



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

PALEOECOLOGIA DE LA CUENCA DE MEXICO
DURANTE EL PLEISTOCENO SUPERIOR

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

RAUL VALADEZ AZUA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE.

	Pag.
Resumen.	1
I.- Introducción.	2
II.- Objetivos.	5
III.- Caracteres generales de la Cuenca de México.	7
A.- Ubicación.	7
B.- Topografía y Geología superficial.	9
C.- Climatología.	11
D.- Flora.	14
1.- Bosque de <u>Abies</u> .	14
2.- Bosque mesófilo de montaña.	15
3.- Bosque de <u>Pinus</u> .	15
4.- Bosque de <u>Quercus</u> .	16
5.- Bosque de <u>Juniperus</u> .	16
6.- Matorral de <u>Quercus</u> .	17
7.- Pastizal.	17
8.- Matorral Ierófilo.	18
9.- Vegetación Halófila.	19
10.- Vegetación acuática y subacuática.	19
E.- Mastofauna.	20
1.- Orden Marsupialia.	20
2.- " Insectívora.	20
3.- " Edentata.	20
4.- " Lagomorpha.	20
5.- " Rodentia.	21
6.- " Carnívora.	21
7.- " Artiodactyla.	22
IV.- La Cuenca de México en el Pleistoceno.	24
A.- Antecedentes	24
1.- Origen de la Cuenca de México.	24
2.- Climatología del Pleistoceno.	26
3.- Ubicación cronológica del registro fósil de la Cuenca de México.	32
4.- Climatología de la Cuenca de México en el Pleistoceno superior.	38
B.- Paleofauna.	42
1.- Introducción.	42
2.- Paleomastofauna de la Cuenca de México.	44
a.- Orden Edentata.	
b.- " Lagomorpha.	
c.- " Rodentia.	
d.- " Carnívora.	
e.- " Proboscidea.	
f.- " Perissodactyla.	
g.- " Artiodactyla.	
3.- Otros vertebrados del Pleistoceno.	68

C.-	Paleoflora.	73		
	1.-	Introducción.	73	
	2.-	Interacción fauna-flora.	75	
		a.-	Relación fauna-flora en la República.	
		b.-	Índice de Similitud de Simpson.	
	3.-	Interacción fauna-flora en el Pleistoceno.	94	
		a.-	Relación fauna-flora	
		b.-	Índice de Similitud de Simpson.	
	4.-	Paleoflora de la Cuenca de México.	107	
	5.-	La vegetación del Pleistoceno superior en la Cuenca de México.	109	
V.-	El fin del Pleistoceno.	115		
	A.-	Condiciones ecológicas al final del Pleistoceno.	115	
	B.-	La extinción de la paleomastofauna en la Cuenca de México.	116	
		1.-	Antecedentes.	116
		2.-	Cambios de clima y de vegetación.	118
		3.-	Competencia.	120
		4.-	Fluctuaciones poblacionales.	121
		5.-	El hombre en la Cuenca de México.	122
		6.-	Consecuencias.	127
VI.-	Conclusiones.	130		
VII.-	Bibliografía.	132		

Resumen.

Aunque la historia de la Cuenca de México se inicia cuando emerge del mar a principios del Terciario, el Pleistoceno superior es la única época que posee suficientes datos geológicos y paleontológicos como para permitir una reconstrucción de la ecología de la Cuenca.

Respecto al clima, en la Cuenca se alternaron periodos templado-húmedos y cálido-secos que pueden relacionarse con los subestadios glaciares e interglaciares, respectivamente, del periodo glacial Wisconsiniano de Norteamérica. Debido a que las localidades fósiles conocidas en la Cuenca de México pertenecen a estratos dentro de este periodo glacial, dichas localidades tienen una antigüedad máxima de 23,000 años.

Las comunidades de mamíferos eran muy diversificadas. Los herbívoros son de diversas formas y tanto de caracteres generalizados, como altamente especializados, destacando entre éstos los especializados ecológicamente a los bosques. Los carnívoros presentan gran diversidad, indicando la riqueza faunística. Comparando el tipo de carnívoros presentes y sus interrelaciones, puede compararse a las comunidades mastofaunísticas de la Cuenca con las de algunas regiones tropicales actuales, por ejemplo, la sabana africana.

El estudio de la flora de la época se realiza por dos medios principales; a través del análisis de la mastofauna fósil y que tipo de flora correspondería de acuerdo con sus características; estudiando además la paleoflora conocida. El resultado de estos estudios y otros indican que en los periodos templado-húmedos del Pleistoceno superior los bosques, sobre todo el tipo mesófilo de montaña fueron dominantes.

Al inicio del Holoceno gran parte de la mastofauna se extingue. Se sugieren 4 causas de este proceso en la Cuenca, cambios en clima y flora, competencia, fluctuaciones poblacionales y depredación humana, pudiendo la primera y cuarta causa, extrapolarse a nivel mundial.

Ante estas extinciones surge la necesidad, por parte del hombre, de buscar nuevas formas de alimentación. Algunos registros fósiles indican que la agricultura y sus consecuencias culturales son el resultado de este interés en explotar otros recursos del medio. Esta relación apoya la idea de que las culturas mesoamericanas tienen un origen derivado de la evolución ecológica del país y no de ideas originadas en el viejo mundo, traídas por migraciones humanas.

I.- Introducción.

La Cuenca de México es una de las zonas que mayor interés han tenido para el hombre desde que el primer ser humano pisó México. Sus montañas, sus lagos, los bosques, ríos y praderas, los volcanes y las riberas del lago, fueron un poderoso atractivo, haciendo de la zona el principal testigo de nuestra cultura.

Estas características no solo atrajeron a los hombres. Hace unos cuantos milenios existió también una fauna que superó en riqueza y diversidad a lo que cualquiera de nosotros pueda imaginar. Esta fauna empezó a ser conocida hace unos 130 años, y hasta ahora no han dejado de efectuarse trabajos que buscan ampliar el conocimiento de lo que fué la zona. Desgraciadamente la mayoría de los autores se limitan a mencionar los hallazgos fósiles o los descubrimientos geológicos, sin tratar de dar una interpretación biológica a ese material y su valor para la vida de esa época. Si en los primeros 50 años de este siglo se podía excusar esto por la falta de datos, no es lo mismo en los últimos 30, en los que solo se han producido dos trabajos que han buscado darle un sentido interdisciplinario a la investigación. Por desgracia ambos trabajos (Mooser, Lorenzo y White, 1956; Maldonado y Aveleyra, 1959), se basan en datos geológicos sobre todo, por lo que su alcance fué limitado.

No obstante que actualmente existe una gran cantidad de información, nunca ha existido el interés de efectuar una investigación que permita interpretarla biológicamente y obtener un marco de lo que fué la Cuenca de México desde un punto de vista ecológico.

Mi interés primordial es definir un marco paleoecológico de la Cuenca de México en el Pleistoceno con base en los conocimientos actuales sobre ésta. No se pretende llegar a la cúspide del conocimiento sobre el tema, sino más bien el despertar un poco el interés sobre éste y dar mi opinión de lo que puede y debe ser un trabajo en paleontología.

Las condiciones paleontológicas de la Cuenca de México son buenas, sin embargo mucho del valor científico de los fósiles se ha perdido o está siempre en duda por la gran cantidad de errores cometidos de quienes han trabajado en este campo. Se podría decir que los problemas básicos a que se enfrenta quien estudia la paleontología, por lo menos de vertebrados, en el país, son cinco:

El más importante error que se presenta es la incompleta descripción de la localidad fósil, desde su localización hasta su estratigrafía y condiciones en que se ha encontrado el fósil; este problema ha hecho que muchos fósiles pierdan su valor científico, ya que no es posible definir la región a la que pertenece y su edad. En segundo lugar tenemos el mal manejo de los fósiles una vez que han sido extraídos; no es raro que los fósiles se pierdan, se conviertan en parte de una colección particular, sean robados y llevados al extranjero, o simplemente se distribuyan en diferentes museos o centro científicos pero sin que exista un registro de donde está el fósil; este factor hace que posteriores trabajos sobre este fósil se basen en fotografías o dibujos, ya que nadie sabe donde está el original. Un tercer problema son las malas traducciones e interpretaciones de trabajos publicados, provocando que datos correctamente dados por el autor - sean mal traducidos o interpretados por otros investigadores, teniendo hoy un número grande de géneros o especies que en realidad no existen o pertenecen a localidades que no son las que se indican, debido a que algún investigador no tradujo correctamente algún dato o confundió la información. Los problemas de sinonimia son otro error común, derivado del criterio tipologista, al considerarse que cualquier indicio de diferencia entre dos fósiles representa una modificación genotípica lo bastante grande como para separar taxonómicamente a los restos encontrados. Por último hay que considerar la facilidad con que algunos autores manejan la información, modificando las interpretaciones de anteriores investigadores, quitando taxas descritos o introduciendo nuevos, sin respetar los criterios de los autores que les han precedido, o sin aclarar los cambios hechos y los razonamientos para estos cambios; de esta forma y la tercer fuente de error se llega a la producción de taxa fantasmas, o sea de dos o más especies, por ejemplo, que en realidad pertenecen al mismo material, pero cada autor lo ha evaluado a su modo, sin respetar la opinión de los demás autores.

Bajo estas circunstancias es claro el problema a que se enfrenta un investigador en esta área. Durante este estudio se ha podido comprobar la existencia de errores que han perdurado un siglo y que solo en los últimos dos o tres años se ha verificado; ello hace que para el futuro se limiten las fuentes de error, pero no elimina los errores que se produjeron a través de 100 años.

El mejor ejemplo a este respecto es la existencia de un buen número de fósiles que se han considerado parte de la fauna fósil de la Cuenca, pero cuya única referencia es "Hochtal von Mexiko" (Valle alto de México). Los trabajos a partir de los cuales se inició este problema (Freudenberg, 1910) se refieren a la altiplanicie mexicana, sin embargo los autores posteriores consideraron que los fósiles mencionados eran solo de la Cuenca de México. Aunque veremos más adelante los casos en particular, he podido constatar que Teleoceras, Tapiurus y Urocyon en realidad pertenecen a otras localidades, por lo que su inclusión en la mastofauna fósil de la Cuenca es un error.

Es un interés básico en el presente trabajo ofrecer un cuadro ecológico real y lógico, de la Cuenca de México en el Pleistoceno, por lo que he excluido varios géneros de mamíferos o aceptado otros criterios taxonómicos cuando el análisis del material bibliográfico o las opiniones más recientes me indican, como en el ejemplo mostrado, que algún organismo, corrientemente incluido en las listas fósiles, en realidad nunca existió en la Cuenca, o por lo menos no hay ningún fósil que así lo avale, o que en realidad era otro. Quizá tal criterio no sea el más aceptado en el área, pero he preferido emplear el sentido común humano y de la naturaleza, a continuar tendencias que no tienen más valor que el de la costumbre y tradición.

II.- Objetivos.

Los principales objetivos que pretendo cubrir con el presente trabajo son:

- 1.- Ofrecer una reconstrucción paleoclimática de la Cuenca de México en el Pleistoceno, en particular en el Pleistoceno superior.
- 2.- Definir a través de datos geológicos, antropológicos, estratigráficos y físicos, la edad que poseen las localidades fósiles de la Cuenca de México.
- 3.- Mostrar las comunidades de vertebrados terrestres, en particular mamíferos, que existieron en esa época.
- 4.- Definir el tipo de flora que debió existir en la misma.
- 5.- Precisar las razones que provocaron la extinción de la mastofauna del Pleistoceno.
- 6.- Evaluar la interrelación que existió entre esta fauna y el hombre.

