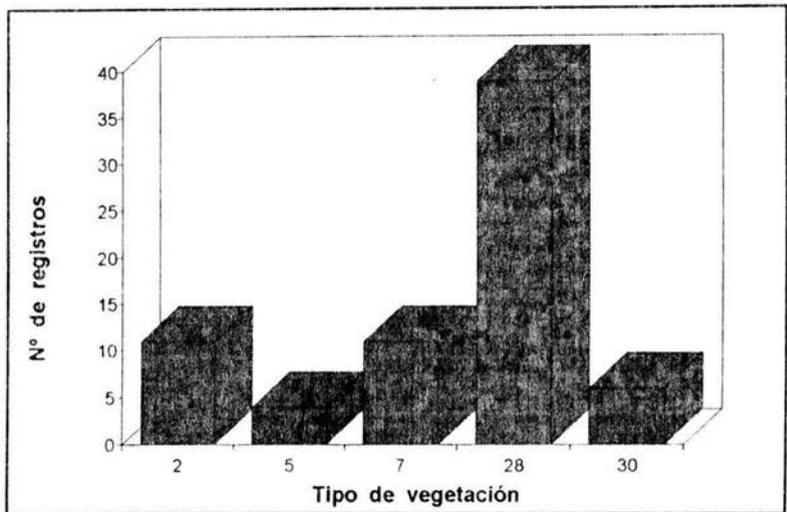


Figura 16. Número de registros por tipo de hábitat para la carta de Guadalajara (incluye la parte sur del estado de Sinaloa y el estado de Nayarit).

Se elaboraron las gráficas que indican la distribución de las especies y subespecies por tipos de hábitat considerados, tanto para toda la región (Figura 17), como por carta (Figuras 18, 19, 20 y 21).

40

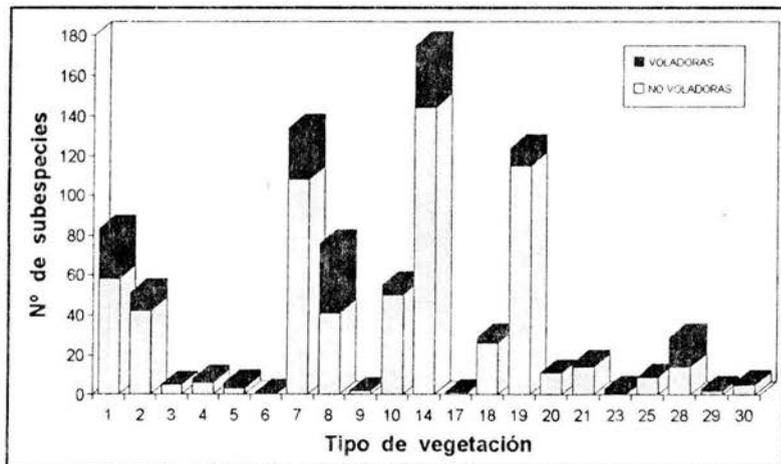


Figura 17. Número de especies y subespecies por tipo de hábitat para toda la región del Golfo de California (incluye los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit).

Para la carta de La Paz (Figura 18) se puede observar que la mayor concentración de murciélagos se presenta en el matorral sarcococaulo, la selva baja caducifolia y zonas de agricultura de riego. Para la carta de Tijuana (Figura 19), la mayor concentración de murciélagos la encontramos en el bosque de pino-encino, selva baja caducifolia, matorral desértico micrófilo, matorral sarcococaulo y áreas de agricultura de riego; para la carta de Chihuahua (Figura 20) la mayor concentración de mamíferos voladores la encontramos en el bosque de pino-encino y para la carta de Guadalajara (Figura 21), la mayor concentración de murciélagos se encuentra en el pastizal halófilo. El número de especies y subespecies por familia se resume en el Cuadro 3.

41

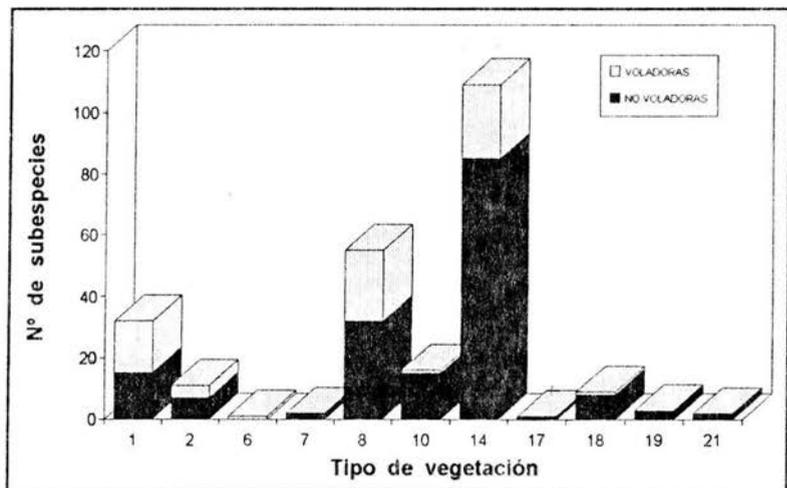


Figura 18. Número de especies y subespecies por tipo de hábitat para la carta de La Paz (incluye los estados de Baja California Sur y parte del estado de Sinaloa).