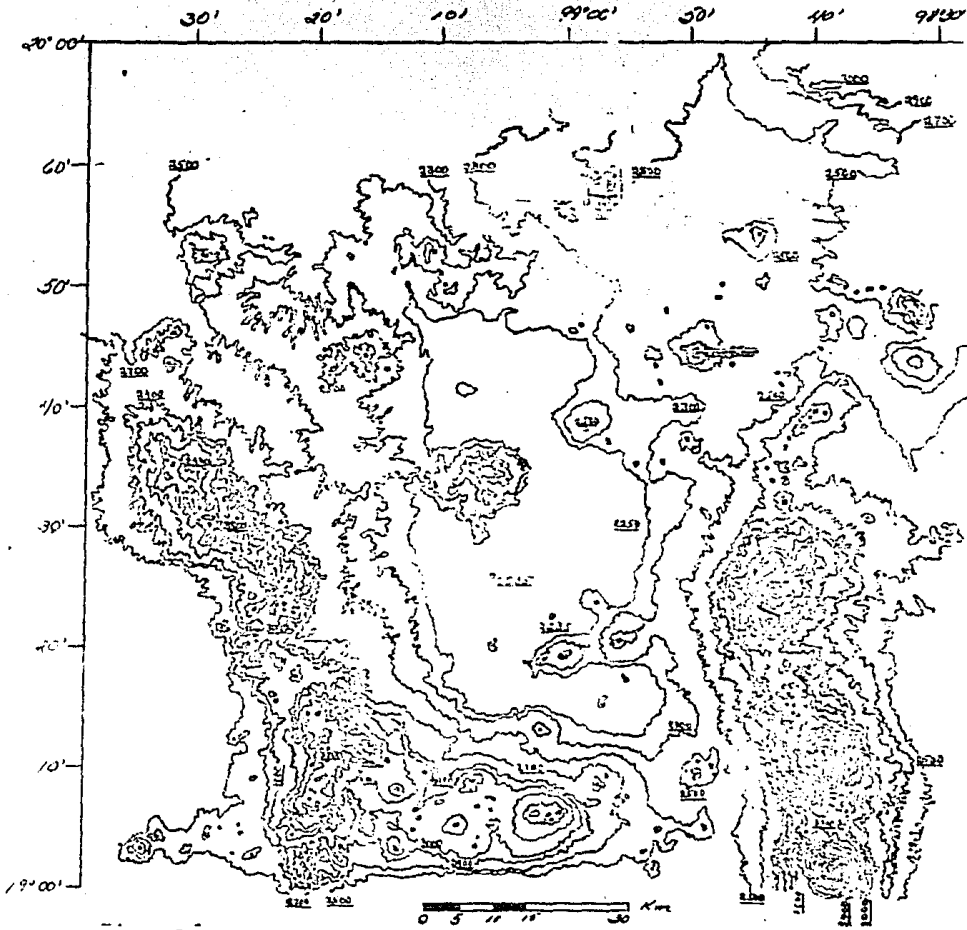


Figura 1

Esquema con curvas de nivel y coordenadas de la Cuenca de México (Anónimo, 1981²³).

Escala: 1:750,000.

III.- Caracteres generales de la Cuenca de México.

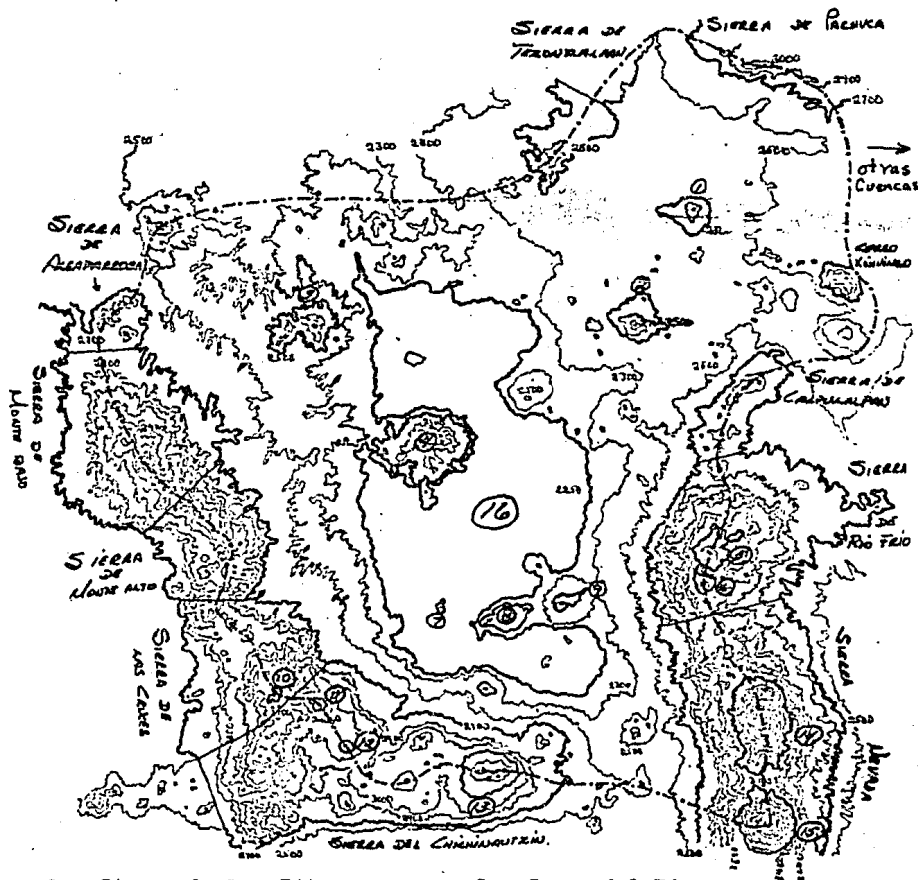
A.- Ubicación.

La Cuenca de México, ubicada entre 19°02' y 20°12' latitud norte y 98°28' y 99°32' longitud oeste, constituye el extremo sur de la altiplanicie mexicana. Su longitud mayor, desde el Volcán Ajusco - hasta la Sierra de Pachuca, es de unos 130 Km, y su mayor anchura de aproximadamente 90 km, con una superficie de cerca de 7,500 Km², y una altura sobre el nivel del mar de 2,235 m en su parte más baja - (Rzedowski, 1979; Del Río, 1962; Anónimo, 1981⁽¹⁾) (Fig. 1).

La Cuenca posee una forma trianguloide, inclinada en dirección nornoreste, limitada por varias sierras o cerros aislados (Fig. 2), pertenecientes, en su mayor parte, al Eje Volcánico Transversal. De todas las serranías la más visible es la gran Sierra Nevada, límite de la Cuenca en su porción sursureste, cuyos picos, el Iztaccihuatl y el Popocatepetl, con 5,284 y 5,452 msnm (metros sobre el nivel del mar), están permanentemente nevados. Esta sierra, junto con la de Río Frío y de Calpulalpan son el límite oriente de la Cuenca, separándola del Valle de Puebla. Al sur existe la Sierra del Chichinautzin, cuyo pico más alto es el Volcán Ajusco, con una altura de 3,937 msnm, y que separa a la Cuenca del Valle de Morelos. La Sierra de las Cruces, la de Monte Alto, la de Monte Bajo y la de Alcaparrosa, al oeste de la Cuenca, son el límite entre ésta y el Valle de Toluca; en este caso, el punto más alto es el Cerro Muñeco, con 3,840 msnm. De la Sierra de Alcaparrosa a la de Pachuca, contrario a los otros casos, el límite norte solo está parcialmente señalado por el Cerro Sinoc y la Sierra de Tezontlalpan, teniendo el resto de la frontera solo pequeñas elevaciones o llanuras. Más acentuado es el caso de la región noreste, donde el Cerro Ihuíngs es el único punto notable, estando el resto de la zona en colindancia con las Cuencas de Singuilucan, Tecoco-munco, Apan y Tocha. Debido a ésto, y a que la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos a unido a la Cuenca de México con las otras mediante diques, se ha llegado a considerar a todas estas Cuencas como una sola, la Cuenca de México. (fig. 2), pero este criterio no se basa en las condiciones naturales (Rzedowski, 1979).

Figura 2

Caracterización de la Cuenca de México.



- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| 1.- Sierra de los Pitos. | 9.- Cerro del Pino. |
| 2.- Cerro Gordo. | 10.- Cerro Muñeco. |
| 3.- Sierra la Muerta. | 11.- Volcán Ajusco. |
| 4.- Sierra de Guadalupe. | 12.- Cerro el Pelado. |
| 5.- Cerro Tlaloc. | 13.- Volcán Tlaloc. |
| 6.- Cerro Telapón. | 14.- Volcán Iztaccihuatl. |
| 7.- Cerro de la Estrella. | 15.- Volcán Popocatepetl. |
| 8.- Sierra de Santa Catarina. | 16.- Lago de Texcoco. |
| | --- Límite de la Cuenca. |

B.- Topografía y geología superficial.

Dentro de este límite dado por las sierras tenemos una zona con amplias llanuras, varias de ellas ocupadas anteriormente por una laguna, o varias, según la época. Estas llanuras se encuentran limitadas por varios sistemas montañosos presentes en diversas partes (Fig. 2). La más meridional es la Sierra de Santa Catarina, situada sobre los $19^{\circ}20'$ latitud norte y 99° longitud oeste (en la zona central), siendo además la más joven, pues sus componentes presentan aún la forma cónica con los crateres visibles, en la mayoría; el Cerro Peñón de los Baños es el más alto, con 550 m de altura. Al oriente está el Cerro del Pino, que se eleva 510 m y al poniente el Cerro de la Estrella con 210 m de altitud (Fig. 2).

En el centro de la Cuenca se encuentra la Sierra de Guadalupe, que presenta una forma de herradura abierta hacia el sursuroeste (Fig. 2); su localización es a los $19^{\circ}35'$ latitud norte y $99^{\circ}07'$ longitud oeste, con una altura sobre el valle de unos 750 m. Hacia el noreste tenemos, a un lado de Teotihuacan, el Cerro Gordo, ubicado a los $19^{\circ}45'$ latitud norte y $98^{\circ}50'$ longitud oeste, siendo el pico más alto de todos, pues se eleva 800 m. Por último, a los $19^{\circ}55'$ latitud norte y $98^{\circ}45'$ longitud oeste se encuentra la Sierra de los Pitos, con unos 650 m de altura (Fig. 2).

Aparte de estos sistemas hay una gran cantidad de cerros aislados, cerca de 30, con diversas alturas, aunque sin superar los 400 m; completando un panorama equivalente a un archipiélago en medio del mar, el cual, en este caso, sería el lago de Texcoco.

Esta inmensa laguna (a la que incorrectamente se le llama lago, pues no tenía salida) presentaba una forma irregular, ocupando en sus períodos de mayor tamaño, prácticamente todas las zonas planas de la Cuenca, excepto en la porción noreste (Fig. 3), llegando a tener hasta 60 km de longitud. Su forma dependía de las elevaciones del terreno y de la masa de agua que tuviera (Fig. 3), pudiendo distinguirse, en sus períodos de sequía hasta 6 masas principales (Mooser, 1956), los lagos de Chalco y Xochimilco en el sur, el lago de Texcoco en el centro, los lagos de San Cristóbal y Xaltocan más al norte y el de Zumpango en el extremo septentrional, quedando unidos todos los lagos en los períodos de mayor humedad.

La profundidad que tuvo la laguna es aún un misterio, pues las

FIGURA 3.



EXTENSIÓN DE LA LAJUNA DE TÉXICO



MÍNIMA (PERÍODOS templado-húmedos).
MEDIA
MÁXIMA (PERÍODOS cálido-secos).
NUNCA

FIGURA 4.



PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL EN MM
PERÍODO 1923-1959
(DEL RÍO, 1962)

pues las playas fósiles se llegan a encontrar hasta una altura de 2,263.5 msnm (De Terra, 1949) lo que daría una profundidad de más de 30 m; sin embargo, la carencia de deltas donde los arroyos se unían a ella y la distribución de los sedimentos se oponen a la tesis dada (Mooser, 1956). Quizá la mejor alternativa sea la de constantes hun dimientos de la laguna (Bryan, 1948), que provocaron esta disparidad de datos; en tal caso se apoyaría la idea de una laguna con poca profundidad y márgenes pantanosas.

Todos los tipos de roca que encontramos en la Cuenca de México son de origen volcánico. Los cerros están constituidos principalmente por andesitas y basaltos, estos últimos mucho más abundantes en la parte sur. Los productos piroclásticos se observan formando abanico al pie de las sierras; tobas y brechas son las más comunes. Por último encontramos los depósitos aluviales en todas las partes bajas de la Cuenca; si lo hallamos debajo de los 2,243 msnm, son definitivamente de origen lacustre, (Rzedowski, 1979).

C.- Climatología.

Es bien sabido que cuando una masa de aire se topa con una barrera como es el caso de una cordillera, la masa se eleva; ello provoca un enfriamiento que se traduce posteriormente en precipitación, o por lo menos en un ambiente muy húmedo (Mociño, 1974).

Esta condición y la distribución anual de lluvias son los principales factores determinantes de la precipitación en la Cuenca de México, así como las diferencias que existen en cada región; la zona sur, con sus sistemas montañosos, es bastante húmeda, llegando algunos lugares a tener más de 1,200 mm anuales de precipitación, en tanto que en la parte norte, los llanos apenas reciben los 600 mm anuales, o incluso 400 mm al pie de la Sierra de Pachuca (Fig. 4).

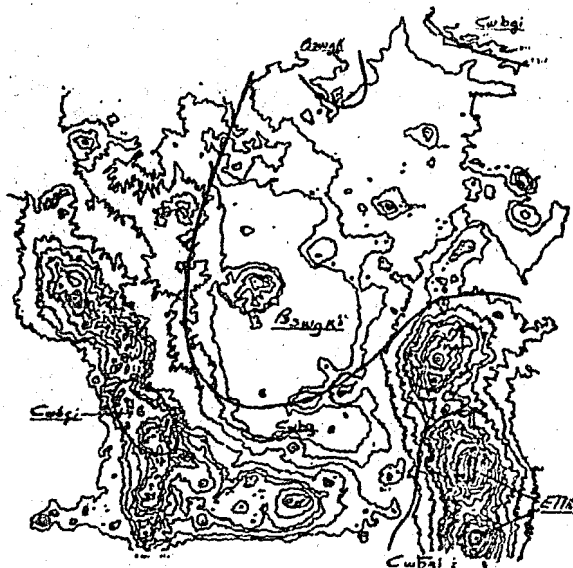
Debido a que los vientos húmedos son de dirección noreste-sur-oeste la parte más lluviosa es la Sierra de las Cruces con regiones que reciben hasta 1,400 mm anuales de precipitación, teniendo las otras Sierras 1,000 mm o más anuales. Por el contrario, la parte más seca son los llanos al suroeste de la Sierra de Pachuca, por el efecto de sombra que produce ésta. En cuanto a su distribución, hay 5 meses húmedos de mayo a septiembre, con el 80 o/o de la lluvia del año y 7 meses secos (Del Río, 1962; Ramírez, 1903; Rzedowski, 1979).