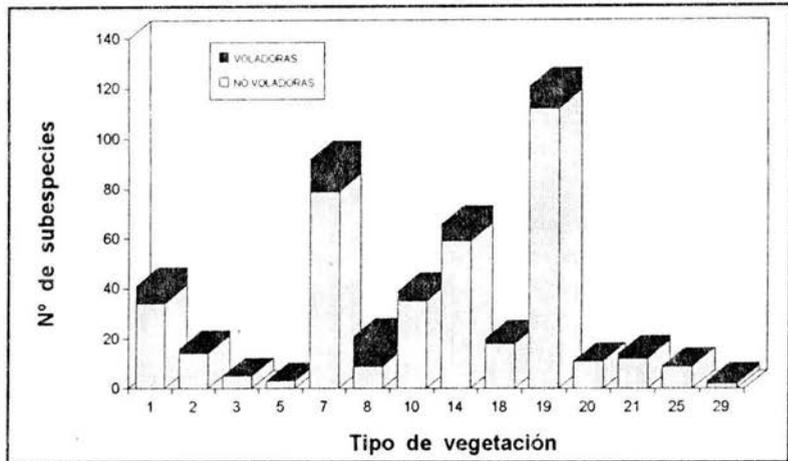


Figura 19. Número de especies y subespecies tipo de hábitat para la carta de Tijuana (incluye los estados de Baja California y el estado de Sonora).

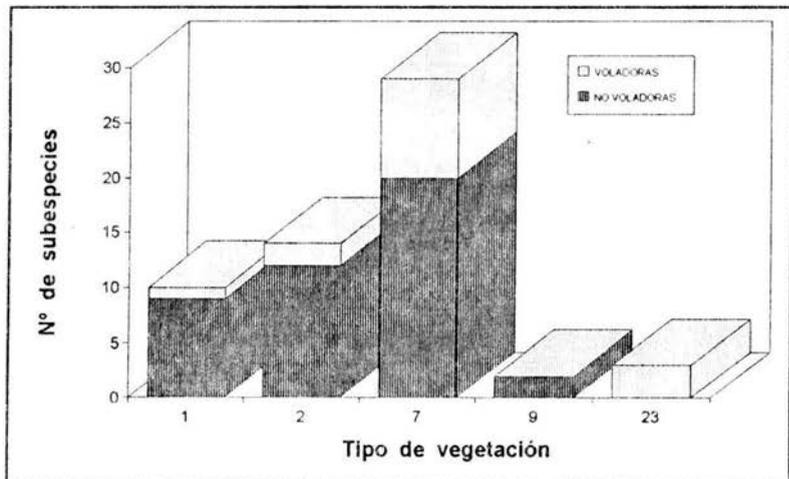


Figura 20. Número de especies y subespecies por tipo de hábitat para la carta de Chihuahua (incluye solamente una fracción del estado de Sinaloa).

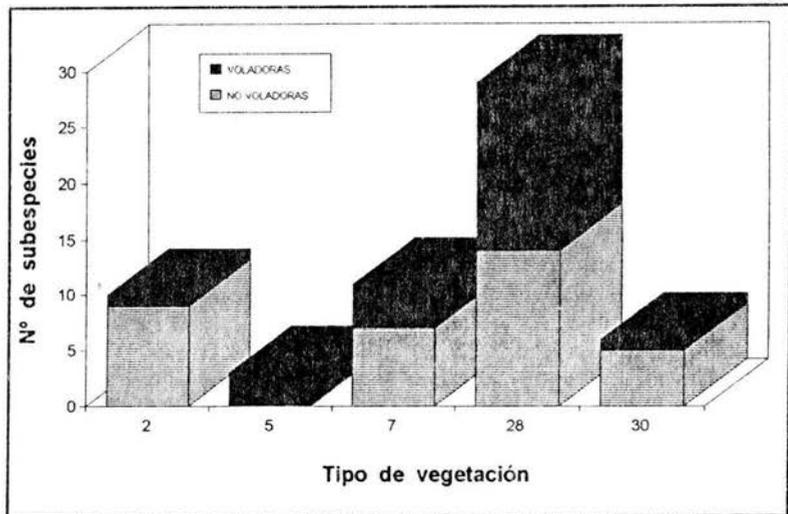


Figura 21. Número de especies y subespecies por tipo de hábitat para la carta de Guadalajara (incluye la parte sur del estado de Sinaloa y el estado de Nayarit).

Para la vegetación se realizó, al igual que para topografía, una corrección de área para obtener el número de especies en áreas iguales (Cuadro 7). Con esta corrección de área se realizaron las pruebas estadísticas para toda la región, donde la distribución de los mamíferos fue significativa con respecto al azar para todos los tipos de vegetación a excepción del bosque de pino-encino, pastizal natural, matorral desértico micrófilo y en la vegetación de desiertos arenosos. En todos los casos el número de subespecies observadas fue mayor que el de subespecies esperadas para cada tipo de vegetación. También se realizó la misma prueba para cada carta, obteniendo los siguientes resultados (Cuadro 7):

- Para la carta de La Paz todos los tipos de vegetación resultaron significativos a excepción de las áreas de riego suspendido, el pastizal natural, pastizal inducido, matorral sarcocasaule de neblina y el matorral desértico rosetófilo ($X^2 = 31.41$, $P < 0.05$).

- Para la carta de Tijuana los tipos de vegetación que no son significativos en la distribución de los mamíferos son: pastizal cultivado, bosque de pino-encino, manglar, matorral crasicaule, matorral desértico micrófilo, vegetación de desiertos arenosos, vegetación de dunas costeras, vegetación secundaria, pastizal natural y pastizal halófilo. Todos los demás tipos resultaron significativos ($X^2 = 31.41$, $P < 0.05$).

- Para la carta de Chihuahua los únicos tipos de vegetación que resultaron significativos fueron el manglar y la vegetación secundaria. Todos los demás tipos no resultaron significativos ($X^2 = 15.50$, $P < 0.05$).

- Para la carta de Guadalajara los tipos de vegetación que resultaron significativos fueron zonas de agricultura de temporal, pastizal inducido, bosque de pino-encino y zonas de agricultura de humedad. Los demás tipos de vegetación no resultaron significativos ($X^2 = 19.67$, $P < 0.05$).

CUADRO 7. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE X2 POR TIPO DE HABITAT PARA LA REGION DEL GOLFO DE CALIFORNIA

tipo de vegetación	área (km2)	porcentaje del área	número de especies y subespecies	porcentaje de especies y subespecies	X2
1	10,540.59	3.84	83	10.03	5,944.22
2	8,822.89	3.22	51	6.16	3,735.27
3	165	0.001	5	0.60	23,566.63
4	12,096.13	4.41	8	0.96	0.92
5	6,351.46	2.31	6	0.72	4,008.63
6	213.24	0.07	1	0.12	148,013.32
7	59,173.48	21.59	134	16.20	11.12
8	12,777.57	4.66	76	9.18	3,442.35
9	1,850.08	0.67	2	0.24	620.87
10	21,861.76	7.97	55	6.65	104.41
14	40,167.45	14.65	175	21.16	154.11
16	582.8	0.21	0	--	1.03
17	1,114.15	0.4	1	0.12	762.31
18	10,669.96	3.89	29	3.50	514.80
19	45,102.76	16.45	124	14.99	5.20
20	9072.52	3.3	11	1.33	1,167.86
21	13,927.87	5.08	16	1.93	16.04
22	977.29	0.35	0	--	2
23	1,419.57	0.51	3	0.36	3,518.73
24	163.82	0.059	0	--	0.28
25	3,295.89	1.2	9	1.08	2,323.73
28	13,556.22	4.82	29	3.50	194.86
29	3,571.62	1.3	3	0.36	193.20
30	645.2	0.23	6	0.72	162,383.51
31	431.08	0.15	0	--	1.05
32	100.45	0.03	0	--	0.24

*X2=31.41; P<0.05; gl=20

Finalmente, se obtuvo una lista de las especies endémicas presentes en toda la región, la cual se presenta en el Cuadro 8.