FIGURA 5.



ISOTERMAS MEDIAS ANUALES
PERIODO 1920-1958.
(DEL CÍO, 1962)

FIGURA 6. REGÍMEN DE LLUVIAS PRECIPITAS EN
LA CUENCA DE ALÉNCO, SEGÚN EL SISTEMA DE
ENRIQUETA GARCÍA.



CLAVE:

B.- CIMA SECO-ESTERNO

C.- CIMA TEMPLADO-HÚMEDO

EI.- CIMA FRÍO DE PANDRA

EL.- REGÍMEN DE LLUVIAS EN VERANO.

h.- VERANO PASAJO CON TEMPERATURA ME-

DIA DEL MES MÁS CALIENTE MENOR DE 25°C

g.- MÁXIMO DE TEMPERATURA TPO CALIENTE

H.- SI EN CIMA E SE PUEDE

PAR 10 AÑOS DE 1500m S.N.M.

K.- TEMPERATURA MEDIA ANUAL ME-

NOR DE 15°C

K.- TEMPERATURA DE TODOS AOS ME-

SEÑ MENOR DE 15°C

L.- JOTERANCO CON OSCURIDAD ANUAL

DE TEMPERATURAS AGUAS MEN-
ORQUES MENOR DE 5°C.

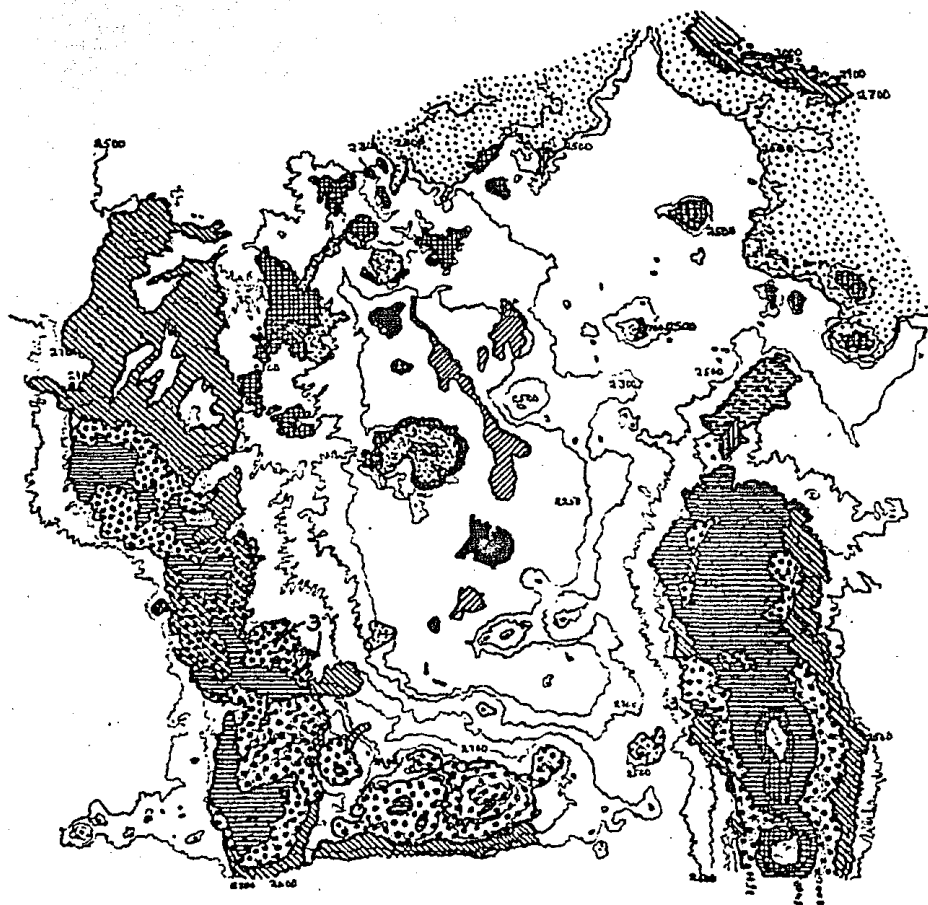


Figura 7.- Formas de vegetación natural de la Cuenca de México.

- | | | | |
|-----|----------------------------|------|----------------------------|
| 1.- | Bosque de <u>Abies</u> | 6.- | Matorral de <u>Quercus</u> |
| 2.- | Bosque de <u>Pinus</u> | 7.- | Matorral Xerófito |
| 3.- | Bosque Mesófilo de montaña | 8.- | Pastizal |
| 4.- | Bosque de <u>Quercus</u> | 9.- | Pastizal Halófilo |
| 5.- | Bosque de <u>Juniperus</u> | 10.- | Vegetación acuática |

(Derivado parcialmente de Anónimo 1981⁴³ y Rzedowski, 1964).

A partir de estos datos y el régimen térmico (Fig. 5) se determinan dos formas básicas de clima y vegetación en la Cuenca (Fig. 6 y 7): tipo bosque con clima templado húmedo, en las sierras y en amplias zonas al pie de las mismas en la zona sur, y tipo estepario - con clima seco-estepario, en las llanuras, principalmente al norte, (Fig. 6 y 7) ambos coexisten con otras formas de vegetación como - acuática y de tundra, que están representadas en lagos y canales y - las cúspides de la Sierra Nevada, respectivamente (Fig. 6 y 7).

Debido a su altura sobre el nivel del mar y a su posición latitudinal, la Cuenca de México posee un clima tropical de altura (Mosiño, 1974), o sea de tipo templado, pero sin estaciones bien definidas, en lo que a horas de luz y temperatura se refiera, dependiendo más bien de los nublados, que haya en el día o la época, no siendo raro que en verano tengamos días fríos y en invierno días calientes, por la presencia y ausencia de nublados.

A partir de estos caracteres climáticos, otros de tipo microclimático y el suelo, podemos encontrar en la Cuenca de México 9 tipos de vegetación, distribuidos en tres grupos:

Tipo bosque: de Abies, Pino y Encino, Mesófilo de montaña y de Juniperus.

Tipo matorral: de Quercus y Xerófilo.

Vegetación Herbácea: Pastizal, vegetación halófito, vegetación, acuática y subacuática.

D.- Flora (Rzedowski, 1979).

1.- Bosque de Abies.

Tanto por su fisonomía como por sus requerimientos ecológicos, esta es una comunidad bien definida. El bosque es perennifolio, denso, con un dosel entre 20 y 40 m, compuesto por uno o dos estratos arbóreos y un estrato arbustivo y herbáceo escaso en condiciones naturales. A menudo el suelo está cubierto de musgos y las epifitas están representadas por estos mismos y por líquenes.

La especie dominante y con frecuencia exclusiva del estrato superior es Abies religiosa, aunque puedan encontrarse otras como, Cupressus lindleyi, Quercus lauriana, Salix oxylepis, etc. En los estratos inferiores se pueden localizar de 10 a 15 especies, pertenecientes a los géneros, Symphoricarpos, Eupatorium, Senecio, Acaena,

Brachypodium, Sigesbeckia, Alchemilla, Salvia, Thuidium y Bryum.

La altitud en la que se presenta generalmente es entre los - - 2,700 y 3, 500 msnm. Normalmente se desarrolla en suelos profundos y bien drenados, ricos en materia orgánica y húmedos todo el año. La precipitación anual media es entre 1,000 y 1,400 mm, y la temperatura media anual varía de 7.5 a 13.5°C.

Básicamente, su distribución se limita a las sierras meridionales de la Cuenca, aunque existen pequeños manchones en la Sierra de Pachuca (Fig. 7).

2.- Bosque mesófilo de montaña.

Esta comunidad, actualmente con distribución casi vestigial, - está limitada a unas pocas cañadas en las partes bajas del Iztaccíhuatl y de la Sierra de las Cruces.

El bosque mide de 10 a 25 m de alto, es denso, y la mayoría de sus componentes son perennifolios. Las trepadoras y epífitas son - abundantes, sobre todo musgos y helechos. La gran humedad permite que a nivel del suelo se favorezca el desarrollo de musgos, helechos y hongos. Las especies arbóreas dominantes más frecuentes son Clethra mexicana, Cornus disciflora, Garrya laurifolia, Ilex toluhana, Meliosma dentata, Prunus brachybotrya y Quercus lauriana. Además - de estas, pueden presentarse 10 o 13 especies en este estrato, y en los niveles inferiores existe una diversidad similar.

Su distribución esta limitada por los factores climáticos; en la Cuenca sólo se le localiza en zonas como cañadas donde el índice de evaporación es menor al de precipitación.

En la Cuenca de México, solo el Iztaccíhuatl y la Sierra de las Cruces muestran condiciones adecuadas para la formación de cañadas. Generalmente ocupan las zonas entre 2,500 y 2,800 m de altitud y precipitación mayor a 1,000 mm anuales. Los suelos son profundos, ricos en materia orgánica y húmedos todo el año. De acuerdo con su distribución (Fig. 7), su área no excede a los 2 km².

3.- Bosque de Pinus.

Los pinares son comunidades frecuentes, y con amplia distribución en las sierras de la Cuenca (Fig. 7). Podría creerse que, como en el bosque de Abies, éstos se forman por una sola especie. Sin embargo, existen varias especies del género Pinus, que forman bosques

en uno u otro lugar, dependiendo de los factores climáticos.

En la Cuenca existen 7 especies de Pinus. En zonas con más de 2,900 m de altura, las comunidades pertenecen a P. hartwegii; pinares localizados en altitudes menores de 2,500 m. se compone de P. leiophylla, P. moctezumae y P. ruiz son especies comunes entre las cotas de 2,500 a 3,100 m. P. teocote, P. pseudostrobus y P. patula forman pequeños bosques en zonas húmedas.

Estos bosques forman comunidades casi puras, a veces con la presencia de especies de los géneros Quercus, Abies, Salix, Juniperus y Buddleia. El sotobosque es pobre en arbustos pero abundante en gramíneas amacolladas, y casi no existen epífitas.

Los pinares en conjunto se localizan en altitudes de 2,350 a 4,000 m, con una precipitación anual entre 700 y 1,200 mm anuales.

4.- Bosque de Quercus.

Los encinares son bosques de una o varias especies del género Quercus comunes en la Cuenca y constituyen la comunidad vegetal terrestre más perturbada por el hombre; con una distribución actual mucho menor a la de otras épocas (Herrera[®], 1890) (Fig. 7).

Debido a que las necesidades ecológicas de Quercus son similares a las Pinus, cota entre 2,350 y 3,100 msnm, y 700 a 1,200 mm de precipitación, los encontramos con frecuencia mezclados o intercalados en superficies relativamente pequeñas. Como en el caso de Pinus esta comunidad en conjunto consta de varias especies que forman bosques de acuerdo con las condiciones del medio.

En conjunto, estos bosques tienen de 5 a 12 m de altura. Algunos son perennifolios y otros son caducifolios. Las trepadoras y epífitas no son frecuentes. En alturas menores a 2,500 msnm, las especies dominantes son Q. laeta, Q. deserticola, Q. crassipes y Q. obtusa. Entre 2,500 y 2,300 msnm, Q. rugosa es la especie más característica, pudiendo formar bosques casi puros. De 2,800 a 3,100 msnm Q. laurina es el tipo común, aunque convive con Q. crassifolia, Q. rugosa, Abies, Juniperus, Arbustus y algunas especies de Pinus.

5.- Bosque de Juniperus.

Se trata de una comunidad abierta formada por árboles de 3 a 6 m de alto, que apenas merece el nombre de bosque. La especie dominante es Juniperus deppeana. Casi no existen epífitas o trepadoras; en cam

bio, el amplio espacio entre árboles permite el desarrollo de arbustos y hierbas.

Estos bosques se localizan por lo general en el norte, noreste y este de la Cuenca en altitudes entre 2,450 y 2,800 m (Fig. 7). Las temperaturas medias varían de 11 a 14°C, y el promedio anual de precipitación va de 600 a 800 mm.

El bosque de J. deppeana, al menos en parte, es una comunidad secundaria, establecida por la destrucción de Pinus y Quercus. Además de esta especie existen J. monticola y J. flaccida, la primera forma matorrales que constituyen un estadio sucesional hacia el establecimiento de bosques de Abies, presentándose también como arbusto rastrero. La segunda especie se encuentra distribuida en forma de individuos aislados en el sur de la Cuenca, en Milpa Alta y Topilejo.