CUADRO 8. LISTA DE ESPECIES ENDEMICAS PARA LA REGION DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Estado	Especies endémicas presentes
Baja California	<i>Peromyscus eva eva</i> , <i>Dipodomys gravipes</i> , <i>Neotoma phenax</i> , <i>Reithrodontomys burti</i> , <i>Spermophilus tereticaudus</i> , <i>Perognathus intermedius</i> , <i>Peromyscus guardia guardia</i> , <i>Neotoma martirensis</i> , <i>Artibeus hirsutus</i> , <i>Tamiasciurus mearnsi</i> , <i>Sciurus colliaei colliaei</i> , <i>Rhogessa parvula</i> .
Baja California Sur	<i>Peromyscus eva eva</i> , <i>Myotis peninsularis</i> , <i>Myotis vivesi</i> , <i>Neotoma anthonyi</i> , <i>Spermophilus atricapillus</i> , <i>Dipodomys gravipes</i> , <i>Myotis fortidens</i> , <i>Neotoma phenax</i> , <i>Marmosa canescens</i> , <i>Rhogessa parvula</i> .
Sonora	<i>Myotis fortidens</i> , <i>Reithrodontomys burti</i> , <i>Artibeus hirsutus</i> , <i>Rhogessa parvula</i>
Sinaloa	No se tienen registradas.
Nayarit	<i>Neotoma phenax</i> , <i>Peromyscus spicilegus</i> , <i>Reithrodontomys burti</i> , <i>Artibeus hirsutus</i> , <i>Myotis fortidens</i> , <i>Marmosa canescens</i> , <i>Sylvilagus cunicularis</i> , <i>Sciurus colliaei</i> , <i>Hodomys alleni</i> , <i>Spilogale pygmaea</i> , <i>Sigmodon alleni</i> , <i>Peromyscus simulus</i> , <i>Rhogessa parvula</i> .

I. TOPOGRAFIA

Para poder explicar la riqueza de especies de una región se ha recurrido a tratar de encontrar una relación entre ésta y factores como la humedad, la precipitación, la temperatura, la topografía, la vegetación, etc. En este estudio se trabajó con los dos últimos para ver los efectos a nivel regional.

En el caso de la topografía, se tiene que en la región del Golfo de California existe un mayor número de especies y subespecies (288) para el intervalo de 0 a 400 m, que para el resto del área de estudio, el cual ocupa el 49.76% del área de la región. Este patrón se repite para las cartas de La Paz y Tijuana, en las cuales dicho intervalo ocupa la mayor área con un 83.02% y 38.67% respectivamente (Apéndice IV). Una posible causa de esto es que la mayor parte de la península tiene pendientes muy ligeras y extensas, o regiones como el Desierto de Altar en Sonora.

Para las otras dos cartas, Chihuahua y Guadalajara no ocurre lo mismo, ya que el intervalo de 0 a 400 m contiene pocos registros (Apéndice IV), y puede deberse a que el área que ocupa este intervalo de la costa al interior del continente es muy pequeño o a la poca diversidad de hábitats, sin descartar una combinación de ambos.

Todo lo anterior coincide con la hipótesis de que, conforme aumenta el área se incrementa a su vez el número de especies y viceversa (MacArthur & Wilson, 1967). Pero en el intervalo que va de los 800 a 1200 m ocurre algo muy interesante. Aquí se tiene un aumento en el número de especies y subespecies (192) presentes en un área, que corresponde apenas al 4% del total de la región (Figura 8). Ésto ocurre en las cartas de La Paz y Tijuana y puede deberse a que al incrementarse la altitud se encuentra también un incremento en la heterogeneidad ambiental (Newmark, 1986), ya que la elevación está relacionada con la temperatura, precipitación, humedad, y aislamiento. Para la carta de Tijuana se tiene que, en los dos intervalos altitudinales que van desde los 1600 y hasta los 2400 m el número de subespecies que se tiene (30) es alto con relación al área que se presenta (3.31% y 1.35% de la carta respectivamente). La misma explicación es válida para la carta de Chihuahua en donde el intervalo con mayor número de subespecies es el cuarto, es decir, de los 1200 a los 1600 m. Además se tiene que en intervalos altitudinales mayores existe un mayor número de especies endémicas lo cual se puede explicar por el aislamiento ya mencionado.

Para el estado de Nayarit el intervalo altitudinal con mayor número de subespecies es el que va de los 400 a los 800 m (Apéndice IV). Esto se puede explicar debido a que las carreteras que parten de ciudades importantes como Tepic llegan precisamente a dicha altura, en la cual se realizó un mayor número de colectas. En una mayor altura el número de individuos colectados es de ocho, pero cuatro de ellos corresponden a especies endémicas, lo que se debe a que son especies pequeñas, relativamente abundantes, y con altas tasas de crecimiento (Lawlor, 1983). La ausencia de murciélagos y el bajo número de mamíferos terrestres registrados a partir de los 800 mts. se debe probablemente al poco esfuerzo de captura realizado en esta zona.

49

Se puede observar (Figuras 7 a 11) que este patrón se repite tanto para subespecies voladoras como para las no voladoras, lo cual viene a corroborar que, a pesar de que el aislamiento es un factor importante para los patrones de distribución de algunas especies, en el caso de los murciélagos lo más importante es la heterogeneidad ambiental.

Al realizar la corrección del área, se tiene que el intervalo altitudinal más importantes por la riqueza

de subespecies que alberga es el de 800 a 1200 m (Figura 22), lo cual concuerda con la hipótesis de Simberloff (1985), que nos dice que el área no necesariamente está relacionada con la riqueza de especies, es decir, que se pueden tener áreas pequeñas con una gran riqueza de especies, que es lo que está ocurriendo en la Región del Golfo de California.

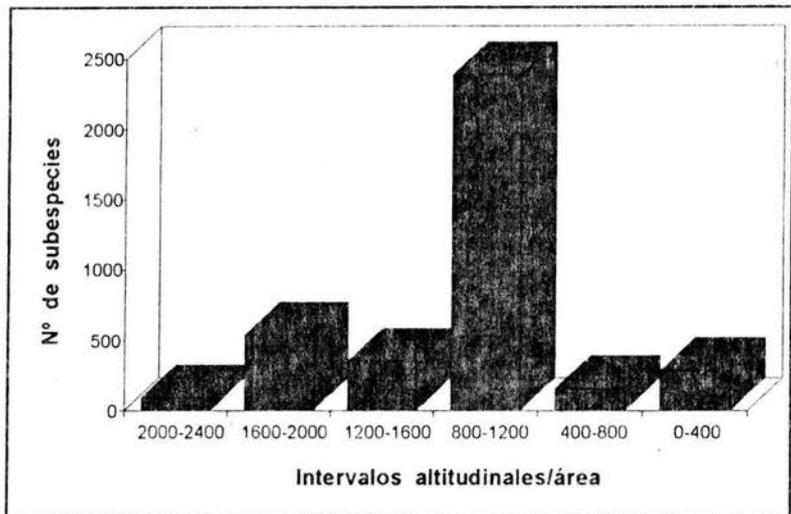


Figura 22. Número de especies y subespecies por área corregida para los intervalos altitudinales de toda la región del Golfo de California.

Sin embargo, no debemos olvidar que un problema que existe es el sesgo en la colecta, como ya se mencionó para la carta de Guadalajara, donde es muy notorio que la mayor concentración de registros en los intervalos altitudinales superiores (sobre todo para la Sie-

rra Madre Occidental) se encuentra en los límites de carreteras y caminos. Lo mismo sucede para toda la región, donde los últimos registros que se tienen con respecto a la altitud coinciden con los caminos de acceso a la zona.

II. VEGETACION

El análisis de la riqueza de especies para la región del Golfo de California se complicó, debido al número de tipos de vegetación que se muestran en las cartas de INEGI (SPP, 1980). Aquí se tiene que un 43.12% del total del área corregida de los tipos de vegetación, y que está formada por siete tipos distintos, cuentan con el 53.20% de la fauna de la región (Figura 23). De estos siete tipos, tres corresponden a zonas de agricultura. La fauna que se encuentra aquí seguramente tiene hábitos alimentarios herbívoros, granívoros o insectívoros, por lo que estos sitios aseguran la sobrevivencia durante buena parte del año. A la existencia de estos sitios de agricultura puede deberse también el alto número de subespecies comprendido entre los 0 y los 800 mts. Los otros cuatro tipos corresponden a pastizal, selva baja caducifolia, matorral sarcocaulé y mezquital (Apéndice V).

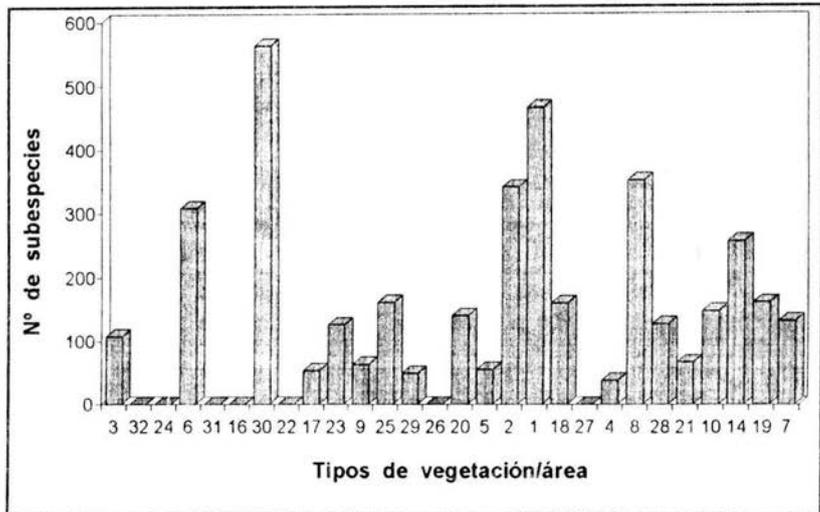


Figura 23. Número de especies y subespecies por área corregida para los tipos de hábitat para toda la región del Golfo de California.