6.- Matorral de Quercus.

Esta es una comunidad de Quercus muy adaptada al clima estepario; se forma por la especie arbustiva Q. frutex, que forma densas cubiertas gracias a su reproducción vegetativa por las raíces. Su altura es hasta 100 cm, siendo la especie dominante caducifolia. Aparte de ésta, existen otros arbustos como Dasyllirion acrotiche, Nolina parviflora, Pithoceltobin leprophyllum y Rhus standleyi.

Este matorral se localiza sobre todo en el noreste de la Cuenca (Fig. 7). Se desarrolla entre 2,350 y 3,100 m de altura, con precipitación de 700 a 900 mm anuales y de 9 a 13°C de temperatura anual. Al parecer esta comunidad es inducida y mantenida por el fuego, en sitios donde antes existían bosques de Pinus y Quercus.

7.- Pastizal.

En la Cuenca hay comunidades cuyo componente dominante son las gramíneas y que se denominan pastizales, praderas o estepas (Fig. 7). Algunos coexisten con bosques de Pinus y otros son conjuntos independientes. Asimismo, algunos pastizales se forman por la destrucción de la flora original y otros son la comunidad clímax.

El pastizal más importante por su extensión está formado por Hilaria cenchroides. Prospera en laderas de baja pendiente, lomas y cerros entre 2,300 y 2,700 msnm de altura, con precipitación anual de 600 a 750 mm. Se encuentra principalmente en la región de Huehuetoca,

Tepetzotlán y Tlalnepantla.

Existen tres tipos de pastizal definitivamente secundarios, encontrándose en zonas de intenso disturbio. Uno de ellos esta dominado por Buchloë dactyloides, gramínea baja que forma densas carpetas. Se le encuentra en forma de manchones entre 2,250 y 2,800 msnm, siendo el mayor, localizado en el lado oriente del lago de Zumpango. El segundo tipo es más frecuente y no posee una composición florística constante; las especies dominantes, son anuales, conviviendo con árboles de Schinus molle y matorrales xerófilos. Prospera entre 2,250 y 2,400 m de altura, denotando una fuerte perturbación humana.

El pastizal de Muhlenbergia repens, Festuca myuros y Deschampsia pringlei con Potentilla candicans existe en zonas entre 2,900 y 3,500 m, entre el bosque de Abies o Pinus, en claros donde el drenaje es lento.

Los zacatones subalpinos con las especies, Calamagrostis toluensis, Festuca amplissima, Folvida, F. toluensis, Muhlenbergia macrooura y M. quadridentata, por el contrario, representan la vegetación clímax sobre los 4,000 m de altura, aunque entre 3,000 y 3,500 msnm pueden ser asociaciones secundarias. Por lo general se forma por gramíneas amacolladas y altas, entre 60 y 120 cm de altura.

8.- Matorral Xerófilo.

En este grupo se consideran varias comunidades arbustivas que existen en las zonas más secas de la Cuenca (Fig. 7). Se localizan en altitudes de 2,250 a 2,700 m, en suelos diversos con precipitación entre 400 y 700 mm anuales y temperatura media de 12 a 16°C.

La asociación más estudiada es la dominada por Opuntia streptocantha, Zaluzania augusta y Mimosa biuncifera, que se presenta en la parte septentrional de la Cuenca, es un matorral espinoso, abierto o denso, de 1 a 3 m de altura.

El matorral de Hechtia, de distribución septentrional, prospera en laderas de pendientes pronunciadas. En un matorral espinoso, bajo, denso, de 30 a 80 cm de alto; por lo general convive con otras plantas de hojas en forma de roseta, como el género Agave.

El matorral de Eysenhardtia se localiza en la Sierra de Guadalupe y más al sur. Es un matorral alto, de 3 a 4 m de alto, generalmente denso y menos espinoso que los anteriores. La especie dominante es E. polystachya, aunque se pueden presentar otros componentes.

Nopales y otras especies también pueden ser comunes.

En el Pedregal de San Angel encontramos otro tipo de matorral xerófilo, dominado por Senecio praecox. Este es un matorral abierto con abundante desarrollo herbáceo, esta especie mide 2 o 3 m de alto, y es caducifolio. Otro arbusto abundante es Schinus molle.

9.- Vegetación Halófila.

Está constituida por comunidades vegetales que habitan suelos salinos, alcalinos mal drenados de los fondos de antiguos lagos, situados en las partes más bajas (Fig. 7).

En general, la vegetación tiene la forma de un pastizal bajo y denso donde predominan gramíneas que se propagan vegetativamente. Distichlis spicata y Eragrostis obtusiflora son las especies dominantes, muy similares, pero que no conviven ya que con frecuencia la vegetación de grandes extensiones se forma de una sola especie.

10.- Vegetación acuática y subacuática.

Hasta hace poco las comunidades dependientes del medio acuático ocupaban un lugar importante en la flora de la Cuenca. Hoy, esta comunidad se ha reducido en forma increíble, y no sería raro que dentro de poco veamos su desaparición absoluta en la Cuenca.

Los tipos más conspicuos de comunidades acuáticas emergidas son tulares de Typha latifolia y Scirpus sp. presentes en el lago de Texcoco; estos tulares alcanzan de 2 a 3 m de alto. Otras comunidades de menor talla se forman por Polygonum, Cyperus, Juncus, Echinochloa, Hydrocotyle, Eleocharis, Bidens y otros géneros frecuentes sobre todo en los bordes de canales en Xochimilco y otros sitios.

La vegetación flotante más común se forma por capas, a veces espesas de Lemna spp. que en ocasiones cubre por completo los canales. Son menos comunes los tapices de Azolla. En algunos lugares Eichhornia crassipes se propaga de manera notable, cubriendo los espejos de canales y otros depósitos.

En arroyos permanentes de las zonas montañosas existen diversas especies de plantas sumergidas y emergidas. Asimismo, pueden localizarse algunas formas leñosas como Alnus glabrata y Salix bomplandiana Taxodium, antes formas abundantes hoy sólo se observa en estado silvestre a lo largo del río de los Remedios.

E.- Mastofauna.

La mastofauna de la Cuenca está determinada, por factores florísticos y climáticos. Siendo ambos factores de tipo templado, la fauna de mamíferos es básicamente neártica, formando la Cuenca de México el límite sur de dicha fauna (Fig. 8). Con base en los mamíferos silvestres conocidos o registrados en este siglo, podemos identificar 58 especies de mamíferos terrestres silvestres, divididos en 7 ordenes. Debido a la falta de Quirópteros fósiles de la Cuenca, dicho orden no ha tomado en cuenta en este trabajo.

1.- Orden Marsupialia.

Didelphis marsupialis (tlacuache) es el único marsupial que habita las zonas templadas, por tanto el único presente en la Cuenca. Habita sobre todo bosques y matorrales, sin llegar a la taiga y a los desiertos extremos. En la Cuenca se le localiza en todo el territorio (Villa, 1953), desde pedregales y llanuras hasta bosque de Abies, pudiendo encontrarse cerca de zonas habitadas.

2.- Orden Insectívora.

En Norteamérica hay dos familias, Soricidae (musarañas) y Talpidae (topos), propias de la región neártica; Cryptotis de la primera familia es el único género que habita América del sur. En la Cuenca de México habitan Sorex vagrans, S. saussurei, S. oreopolus y Cryptotis pergracilis (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981), las especies de Sorex habitan toda la Cuenca en tanto C. pergracilis habita los bosques del sur de la Cuenca (Villa, 1953).

3.- Orden Edentata.

En América del norte existen dos familias, Dasypodidae y Myrmecophagidae. Dasypodidae, con el armadillo Dasypus novemcinctus es la única especie presente en la zona neártica, pudiendo localizarse en bosques, matorrales o llanuras (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981). Los bosques de la Cuenca son los lugares donde es más frecuente hallarlo debido quizá a su caza, que lo ha hecho escaso.

4.- Orden Lagomorpha.

En México, conejos (Sylvilagus y Romerolagus) y liebres (Lepus) se distribuyen en la totalidad del territorio; aunque, Lepus es de -

afinidades más neárticas que Sylvilagus. Romerolagus diazi, por el contrario, es una especie primitiva confinada a los bosques del sur de la Cuenca (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981; Villa, 1953), que con vive con Sylvilagus floridianus y S. cunicularis, ambas especies — bastante comunes en la Cuenca (Villa, 1953). Lepus mexicanus y L. californicus, por el contrario, habitan más bien el norte de ella, con preferencia en las zonas abiertas (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981).

5.- Orden Rodentia.

En la Cuenca de México existen 15 géneros y 32 especies de roedores. Dada la diferencia en clima y vegetación entre la parte montañosa del sur y la zona llana del norte, es fácil ver la distribución de cada género con base en sus necesidades ecológicas. Thomomys (tuza), Nectomodon (ratón de los volcanes) (Villa, 1953) y Orizomys (rata de los arrozales) (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981) son exclusivos de la zona sur, en tanto que Perognathus y Dipodomys (ratas canguro) (Villa, 1953) lo son de la parte norte. Baiomys (ratón) y Liomys (rata canguro) sólo se encuentran en los llanos de la mitad meridional de la Cuenca (Villa, 1953). Spermophilus (ardillón) habita toda la Cuenca, pero es más abundante en las sierras (Villa, 1953). Por último Sciurus (ardilla), Pappogeomys (tuza), Reitrodontomys (ratón), Sigmodon (rata algodонера), Neotoma (ratón de campo) y Microtus (ratón meteorito) se puede hallar en cualquier parte de la Cuenca de México (Hall y Kelson; 1959; Hall, 1981; Villa; 1953).

6.- Orden Carnívora.

El hombre y el tipo de presas son los principales factores limitantes en la distribución de los carnívoros. Puesto que en la Cuenca sólo existe una especie de ungulado de mediana talla, Odocoileus virginianus (venado cola blanca), los carnívoros se encuentran representados por una buena variedad de pequeños depredadores (menos de 1 m de longitud del cuerpo), Mustela frenata (comadreja) y Mephitis macroura (zorrillo listado) probablemente sean los más abundantes, pudiendo hallárseles en los alrededores de los poblados. Bassariscus astutus (cacomixtle). Procyon lotor (mapache), Nasua narica (coatí), Spilogale putorius (zorrillo manchado) y Conepatus mesoleucus (zorrillo espalda blanca) son especies menos abundantes, presentes sobre todo en bos

ques. Taxidea taxus (tejón), es propia de las praderas al norte y al centro de la Cuenca.

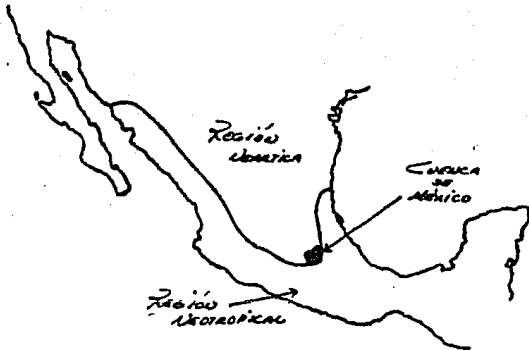
Las especies mayores son Canis latrans (coyote), C. lupus (lobo) Urocyon cinereoargenteus (zorra gris), Felis pardalis (ocelote), F. concolor (puma), Lynx rufus (lince) y Ursus americanus (oso negro) se reportó en la Cuenca, en 1890 (Herrera,⁶⁾ 1890).

Todas las especies, excepto Felis pardalis, habitan bosques o llanuras con poco grado de preferencia. Urocyon cinereoargenteus y Canis latrans eran cánidos muy comunes, que al ser perseguidos siempre en la Cuenca, se refugiaron en las zonas boscosas; Canis lupus era parte de la fauna a fines del siglo pasado (Herrera,⁶⁾ 1890).

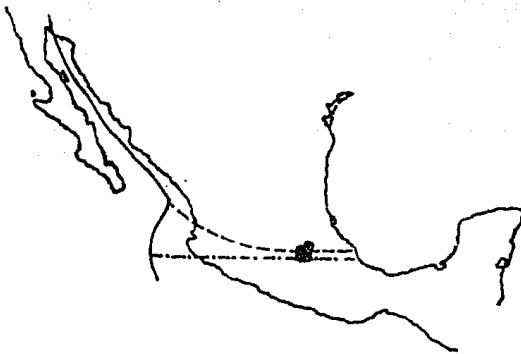
Entre los felinos de la Cuenca Felis pardalis es la más especializada pues solo se encuentra en bosques y actualmente ya no existe en la Cuenca, a pesar de que era muy común en zonas del sur, (Herrera, 1890). Lynx rufus, es la única especie más o menos común, encontrándosele en los bosques del sur. Felis concolor también era especie propia del sur, aunque los escasos informes de ellos en estos años, hacen más posible la idea de que sean animales migradores.

7.- Orden Artiodactyla.

En la Cuenca hay una sola especie, Odocoileus virginianus (vena do cola blanca), distribuida en los bosques del sur. A causa de que puede habitar bosques y praderas es posible que en épocas prehispánicas se distribuyera en toda la zona, disminuyendo en cantidad por la persecución de la que ha sido objeto por el hombre.



POSICIÓN DE LA CUENCA DE MÉXICO CON RELACIÓN
A LAS REGIONES NEÁRTICA Y NEOTROPICAL.



SISTEMAS DE FRACTURAMIENTO QUE ORIGINARON
LA CUENCA DE MÉXICO (TOMADO DE HOOPER, 1963).

- FALLAS DE SAN ANDRÉS Y ANTO PACÍFICO ORIENTAL
- - - FRACTURAMIENTO CHAPALA - NAMAGAN.
- · · FRACTURAMIENTO DE HUMBOLDT.
- CUENCA DE MÉXICO.

IV.- La Cuenca de México en el Pleistoceno.

A.- Antecedentes.

1.- Origen de la Cuenca de México.

La Cuenca, tal y como la conocemos, representa la última fase de un largo período de actividad volcánica y tectónica iniciada hace unos 30 millones de años y que aún continúa. La ausencia de fósiles y las condiciones de erosión indican que durante la mayor parte del Pleistoceno la zona se caracterizó por su bajo nivel de desarrollo biótico, similar a una zona desértica.

Este gran fenómeno geológico se debe a que la actual Cuenca se encuentra entre dos zonas de fractura; la mayor corresponde a una rama de la falla de San Andrés y el Alto Pacífico Oriental; la menor, es la fractura Humboldt (Fig. 8) (Mooser, 1963). Ambas fallas provocaron otros sistemas de fractura secundarios, que junto con aquellos, determinaron la actividad volcánica de la región.



Los estratos más antiguos, localizados por medio de estudios del suelo profundo, pertenecen al terciario inferior y corresponden a depósitos marinos que al inicio del Terciario emergieron en el proceso conocido como Orogenia Hidalgoana (Fig. 10 y 14). Ya en el Mioceno, hace 30 millones de años, comenzó en el oeste del país un período de intensa actividad volcánica, que dió origen a la Sierra Madre Occidental y península de Baja California (De Cserna, 1974). Esta actividad relacionada con el sistema de fallas de San Andrés, alcanzó la región central de México por medio del sistema Chapala-Acambay, dando origen a la Sierra de Pachuca, a la de Tepotzotlan y a la de Guadalupe (Fig. 11 y 14) (Mooser, 1963).

Debido a estas fracturas hubo otras secundarias con dirección sursureste, empezando a formarse las sierras de las Cruces y Río Frío (Mooser, 1963) (Fig. 11 y 12). Este proceso se divide en dos series de rocas, las series andesíticas de la Sierra Nevada y de las Cruces primero y las del Iztaccíhuatl y del Ajusco después, que formaron el volcán Ajusco, parte del Iztaccíhuatl (Mooser, 1957) y el Nexpayantla, antecesor del Popocatepetl (White, 1956) (Fig. 12).

En el Plioceno y Pleistoceno la zona sufrió una intensa erosión por el desnivel existente y la escasa vegetación. Al este y oeste del valle extensos abanicos aluviales denominados formación Tarango



FORMACIONES DEL CRETACEO

-  FORMACIÓN CUAUTLA
-  FORMACIÓN MEXCALA




FORMACIONES DEL EOCENO

-  FORMACIÓN BALSAS

FORMACIONES DEL MIOCENO

-  ROCAS VOLCÁNICAS DEL TERCARIO INFERIOR

FORMACIONES DEL PLEISTOCENO

-  FORMACIÓN LAS CAÑAS
-  FORMACIÓN INTACCINATAL
-  FORMACIÓN TLAXCO

FORMACIONES DEL PLEISTOCENO




-  ROCAS VOLCÁNICAS DEL PLEISTOCENO
-  ALUVIÓN
-  SEDIMENTOS LACUSTRES.



FIG. 10. Corte vertical de la Cuenca de México, mostrando los diferentes estratos que lo componen (Derivado de "Nueva México", Sanfeyta, 1949).

(Bryan, 1948; Mooser, 1957, 1963) (Fig. 10).

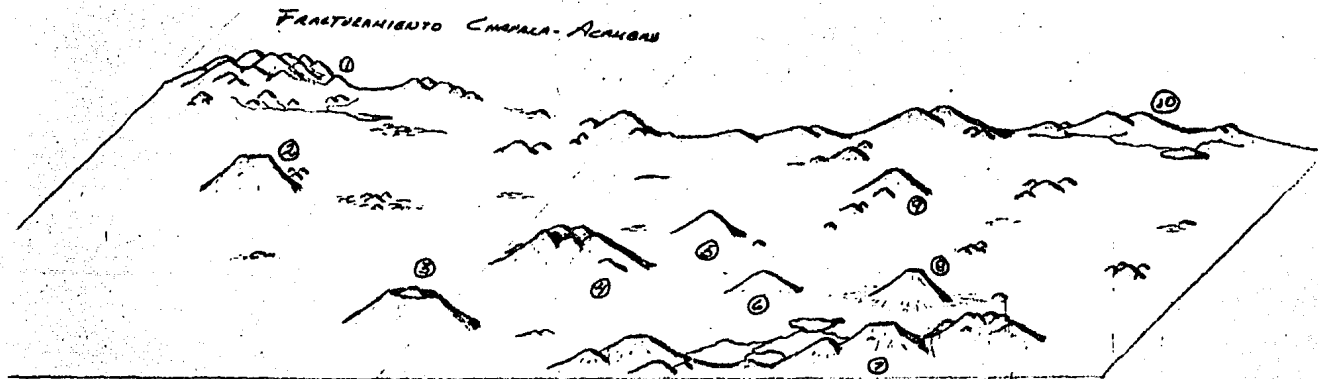
En esta época la zona aún continuaba abierta hacia el sur, siendo parte de la Cuenca del Balsas; la unión se daba por dos ríos que recorrían el valle de norte a sur (Mooser, 1957, 1963). El mayor nacía en la Sierra de Pachuca con un tributario que venía de la Sierra de Guadalupe, continuando hasta Cuernavaca. El otro corría al pie de las sierras de Río Frío y Nevada, hacia Cuautla (Fig. 12).

En este período se inició la actividad volcánica en el centro del país a lo largo de la falla de Humboldt, esta actividad dió origen al eje volcánico y, en el entonces valle, a la serie basáltica - Chichinautzin (Mooser, 1957, 1963), durante el Pleistoceno medio o superior. Las primeras manifestaciones se dieron en el norte, apareciendo volcanes como el Cerro Gordo. Paulatinamente se fué dirigiendo la actividad hacia el sur, relleno cañadas y formando cerros como el de la Estrella, hasta desarrollarse con toda su potencia en el hoy límite meridional, formando el Popocatepetl, el pecho del Iztaccíhuatl y más de 150 volcanes pequeños, distribuidos en una zona de unos 80 km de longitud (Fig. 13 y 14).

Esta actividad tapó el espacio por donde bajaban los ríos hacia el Balsas, convirtiendo la región en una cuenca cerrada, la cual se llenó de sedimentos volcánicos impermeables (Mooser, 1957) y todas las zonas bajas en lecho para una gran laguna. La humedad existente en ese tiempo, que equivaldría al subestadio glacial Altoniense del Wisconsiniano de Norteamérica, permitió la conservación de la laguna y el desarrollo de ricas comunidades vegetales y animales. Esta época, la cual creo, correspondió al subestadio Woodforiense del Wisconsiniano (Fig. 15), identificado en la Cuenca a través de la formación Becerra, nos muestra una riqueza faunística y florística, desconocida hasta ese momento en la zona, no obstante que, como nos muestran el Popocatepetl y el Xitle, la región dista mucho de haber dado por finalizada su actividad volcánica.

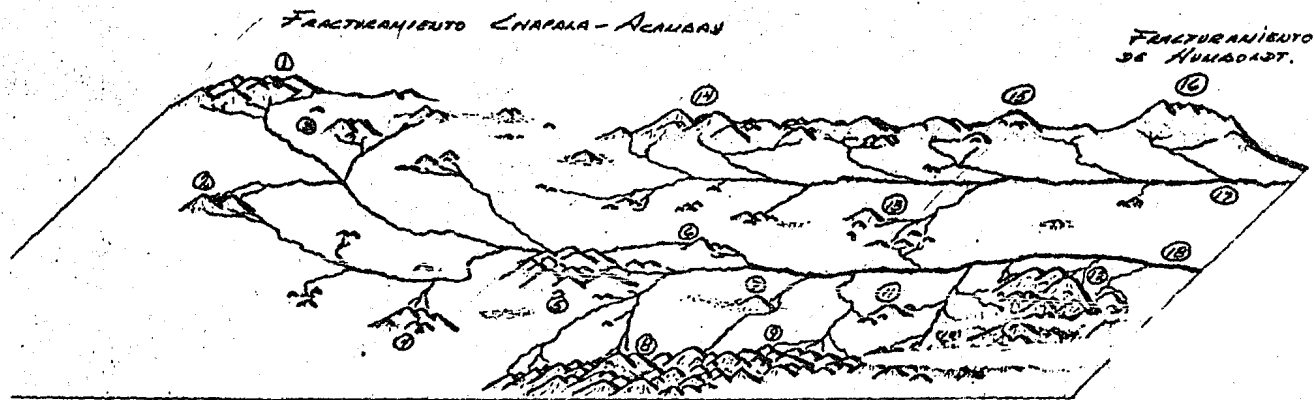
2.- Climatología del Pleistoceno.

Las condiciones climáticas del Pleistoceno están íntimamente ligadas a los glaciares de la época. En la República Mexicana, por tanto en la Cuenca de México, no hubo invasión de los hielos, sin embargo provocaron notables variaciones de la precipitación y temperatura, modificando las condiciones de vida en el país.



- | | |
|---|-------------------------------|
| 1.- SIERRA DE PANNA | 8.- CERRO ZACATEPETA |
| 2.- BASE DE LA SIERRA DE TENDUYALAN | 9.- CERRO DE TAARACAYA |
| 3.- BASE DE LA SIERRA DE TEMOXTLAN | 10.- BASE DE LA SIERRA NOVADA |
| 4.- BASE DE LA SIERRA DE GUADALUPE | |
| 5.- CERRO PEÑÓN DE LOS BAÑOS | |
| 6.- CERRO DE CHAULETEPE | |
| 7.- BASE DE LA SIERRA DE LAS LUNAS,
MUNDO ALTO Y MUNDO BAJO. | |

FIG. 11 ESQUEMATIZACIÓN DE LA CUENCA DE MÓICO AL INICIO DEL PLEISTO.

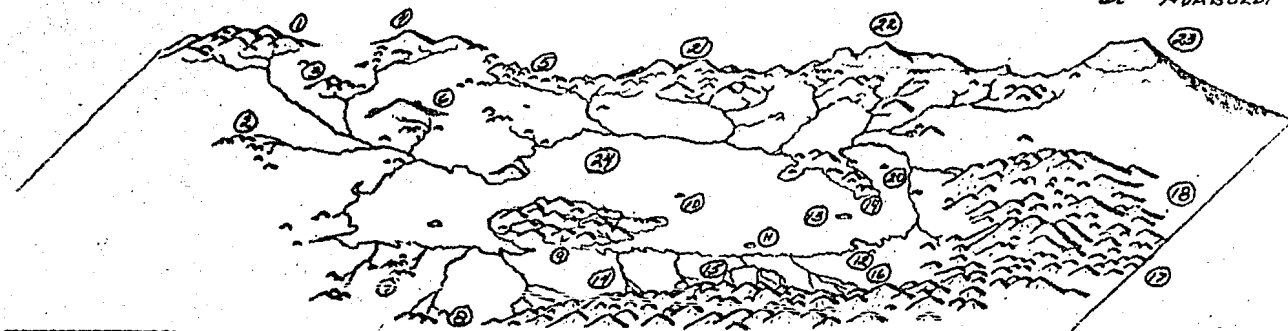


- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1.- SIERRA DE PACHUCA | 10.- SIERRA DE LAS CAÑAS |
| 2.- SIERRA DE TEZONTLALAN | 11.- CERRO ZACATEPETL |
| 3.- SIERRA DE LOS POTOS | 12.- VOLCÁN AJUSCO |
| 4.- SIERRA DE TEMOYOTLAN | 13.- CERRO TAPACONA |
| 5.- SIERRA DE GUADALUPE | 14.- SIERRA DE PÑO FRÍO |
| 6.- CERRO PÉDREGO DE LOS BAÑOS | 15.- PIES DEL JETACCINUATA. |
| 7.- CERRO DE CHAPULTAPAC | 16.- VOLCÁN NEXPANATLA (VENTORALLO) |
| 8.- SIERRA DE MONTE BAJO | 17.- RÍO A CUATLA |
| 9.- SIERRA DE MONTE ALTO | 18.- RÍO A: CUERNAVACA. |

FIG. 12.- ESQUEMATIZACIÓN DE LA CUENCA DE MÉXICO DURANTE EL LÍMITE PRÍCENO-PRÍSTOCENO.