El tipo de vegetación con el área corregida más grande es el bosque de pino-encino con un 21.59% del área y en él se encuentra un 16.20% de la mastofauna de la región. Esta vegetación se encuentra principalmente en las cartas de Chihuahua y Guadalajara donde se encuentra la Sierra Madre Occidental. Para la península la zona principal de bosque se encuentra en la Sierra de San Pedro Mártir.

52

Los veinte tipos de vegetación restantes se encuentran distribuidos a lo largo de los intervalos altitudinales y cuentan con el 30.59% de las especies, lo cual también puede atribuirse, en parte al sesgo en la colecta que existe, como ya

se mencionó antes, ya que hay lugares que son prácticamente inaccesibles por la falta de caminos.

Para los murciélagos, se tiene que en las cartas de La Paz y Tijuana su distribución es parecida, por sus preferencias en cuanto al hábitat, a la de los mamíferos no voladores. Pero, para las cartas de Chihuahua y Guadalajara tienen preferencia por la vegetación secundaria, en el caso de la de Chihuahua, y por pastizal inducido y bosque en el de Guadalajara. En estas dos cartas también se encuentran murciélagos en los tres diferentes tipos de agricultura.

53

Otro factor que se debe mencionar lo constituye el hecho de que muchos de los registros que se tienen para los mamíferos de la región son de hace más de 40 años, por lo cual es muy probable que la vegetación de esas localidades no sea ya la original. Así, puede suceder que muchas de las especies hayan ocupado nuevos nichos aprovechándose de las condiciones de perturbación existentes y algunas otras hayan desaparecido o se encuentran en peligro de hacerlo.

Cuando se trabaja con SIG, un elemento muy importante a considerar lo constituye la escala de las cartas con las cuales se trabaja. Para este estudio,

por tratarse de una región muy grande, se eligió trabajar con una escala pequeña (1:1,000,000) para poder tener un panorama global de los fenómenos biológicos, y poder delimitar áreas de distribución para estudios posteriores. La desventaja principal que se presenta al trabajar con una escala así es que se tiene un grano muy grueso, la precisión al delimitar áreas de distribución se mejorará conforme se trabaje con escalas mas grandes.

1. Con base en los resultados de topografía y vegetación, se puede observar que ésta sí constituye un factor importante para la distribución de las especies y subespecies de mamíferos en la región del Golfo de California.

2. La distribución de las subespecies se encuentra concentrada principalmente en los intervalos altitudinales de 0 a 400 m y de 800 a 1200 m. Sin embargo, este patrón no se mantiene al realizar la corrección de área, lo cual elimina el sesgo en la colecta, observándose la mayor riqueza de especies en el intervalo de los 800 - 1200 m, lo cual coincide con Simberloff (1985).

55

3. El bajo número de subespecies registradas para intervalos altitudinales mayores de 1600 m se puede atribuir a los pocos individuos colectados debido a la falta de rutas de acceso o a una mayor complejidad topográfica.

4. Las alturas superiores a los 1600 m mostraron mas especies endémicas que en los otros intervalos, a pesar de estar pobremente colectados.

5. Conforme aumenta la altura y disminuye el área que ocupan los diferentes intervalos altitudinales en

toda la región, el número de subespecies aumenta como consecuencia de una mayor heterogeneidad ambiental.

6. En el caso de la topografía no se presenta un intervalo altitudinal por el cual muestren preferencia los murciélagos.

7. Con base en lo anterior, se puede decir que, para esta región, las zonas geográficas más importantes por riqueza de especies son la Sierra Madre Occidental en el continente y la Sierra de San Pedro Mártir en la península, ambas a intervalos altitudinales mayores de los 800 m, por lo que es prioritario su estudio y conservación.

56

8. Gran parte de las subespecies de mamíferos se concentran en zonas de agricultura y pastizal, que coinciden con los intervalos altitudinales de 0 a 800 m, lo cual hace evidente la influencia de los asentamientos humanos sobre la distribución de las especies, favoreciendo la existencia de unas y provocando la desaparición de otras.

9. El resto de las subespecies se encuentran distribuidas en los 24 tipos de vegetación res-

tantes a lo largo de los intervalos altitudinales, lo que concuerda con la hipótesis de que a mayor altura mayor heterogeneidad ambiental.