FRACTURAMIENTO CHAPALA - ACONIBAS

FRACTURAMIENTO
DE HUMBOLDT



- 1.- SIERRA DE TACUVA
- 2.- SIERRA DE TERCENTALPAN
- 3.- SIERRA DE LOS PITOS
- 4.- CERRO XIHUICHO
- 5.- SIERRA DE CALPULALAPAN
- 6.- CERRO GORDO
- 7.- SIERRA DE TEPOTZOTLAN
- 8.- SIERRA DE AUCAPARROZA
- 9.- SIERRA DE GUADALUPE
- 10.- CERRO PEÑÓN DE LOS CERROS

- 11.- CERRO DE CHAPULTEPEC
- 12.- CERRO DE ZACATEPETL
- 13.- CERRO DE LA ESTRELLA
- 14.- SIERRA DE MONTE BASO
- 15.- SIERRA DE MONTE ALTO
- 16.- SIERRA DE LAS CAUCES
- 17.- VOLCÁN AJUICO
- 18.- SIERRA DEL CINCUENTA Y OCHO
- 19.- SIERRA DE SANTA CATARINA
- 20.- CERRO DE TRAPACOYA

- 21.- SIERRA DE RÍO FRÍO
- 22.- VOLCÁN IXTACUICUATE
- 23.- VOLCÁN APOCATEPETL
- 24.- LAGO DE TEXCOCO.

FIG. 13.- ESQUEMATIZACIÓN DE LA CUENCA DE MÉXICO
A PARTIR DEL PLEISTOCENO SUPERIOR.

Mill. de Años	EDAD	FORMACIONES GEOLOGICAS	CLIMA.	REGISTROS PALEONTOLOGICOS
0-1	PLEISTOCENO SUPERIOR	SEDIMENTOS LACUSTRES SIERRA DEL LANCHIHUATLÁN SIERRA DE SANTA CATARINA CENO ACTUAL DEL TOLUCAVALTE PUNO DEL IZTACMAYATL	TEMPERADO-HUMEDO CALIDO SECO CON PER- SISTENCIA DE GLACIARES DE PUE DE MONTE	NUMEROSOS REGISTROS PALEONTOLOGICOS Y FOSILES EN LOS CANTOS 23,000 AÑOS
1	PLEISTOCENO MEDIO			
	PLEISTOCENO INFERIOR	CERRO DE LA ESTRELLA CERRO GORDO RIOS A CUATLA Y CUBANAMA		
3	PLEISTOCENO SUPERIOR	FORMACION TLANCO		
5	PLEISTOCENO MEDIO	SIERRA DE RIO FRIO PARTE DEL IZTACMAYATL Y VOLCAN NEXPAJANTLA	CLIMA ARIIDO O SEMIARIIDO VARIANDO DE TEMPERADO A TROPICAL	NO EXISTEN REGISTROS FOSILES QUE PUEDAN ASIGNARSE A ESTAS EPOCAS
8	PLEISTOCENO INFERIOR	VOLCAN AJUSCO SIERRAS DE LOS CERROS, MONTE AJO Y MONTE BAJO	DE ACUERDO CON LOS CAMBIOS A NIVEL MUNDIAL	
10	MIOCENO SUPERIOR	SIERRA DE GUADALUPE SIERRA DE TEXOTLAN Y SIERRA DE PACHUCA		
14	MIOCENO MEDIO	SERIES VOLCANICAS NO DETERMINADAS		
16				
53	EOCENO INFERIOR	DEGRADIA HIDALGOVIA, ELS- VACAS DEL CENTRO DEL PAIS.		
55				

FIG. 14 Evolución de la Cuenca de México durante el Cenozoico.

En las zonas tropicales del mundo y templadas del hemisferio sur los glaciares son desconocidos, excepto por fases de valle y pie de monte en zonas aisladas, sin embargo la época glaciaria dejó huellas en lo que a cambios de precipitación y clima se refiere. Durante la fase glaciaria la temperatura de grandes zonas disminuyó año con año, promoviendo un aumento en la precipitación, reconociéndose una fase pluvial. Por el contrario, cuando se presentó una fase interglaciaria la temperatura aumentó y la precipitación disminuyó, formándose una etapa altitermal (Cesare, 1955; Axelrod, 1981).

El pleistoceno se reconoce sobre el Plioceno por la presencia de estratos relacionados con glaciares. De acuerdo con estos datos, el Pleistoceno se establece con una duración de dos o tres millones de años, según el autor, dividido en Pleistoceno temprano, que va de tres a un millón de años; Pleistoceno medio, de un millón a 100,000 años y Pleistoceno superior, de 100,000 a nueve o doce mil años (Kurtén, 1972; Suess, 1956) (Fig. 14).

El Pleistoceno superior (Fig. 15) es la única fase que se conoce con cierto detalle en la Cuenca de México, reconocible a nivel de cambios en la precipitación y formación de glaciares. Los estudios en el subsuelo de la región sur de la Cuenca, incluyendo la Ciudad de México (Bryan, 1948; Mooser, 1956; Maldonado, 1947; Sears, 1951) han permitido reconocer los diferentes estratos, así como su edad y condiciones climáticas asociadas con su formación.

Bajo el antiguo lago de Texcoco se reconocen básicamente tres tipos de sedimentos interpuestos repetidas veces: arenas, arcillas y capas de carbonato de calcio. Arenas y gravas son los más antiguos y corresponden a la Formación Tarango, localizándose por debajo de los 30 m en el centro de la ciudad de México (Fig. 16). Un sedimento de este tipo (Longwell, 1979) corresponde a un medio sometido a intemperismo físico, con poco o ningún intemperismo químico, del tipo que es común en desiertos, por lo que podemos pensar que la Formación Tarango corresponde a una época en la que predominó en la Cuenca de México un ambiente desértico. Las arcillas son más comunes en los primeros 45 m de profundidad; contrariamente a los otros tipos de sedimentos, son indicativos de suelos húmedos sometidos a intemperismo químico, siendo su acumulación debida al transporte hacia abajo del horizonte A al B por el agua que se absorbe (Flores, 1974; Longwell, 1979). En estos suelos también se observan caracteres que indican

la presencia de ácidos orgánicos, o sea que es un medio con abundantes recursos bióticos. Las capas de carbonato de calcio, mejor conocidas como "caliche", son propias de zonas secas o semisecas, en las que al evaporarse el agua llevan hacia el horizonte A el CaCO_3 , formando una costra en el suelo (Flores, 1974; Longwell, 1979).

Como se mencionó, el estrato de arena y grava corresponde a la Formación Tarango; en las capas superiores, donde no hay estos sedimentos, tenemos a las formaciones Tacubaya y Becerra del Pleistoceno y Totoltzingo y Nochebuena del Holoceno.

La forma como se alternan estas capas indican continuos cambios en el clima y vida de la zona. La Formación Tarango corresponde a una región desértica, en las formaciones posteriores la arcilla y el caliche se intercalan debido a la alternancia de climas templado-húmedos y calido-secos. De acuerdo con los cambios glaciares, la formación de caliche correspondería a la fase interglaciar y la arcilla a la fase glacial.

La Sierra Nevada fué el único lugar de la Cuenca donde se desarrollaron glaciares, pero debido a que el Popocatepetl es tributario del Balsas, el Iztaccíhuatl fué el único que tuvo cierta importancia para la Cuenca en esa época. El Iztaccíhuatl ya existía desde el Pleistoceno inferior, pero no hay registros de glaciares antes del Pleistoceno superior. La duración y caracteres de las fases glaciares de este volcán y del Wisconsiniano de Norteamérica trataré de relacionarlas con el objeto de situar cronológicamente estos eventos en la Cuenca de México (Fig. 15). La fase glacial más antigua que se conoce, nombrada glacial temprana (White, 1956, 1962), correspondería al subestadio glacial Altoniense del Wisconsiniano. Las fases Tonixoco y Diamantes fueron las más fuertes, ya que parte del derrumbio glacial en la etapa Diamantes alcanzó el margen del lago, estas fases corresponden al Woodforiense, el cual fué también el más fuerte de los subestadios de la época glacial. El tercer periodo sería la etapa de glaciación Alcalican de mucha menor fuerza, equivalente al Valderense del Wisconsiniano. Por último tenemos a la etapa Ayo-lotepito, la cual sería una fase semiglacial a inicios del Holoceno.

3.- Ubicación cronológica del registro fósil de la Cuenca de México.

Un fuerte problema al que se enfrenta un paleontólogo en México

la presencia de ácidos orgánicos, o sea que es un medio con abundantes recursos bióticos. Las capas de carbonato de calcio, mejor conocidas como "caliche", son propias de zonas secas o semisecas, en las que al evaporarse el agua llevan hacia el horizonte A el CaCO_3 , formando una costra en el suelo (Flores, 1974; Longwell, 1979).

Como se mencionó, el estrato de arena y grava corresponde a la Formación Tarango; en las capas superiores, donde no hay estos sedimentos, tenemos a las formaciones Tacubaya y Becerra del Pleistoceno y Totoltzingo y Nochebuena del Holoceno.

La forma como se alternan estas capas indican continuos cambios en el clima y vida de la zona. La Formación Tarango corresponde a una región desértica, en las formaciones posteriores la arcilla y el caliche se intercalan debido a la alternancia de climas templado-húmedos y calido-secos. De acuerdo con los cambios glaciares, la formación de caliche correspondería a la fase interglaciar y la arcilla a la fase glaciár.

La Sierra Nevada fué el único lugar de la Cuenca donde se desarrollaron glaciares, pero debido a que el Popocatépetl es tributario del Balsas, el Iztaccíuatl fué el único que tuvo cierta importancia para la Cuenca en esa época. El Iztaccíuatl ya existía desde el Pleistoceno inferior, pero no hay registros de glaciares antes del Pleistoceno superior. La duración y caracteres de las fases glaciares de este volcán y del Wisconsiniano de Norteamérica trataré de relacionarlas con el objeto de situar cronológicamente estos eventos en la Cuenca de México (Fig. 15). La fase glaciár más antigua que se conoce, nombrada glaciár temprana (White, 1956, 1962), correspondería al subestadio glaciár Altoniense del Wisconsiniano. Las fases Tonixoco y Diamantes fueron las más fuertes, ya que parte del derrumbio glaciár en la etapa Diamantes alcanzó el margen del lago, estas fases corresponden al Woodforiense, el cual fué también el más fuerte de los subestadios de la época glaciár. El tercer periodo sería la etapa de glaciación Alcaliaca de mucha menor fuerza, equivalente al Valderense del Wisconsiniano. Por último tenemos a la etapa Ayo-lotepito, la cual sería una fase semiglaciár a inicios del Holoceno.

3.- Ubicación cronológica del registro fósil de la Cuenca de México.

Un fuerte problema al que se enfrenta un paleontólogo en México

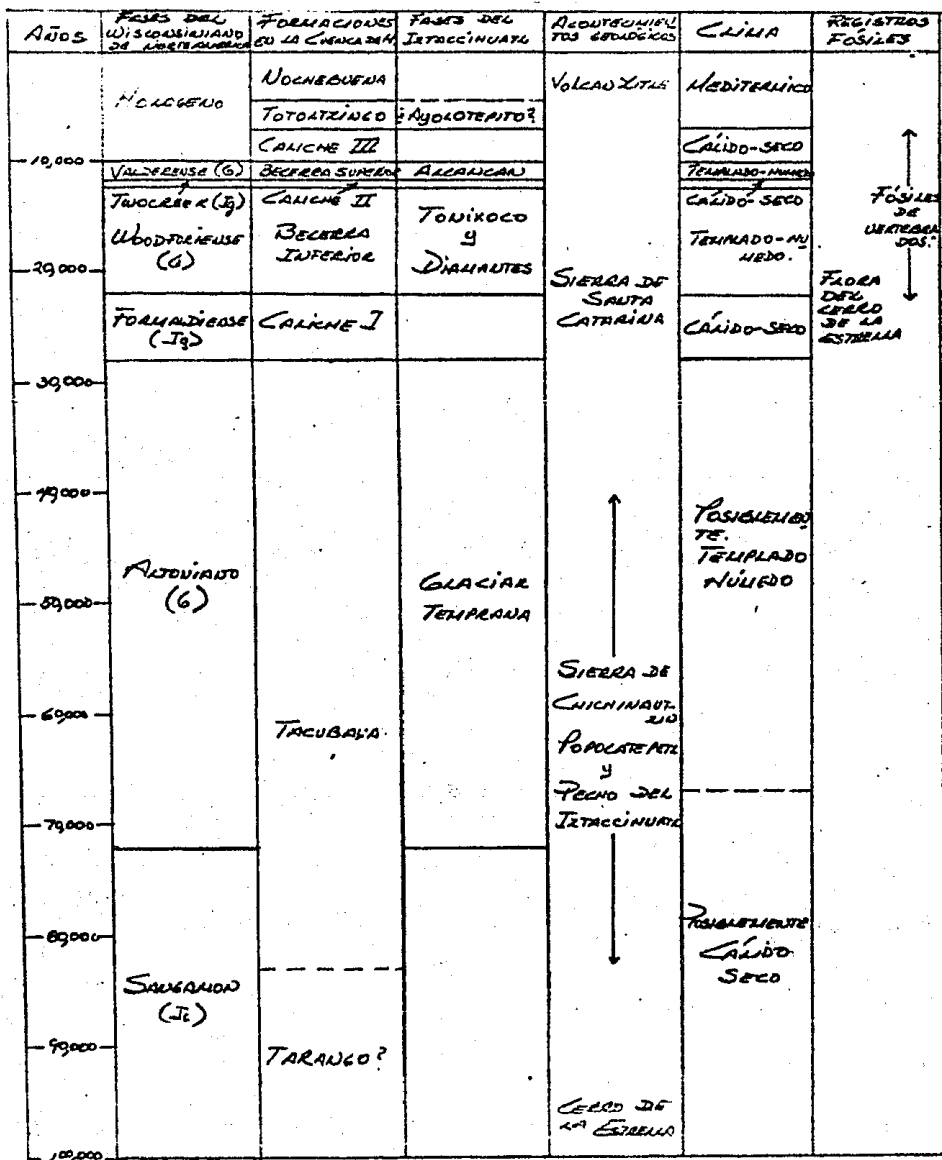
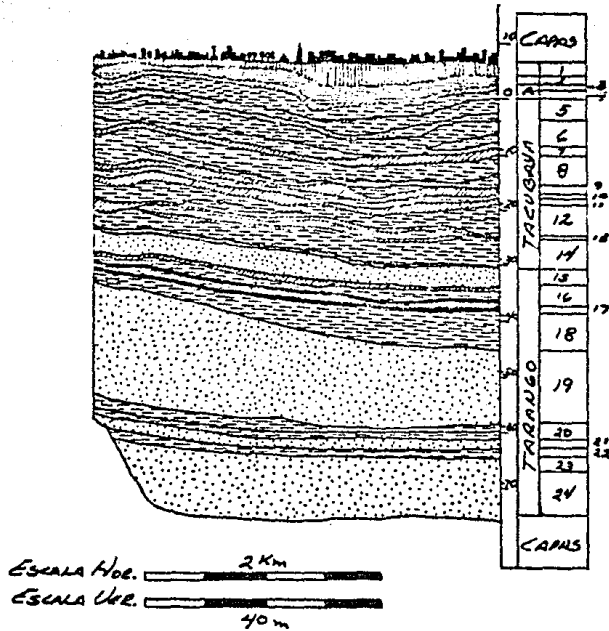


FIG. 15. Evolución de la Cuenca de México durante el Pleistoceno Sup.

Figura 16.

Estratigrafía del lago de Texcoco.
(Mooser, 1956)



Secuencias Estratigráficas.







- 1.- Arqueológico
- 2.- Totoltzingo
- A.- Becerra
- 3.- Barrileco
- 4.- Arcillas

Tacubaya

- 5.- Arcilla I
- 6.- Arcilla I
- 7.- Caliche II
- 8.- Arcilla II
- 9.- Caliche III
- 10.- Arcilla III
- 11.- Caliche IV
- 12.- Arcilla IV
- 13.- Caliche V
- 14.- Arcilla V

Taranco

- 15.- Arena I
- 16.- Arcilla I
- 17.- Vidrio Volcánico
- 18.- Arcilla I
- 19.- Arena II
- 20.- Arcilla II
- 21.- Arena III
- 22.- Arcilla III
- 23.- Arcilla III
- 24.- Arena IV

-  Arqueológico
-  Totoltzingo
-  Arcillas
-  Caliche
-  Arenas
-  Vidrio volcánico

es que existen pocos estudios de correlación estratigráfica o radio métricos tales que nos permitan asignar a una localidad fósil una edad aproximada. La Cuenca de México no es una excepción al caso, provocando que un conjunto fósil tan rico pierda mucho de su valor por la falta de una ubicación cronológica. Aunque una localidad como Tequixquiac, por ejemplo, se conoce desde hace un siglo, en los trabajos más recientes (Ferrusquía, 1978) se hace notar el limitado valor del registro fósil por la carencia de datos relativos a su edad.

Desde el siglo pasado (Cope, 1886; Barcenas, 1882) se aceptó - que las localidades fósiles de la Cuenca pertenecían al Pleistoceno o Plioceno superior. En los 75 años siguientes se centró la edad de las zonas fosilíferas en el Pleistoceno (Arellano, 1946; Avelleyra, L., 1953, 1955; De Terra, 1946; Maldonado-Koerdell, 1948), predominando la idea de que la mayoría de los fósiles eran del Pleistoceno superior, teniendo representantes del Pleistoceno inferior y medio; lo cual es aceptado hoy por algunos autores (Ferrusquía, 1978).

A partir de 1948 se realizaron varias investigaciones tendientes a fechar la edad de los estratos, volcanes y restos glaciares - en la Cuenca de México (Avelleyra, 1959; Bryan, 1948; Clisby y Sears, 1955; De Terra, 1949; Hibbard, 1955; Lorenzo, 1956; Maldonado, 1959; Mooser, 1956; White, 1956, 1962), de ahí se dedujo que la formación Becerra, a la cual pertenecen los fósiles de la Cuenca, correspondía al Pleistoceno superior, llegando incluso en algunos casos a definir cuantitativamente la edad de la Formación Becerra (Lorenzo, 1956; - Maldonado, 1959; Mooser, 1956). No obstante en los últimos 30 años los diferentes autores han preferido manejar la edad de los fósiles bajo la denominación de Pleistoceno superior, o que pertenecen a la Formación Becerra (Silva B., 1969; Ferrusquía, 1978).

En este trabajo no espero solucionar en forma absoluta el problema, sin embargo se poseen los suficientes datos para proponer - una edad definida a las localidades fósiles de la Cuenca, tal que nos permita evaluarla de acuerdo con su antigüedad. Para ello me basaré en datos geológicos, antropológicos, estratigráficos y físicos.

Datos geológicos.

En páginas anteriores se ha señalado que los fósiles conocidos se encontraron en depósitos pertenecientes a la Formación Becerra,

la cual es la última formación del Pleistoceno en México. La Formación Becerra y la Formación Tacubaya son simultáneas o posteriores, respectivamente a la Formación Chichinautzin (Fig. 15). Ahora bien, de acuerdo con algunos autores (Bryan, 1948; Mooser, 1967), la juventud de la mayoría de los conos volcánicos pertenecientes a la Formación Chichinautzin u originados en la misma época, es obvia, de modo que el origen de la Sierra de Chichinautzin, no abarca más allá de unas pocas decenas de miles de años.

Para resumir, la Sierra de Chichinautzin es sumamente joven; su origen no abarca más allá del Pleistoceno superior (Fig. 15), probablemente no en sus inicios, sino a mediados o finales de este. Su formación dió origen al lago, y éste a los depósitos de fósiles, por lo que podemos concluir que las localidades fosilíferas definitivamente pertenecen a la segunda mitad del Pleistoceno superior.

Datos antropológicos.

Un segundo aspecto que nos permite evaluar cronológicamente a la fauna y flora fósiles de la Cuenca, es su relación con el hombre.

Según los datos más recientes (Lorenzo, 1975) el hombre llegó a México hace 25,000 años. Los registros humanos más antiguos en la Cuenca son de Tlapacoya con unos 21,000 años de antigüedad; así que cualquier vestigio de relación hombre-fauna será igual en edad o más reciente, pero no más antiguo.

En Tequixquiac se han descubierto piedras talladas (De Terra, 1946) y un sacro de camélido trabajado, que asemeja a la cabeza de un coyote (Bárceñas, 1882). Si como se dijo el hombre no tiene más de 25,000 años en la Cuenca, un registro humano no puede ser más antiguo. Estos hallazgos antropológicos nos indican que Tequixquiac posee una antigüedad aproximada a la del hombre en la Cuenca; puede haber fósiles más antiguos, pero sería muy aventurado retroceder su antigüedad a centenares de miles de años. Por tanto, a Tequixquiac con este hallazgo, podría dársele una edad correspondiente a la 2a. mitad del Pleistoceno superior, lo cual va en estrecha similitud con la conclusión obtenida a partir de los datos geológicos.

Datos estratigráficos y físicos.

Como en el primer caso, lo referente a glaciares y su correlación cronológica no ha sido bien estudiada. Por suerte, en este caso existen datos que nos permiten situar con más exactitud su edad.

Existen estudios (Clisby y Sears, 1955) palinológicos y paleoclimáticos que determinaron que todos los estratos bajo el centro de la Ciudad de México, hasta los 70 m de profundidad (Fig. 16), correspondían al Wisconsiniano de Norteamérica (Fig. 16), por lo que incluso ciertos estratos que son de la Formación Tarango quedarían incluidos en el Pleistoceno superior. La Formación Becerra, al estar localizada a escasos metros bajo la superficie, nos indica que la fauna de esta formación pertenece al final del Pleistoceno superior.

Un segundo aspecto, es la correlación de fases glaciares e interglaciares en México y el resto de Norteamérica. Las secuencias glaciares del Wisconsiniano de Norteamérica están bien ubicadas cronológicamente. En México, estas fases se conocen por cambios climáticos o glaciares en el Iztaccíhuatl (Fig. 15). Las secuencias climáticas definidas por los estratos de arcilla y caliche en la Cuenca de México, presentan un comportamiento en alternancia y duración (Fig. 15) (Lorenzo, 1956) que pueden compararse con la de los subestadios glaciares e interglaciares del Wisconsiniano. La forma como dicha correlación se puede hacer es el mejor testigo de su relación.

Las series glaciares del Iztaccíhuatl, presentan un patrón similar, o sea que si ambas secuencias compaginan en alto grado con las fases del Wisconsiniano, su edad puede ser la misma. Si dicha comparación es cierta, la Formación Becerra no tiene más de 23,000 años, o sea que abarca los últimos 13,000 años del Pleistoceno superior. La Formación Tacubaya, es más antigua, pero ya que de acuerdo con la secuencia stratigráfica bajo la Ciudad de México (Fig. 16), abarca hasta 30 o 35 m de profundidad; queda incluida en el Wisconsiniano, o sea en el Pleistoceno superior (Fig. 15).

Dentro de la lista de fósiles de la Cuenca de México, existen algunos que desde principios del siglo fueron considerados como pertenecientes a la Cuenca, pero con la única referencia de "Hochtal von Mexiko" (Freudenberg, 1910, 1921, 1922), y que no son conocidos por ningún otro registro fósil. Debido a que se les considera fósiles de la Cuenca de México, y todos los fósiles conocidos en ella pertenecen a la Formación Becerra, o sea a hace no más de 23,000 años, en el presente trabajo se les considera dentro del mismo período.

4.- Climatología de la Cuenca de México en el Pleistoceno superior.

Esta correlación glacial y estratigráfica tiene gran valor, ya que de ella se deriva una secuencia de eventos, que junto con los fósiles nos dan la información necesaria para tener un cuadro paleoecológico del Pleistoceno superior en la Cuenca de México.

Según las características de la Formación Tacubaya, durante las fases interglacial Sangamon y glacial Altoniense, (Fig. 15) la región constituía una zona similar en muchos sentidos a una cuenca, pero - aún el cierre definitivo del entonces Valle no se había efectuado; la serie Chichinautzin empieza, pero probablemente en un bajo grado, provocando que se formara repetidas veces un lago, que permanecía hasta que la erosión abría un paso (Mooser, 1956).

De acuerdo con las condiciones estratigráficas, el valle tendría un clima fluctuante, de cálido-seco a templado o cálido-húmedo, según las etapas glaciares. Un gran problema en esta época es la ausencia absoluta de fósiles. Es cierto que existía actividad volcánica pero ésta no era uniforme en toda la región, y la presencia de ríos y lagos es un factor que motiva el desarrollo de la vida. Como se ha mencionado la Formación Tarango es, una serie estratigráfica - que muestra condiciones de formación propias de zonas desérticas, por ello la ausencia de fósiles no es de extrañarse. Sin embargo, en la Formación Tacubaya las condiciones son otras, los sedimentos de ésta, se formaron principalmente por intemperismo químico lo que requería de cierta cantidad de agua, y con mucha frecuencia de plantas; las arcillas (Fig. 16) señalan un clima húmedo; por tanto no parece lógica la idea de la ausencia vegetal y animal en esta época. A nuestro modo de ver la única posibilidad es que las localidades fosilíferas existen pero no han aflorado.

En el interglacial Formaldiense, hace unos 28,000 años, el clima se hizo cálido-seco, con Formación Caliche, que en la Cuenca se le llama I o Morales (Mooser, 1956)(Fig. 15). En esta época la serie Chichinautzin entró a su apogeo, formando el Popocatepetl y, cerrando el valle, hace unos 23,000 años.

Entre 22,000 y 12,500 años antes del presente se desarrolló la subfase glacial Woodforiense que según se vió, en la Cuenca corresponde a la Formación Becerra inferior. Esta época fué húmeda, de semi

fría a semicálida, con algunos períodos de actividad volcánica. Todo esto, más la presencia de la laguna, hacen que plantas y animales de todo tipo se establezcan en toda la región (Fig. 15).