10. Hay tipos de vegetación como el matorral sarco-crasicuaule de neblina, vegetación de dunas costeras, vegetación de galería y selva mediana subcaducifolia que no presentan ningún registro de especies, por lo que se recomienda enfocar la atención a esas zonas aumentando el esfuerzo de colecta.

11. Se recomienda realizar visitas a la región de tal forma que se actualice la base de datos biológica, ya que desde 1986 no se tiene registrada, por parte del Instituto de Biología de la UNAM, ninguna colecta.

57

12. Se recomienda trabajar con fotos de satélite ya que son más exactas a escalas pequeñas que las cartas de INEGI, además de que están actualizadas.

13. El trabajar con un Sistema de Información Geográfico facilita la identificación de áreas de distribución de especies, para posteriormente poder realizar trabajos de conservación de la biodiversidad, así como el mejor aprovechamiento de los recursos de las mismas zonas. Para esto, se recomienda trabajar con áreas mas pequeñas y a mayores escalas.

Alvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. En Estuaries and Enclosed Seas. B.H. Ketchum, Ed. Amserdan. pp 427-449.

August, P. V. 1993. GIS in mammalogy: building a database (S.B. McLaren & J.K. Braun Eds.) Special publication of the Oklahoma Museum of Natural History. Norman, Oklahoma, 41 pp.

Alcántara C., J.L. 1993. Evaluación avifaunística de Veracruz: un análisis de la distribución espacial para la conservación. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. 201 pp.

Berry, J.K. 1993. The applications of GIS to mammalogy: basic concepts in GIS applications in mammalogy (S.B. McLaren & J.K. Braun Eds.) Special publication of the Oklahoma Museum of Natural History. Norman, Oklahoma, 41 pp.

Cervantes, F.A., A. Castro-Campillo y J. Ramírez-Pulido. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. En prensa. Pp. 1-20.

Connor, E.F. y E.D. McCoy. 1979. The statistics and biology of the species-area relationship. American Naturalist. 113:791-833.

Diamond, J.M. 1978. Niche shifts and the rediscovery of interspecific competition. American Scientist. 66:322-331.

Flores V., O. y P. Gerez. 1988. Conservación en México: síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. INIREB-Conservación Internacional. 185 pp.

Hall, E.R. 1981. The mammals of North America. Vols. I y II. 2ªed. John Wiley & Sons, Inc. New York. 600 + 90, 1181 + 90 pp.

Johnson, L. 1990. Analyzing spatial and temporal phenomena using geographical information systems: a review of ecological applications. Landscape Ecology,4:31-43.

59

Lawlor, T. 1983. The Mammals en: Island biogeography in the Sea of Cortéz. Case, T.J. & M. L. Cody eds. University of California Press. Pp. 265-290.

MacArthur, R.M. & E.O. Wilson. 1967. The theory of island biogeography. Princeton: Princeton University Press. 203 pp.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

McLaren, S.B. y J.M. Briggs (Eds). 1991. GIS applications in mammalogy. Special publication of the Oklahoma Museum of Natural History. Norman, Oklahoma. 41 pp.

Navarro, D. y L. León Paniagua. 1993. Community structure of bats along an altitudinal gradient in tropical Mexico. Sixth International Theriological Congress, Sydney, Australia.

Newmark, W.D. 1986. Species-area relationship and its determinants for mammals in western North American national parks. Biological Journal of the Linnean Society. 28:83-98.

60

Ramírez-Pulido, J. 1983. Lista y bibliografía reciente de los mamíferos de México. Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa. México, D.F. 363 pp.

Romero, R. 1991. Biogeografía de mamíferos en las islas del Golfo de California. Distribución y riqueza de especies. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

Sánchez-Cordero D., V., G. Quintero y M. Prieto. 1993. Mammals in Oaxaca, Mexico: elevational

patterns of species richness and their implications for conservation. Sixth International Theriological Congress, Sydney, Australia.

Secretaría de Gobernación/UNAM. 1988. Islas del Golfo de California. 292 pp.

Simberloff, D.S. 1974. Equilibrium theory of island biogeography and ecology. Annu. Rev. Ecol. Syst.; 5, 161-182.

Simberloff, D.S. 1984. Island biogeography theory and the design of wildlife refuges. Plenum Publishing Corp. 215-225.

61

Simberloff, D.S. 1985. Biogeography: the unification and maturation of a science, en: Perspectives in Ornithology. A.H. Brush and G.H. Clark Jr. (eds). Cambridge University Press. Pp. 411-455.

SPP. 1980. Cartas topográficas y de uso del suelo y vegetación.

Star, J.L. & J.E. Estes. 1990. Geographical information systems: an introduction. Prentice Hall, New Jersey. 303 pp.