Respecto a la flora, la localidad más importante en cantidad de fósiles, es la del cerro de la Estrella (Rzedowski, 1968), con una antigüedad probable de 20,000 a 23,000 años que nos aporta bastante del tipo de comunidades y condiciones climáticas de esa época; aparte de éste, hay otros estudios, básicamente palinológicos, que nos dan inicios de la flora en la zona (Rzedowski, 1978).

En cuanto a la fauna, las localidades son abundantes (Fig. 17), Tequixquiac, las márgenes de la laguna, son zonas con gran riqueza fosilífera. En este periodo, entre 21,000 y 24,000 años antes del presente, deja el hombre su huella por vez primera, según lo conocido hasta hoy, en la localidad de Tlapacoya (Lorenzo, 1975) (Fig. 17).

Viene el fin del Woodforiense y con ello un nuevo período seco, el interglacial Twocreekense, que considero sería la fase Caliche II (Mooser, 1956), que va de 12,500 a 12,000 años antes del presente; por suerte, no parece haber influido grandemente en la fauna.

Al final del Pleistoceno se produce un nuevo período seco de hace 10,000 años a unos 7,500 años, llamado Caliche Barrilaco. La presencia de mamuts, caballos y otros, hace suponer que muchas especies resistieron la sequía; por lo que no fue solo el cambio de clima lo que causo tales estragos en las poblaciones animales, al menos así lo indican, por ejemplo, los restos de mamuts de Santa Isabel Iztapan y San Bartolo Atepehuacan fechados entre 8,000 y 9,500 años aproximadamente (Lorenzo, 1975), por lo que no es lógico creer que el hombre provocó su extinción. Como veremos, este paso tuvo un fuerte impacto en el hombre, pues podemos relacionar el desarrollo de la agricultura con la extinción de la fauna mayor. El descubrimiento de comunidades humanas, dedicadas a la recolección y a la agricultura hace 8,000 a 6,000 años en la Cuenca (Nienderberger, 1979), indica el problema que tuvo el hombre al finalizar el Pleistoceno, pero al superarlo, dió el paso necesario para el desarrollo cultural que se llevó a cabo más tarde.



Figura 17.- Localidades fósiles de la Cuenca de México.

Figura 17.

Localidades fósiles de la Cuenca de México.

	Localidades fósiles	Tipos		
		1	2	3
P L E I S T O C E N O S U P E R I O R G E O C E N O L O G I C A	1.- Santiago Tequixquiac y Barranca de Acaflán.			
	2.- Apaxco.			
	3.- Zumpango.			
	4.- Chiconautla.			
	5.- Chiconcuac.			
	6.- Texcoco.			
	7.- Tequexquihuac.			
	8.- Chicoloapan.			
	9.- Chimalhuacán.			
	10.- Km 16 1/2 de la autopista México-Puebla.			
	11.- Peñon de los Baños.			
	12.- Cerro de la Estrella.			
	13.- Villa de Guadalupe.			
	14.- Alameda Central y edificio Latino.			
	15.- Cine Latino.			
	16.- Pantecón de Dolores.			
	17.- Tacubaya.			
	18.- Santa Fé.			
	19.- Mixcoac.			
	20.- Barranca del Muerto.			
	21.- San Jerónimo Lídice.			
	22.- San Angel.			
	23.- Huachichil.			
	24.- Xico.			
25.- Tlapacoya.				
26.- Zohapilco.				
27.- San Bartolo Atepehuacan.				
28.- Santa Isabel Iztapan.				
29.- Tepexpan.				
30.- Teotihuacan y San Francisco Mazapa.				
31.- Cueva de la Nopalera.				

--- Posible área a la que pertenecen los fósiles registrados como "Hochtal von Mexiko".

Tipo de hallazgos fósiles de cada localidad.

- 1.- Fósiles animales.
- 2.- Fósiles vegetales.
- 3.- Fósiles humanos.

B.- Paleomastofauna de la Cuenca de México en el Pleistoceno.

1.- Introducción.

Ya vistos los aspectos abióticos de la Cuenca de México que se presentaron desde su origen, pero sobre todo en el Pleistoceno superior, mi siguiente objetivo es analizar los datos faunísticos y florísticos de que disponemos con el fin de reconstruir las comunidades que existieron en la Cuenca al finalizar el Pleistoceno.

Una zona relativa o completamente aislada como un continente, o una isla, tiene una fauna, que posee un equilibrio dinámico en el índice de apariciones y extinciones en el tiempo, siendo las viejas especies sustituidas por especies recientes o inmigrantes, presentando un panorama de evolución taxonómica con poca variación en las densidades faunísticas (Simberloff, 1976; Marshall, 1982).

Al final del Plioceno, Norteamérica y Sudamérica habían alcanzado este equilibrio faunístico después de varios millones de años de siglamiento. Uno de los aspectos más importantes del Pleistoceno es la forma como este equilibrio se rompió por las migraciones debido a las glaciaciones y formación de puentes intercontinentales.

Las glaciaciones y los cambios climáticos provocaron en la fauna de Norteamérica corrientes migratorias buscando las condiciones climáticas adecuadas a cada especie (Hibbard, 1949). En los períodos fríos las zonas sin hielo fueron invadidos por animales que acostumbrados a un régimen templado, se movían hacia estas regiones conforme lo hacia el clima. Igualmente en los períodos interglaciares, especies adaptadas al clima frío o templado viajaban al norte al hacerse para ellos demasiado cálido, el territorio donde habían vivido. El mayor efecto del fenómeno fue un aumento en las presiones de selección porque los animales debían adaptarse a un clima frío o porque grandes grupos de animales debían vivir en zonas relativamente pequeñas provocando la extinción de especies con poca capacidad competitiva. Actualmente este proceso tiene como residuo la distribución peculiar de varios mamíferos. Sorex, Cryptotis, Notiosorex, Cynomys, Glaucomyx, Geomys, Thomomys, Pappogeomys y Microtus son algunos de los géneros en los que algunas o todas sus especies muestran una distribución peculiar, que a mi gusto, se deriva del continuo vaiven de las poblaciones animales durante las glaciaciones.

Durante este proceso la entrada y salida de mamíferos entre Asia y Norteamérica por un lado, y ésta y Sudamérica por otro se pre

sentó, alterando aún mas el equilibrio faunístico de las Américas.

Las primeras migraciones entre estos continentes fueron entre América del norte y del sur. Las familias Procyonidae y Cricetidae, de Norteamérica son registradas por vez primera hace 5 o 6 millones de años en Argentina (Kurten, 1972; Marshall, 1976); simultaneamente las familias de perezosos terrestres Megalonychidae y Mylodontidae, de origen sudamericano alcanzaron América del norte (Marshall, 1976; 1982). Esta primera migración de la mastofauna al final del Terciario fue no a través de centroamérica, sino del arco antillano (Marshall, 1976; 1983), el cual en esta época tenía algunas islas de mucho mayor tamaño que las de ahora (Graham, 1978).

La unión directa entre el norte y el sur fué hace 3 millones de años (Ferrusquia, 1978; Graham, 1978), motivando una gran migración. Las familias de mamíferos terrestres del norte que penetraron al sur fueron, Mustelidae y Tayassuidae en el Plioceno superior; Canidae, Ursidae, Camelidae, Cervidae, Equidae, Tapiridae y Gomphotheriidae en el Pleistoceno superior, y Heteromyidae, Sciuridae, Soricidae y Leporidae en el Holoceno. El proceso opuesto fué, Dasypodidae, Glyptodontidae, Hydrochoeridae, y Erethizontidae en el Plioceno superior; Didelphidae y Megatheriidae en el Pleistoceno medio o superior; Toxodontidae en el Pleistoceno superior; y Callitrichidae, Cebidae, Bradypodidae, Myrmecophagidae, Dasyproctidae y Echimididae en el reciente (Marshall, 1976; 1982). Este proceso produjo la sobresaturación de ambos continentes cuyo mayor efecto fué la extinción de varios taxa, desde especies, hasta ordenes, de mamíferos sudamericanos.

Cuando las migraciones entre las dos Américas estaban en su fase insular se dieron también las primeras migraciones de Asia a Norteamérica, Trigennietis, Satherium, Parailurus, Bretzia y Ursus fueron, hace 4 millones de años los primeros mamíferos de Asia que penetraron a Norteamérica (Lindsay, 1980) desde el Mioceno.

El puente entre estos continentes tiene características muy diferentes al de las dos Américas, Siberia y Alaska se encuentran a solo 100 kilómetros de distancia, pero la formación del puente no dependió de procesos geológicos, sino de áreas que quedaron secas al retirarse el mar durante los períodos glaciares. Este factor hizo que el paso de fauna entre los dos continentes fuera más reducido en número y más azaroso que entre norte y Sudamérica.

Como se mencionó los primeros registros de intercambio faunísti

co fueron hace 4 millones de años (Lindsay, 1980), las fechas o épocas en que los diferentes géneros de mamíferos cruzaron el puente de Behring varían de un autor a otro (Rommer, 1966; Kurten, 1972; Grzimek, 1976; Lindsay, 1980), considero que el orden en que se llevó la migración fué el siguiente; de Asia a América del norte, Microtus, Canis, Felis, Panthera y Bovidos a principios del Pleistoceno inferior; Homotherium, Chasmaporthetes, Mammuthus, Carvus y Bóvidos a mediados del Pleistoceno inferior y Lepus, Alces y Rangifer en el Holoceno. El caso de viajeros de América del Norte a Asia, fué sumamente escaso, pues Synaptomys (Lindsay, 1980), Equus y Camelus (Rommer, 1966, Kurten, 1972) fueron los géneros americanos que cruzaron el puente a principios del Pleistoceno.

2.- Paleomastofauna de la Cuenca.

A continuación expondré la mastofauna de la Cuenca de México en el Pleistoceno superior. Esta región es rica en localidades y fósiles, por lo que se pueden reconstruir las comunidades faunísticas, especialmente mamíferos, con gran aceptabilidad.

El principal objetivo de este capítulo es la descripción paleobiológica de los mamíferos fósiles conocidos, esto, nos permitirá darnos una idea de lo que era la Cuenca de México, desde el punto de vista mastozoológico; por otro lado, se podrán definir varios factores ecológicos, necesarios para la existencia de esta fauna, que más tarde serán de utilidad para deducir la flora de la región y su extinción. Respecto a los otros grupos de vertebrados, sus principales características y diferencias con las de la época actual. Debido a la falta de datos paleontológicos de estos grupos no será posible utilizarlos para definir aspectos paleoecológicos a gran escala, pero complementarán nuestra imagen de la Cuenca de México en el Pleistoceno superior.

Los trabajos recopilatorios que hay sobre la fauna fósil de la Cuenca, o que la abarcan como un objetivo, son muchos, por lo que datos paleontológicos como localidades, existencia de un género en la Cuenca, etc., están presentes en la mayoría de éstos; por ello he optado en el presente trabajo por dar la bibliografía a continuación (Alvárez, 1966; Barrios, en Ms.; Ferrusquía, 1978; Freudenberg, 1910; 1922; Hibbard, 1955; Maldonado, 1948; Hay, 1930; Mena de la Peña, -- 1976; Silva, 1969; Villada, 1905), y solo referirla cuando exista un

dato que requiera la aclaración del autor correspondiente.

Antes de iniciar la descripción mastofaunística es necesario - aclarar un gran problema relacionado con la mastofauna fósil, que es el grupo de fósiles con designación "Hochtal von Mexiko".

En 1910 se conocían un buen número de registros fósiles en el país, sobre todo en la Cuenca de México, aunque la información, por lo general, estaba dispersa y era un tanto confusa. De 1910 a 1922 Freudenberg realizó tres trabajos cuyo objetivo fué la descripción geológica y paleontológica del país; en éstos él hace referencia de los mamíferos fósiles conocidos, los describe e indica su localidad, aunque también los considera pertenecientes a "Hochtal von Mexiko", cuya traducción literal es "Valle alto de México". Aunque en estos trabajos él menciona las localidades a la que pertenecen los diferentes géneros, por ejemplo: "Urocyon cinereoargentatus Schreber von Torreón" (U. cinereoargentatus Schreber de Torreón), o "das Mandibel - fragmente von Ursus cfr americanus Pallas und der Kerkzahan von Felis onza L.? von San Luis" (Los fragmentos mandibulares de Ursus americanus Pallas y el colmillo de Felis onza L.? de San Luis) (Freudenberg, 1910), indicando además "Valley von Mexiko" cuando hablaba de la Cuenca de México, la designación de "Hochtal von Mexiko" como referencia en las listas fósiles provocó que los autores posteriores hicieran - la equivalencia de Valle alto de México con la Cuenca de México.

En estos trabajos se puede ver como en las listas con designación "Hochtal von Mexiko" él incluye fósiles que al describir los - considera pertenecientes a localidades fuera de la Cuenca, como en