APÉNDICE I

BANCO DE DATOS BIOLÓGICO

NUMERO : Proporciona un número de registro para cada especie colectada.

ORDEN, SUBORDEN, FAMILIA, SUBFAMILIA, GENERO, ESPECIE, SUBESPECIE: Indican el nombre de la categoría taxonómica a la que pertenece la especie.

LOCALIDAD: Indica el número de registro de la localidad o localidades en las que se ha colectado dicha especie, así como también el año en que fueron colectados. Este campo permite relacionar la información de este archivo con el banco de datos geográfico.

APÉNDICE II

BANCO DE DATOS GEOGRAFICO

NUMERO: Proporciona un número de registro para cada localidad de colecta.

NOMBRE: Indica el nombre de la localidad de colecta.

ESTADO: Indica el nombre del estado de la república al cual pertenece la localidad.

COORDENADA: Proporciona las coordenadas geográficas en las que se encuentra la localidad.

ESPECIES: Indica el número de registro de las especies que se han colectado en dicha localidad. Este campo permite relacionar la información de este archivo con el banco de datos biológico.

APÉNDICE III

BANCO DE DATOS BIOLÓGICO Y GEOGRÁFICO

NUMERO: Proporciona un número de registro para cada localidad de colecta.

NOMBRE: Indica el nombre de la localidad en la cual se colectó la especie.

ESPECIES: Indica el número de registro de la especie encontrada en esa localidad.

64

ESTADO: Indica el nombre del estado de la república al cual pertenece la localidad.

LATITUD: Indica las coordenadas geográficas de la localidad.

LONGITUD: Indica las coordenadas geográficas de la localidad.

NOSPP: Indica el número de registro de la especie.

ESPECIE: Indica el género, especie y subespecie del organismo capturado en esa localidad.

APENDICE IV

La Paz			
altura (mts)	voladores	no voladores	total
0 - 400	21	66	87
400 - 800	0	1	1
800 - 1200	15	24	39
1200 - 1600	0	5	5

Tijuana			
altura (mts)	voladores	no voladores	total
0 - 400	16	170	186
400 - 800	5	36	41
800 - 1200	24	109	133
1200 - 1600	0	0	0
1600 - 2000	9	19	28
2000 - 2400	0	2	2

Chihuahua			
altura (mts.)	voladores	no voladores	total
0 - 400	3	2	5
400 - 800	1	0	1
800 - 1200	4	9	13
1200 - 1600	10	28	38

Guadalejara			
altura (mts.)	voladores	no voladores	total
0 - 400	7	3	10
400 - 800	30	41	71
800 - 1200	1	6	7
1200 - 1600	0	2	2

Regional			
altura (mts.)	voladoras	no voladoras	total
0 - 400	47	241	288
400 - 800	36	78	114
800 - 1200	44	148	192
1200 - 1600	10	35	45
1600 - 2000	9	19	28
2000 - 2400	0	2	2

APENDICE V

Regional

tipo veg.	voladoras	no voladoras	total	tipo veg.	voladoras	no voladoras	total
1	25	58	83	10	5	50	55
2	9	42	51	14	31	144	175
3	0	5	5	17	0	1	1
4	2	6	8	18	3	26	29
5	3	3	6	19	9	115	124
6	1	0	1	20	0	11	11
7	26	108	134	21	2	14	16
8	35	41	76	23	3	0	3
9	0	2	2	25	0	9	9
				28	15	14	29
				29	1	2	3
				30	1	5	6

La Paz				Tijuana			
tipo veg.	voladores	no voladores	total	tipo veg.	voladores	no voladores	total
1	17	15	32	1	7	34	41
2	4	7	11	2	2	14	16
6	1	0	1	3	0	5	5
7	0	2	2	4	2	6	8
8	23	32	55	5	0	3	3
10	1	15	16	7	13	79	92
14	24	85	109	8	12	9	21
17	0	1	1	10	4	35	39
18	1	8	9	14	7	59	66
19	0	3	3	18	2	18	20
21	0	2	2	19	9	112	121
				20	0	11	11
				21	2	12	14
				25	0	9	9
				29	1	2	3

Chihuahua			
tipo veg.	voladoras	no voladoras	total
1	1	9	10
2	2	12	14
7	9	20	29
9	0	2	2
23	3	0	3

Guadajajara			
tipo veg.	voladoras	no voladoras	total
2	1	9	10
5	3	0	0
7	4	7	11
28	15	14	29
30	1	5	6

IRP
129L
1994



UNAM

FECHA DE DEVOLUCION

El lector se obliga a devolver este libro antes
del vencimiento de préstamo señalado por el
último sello.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO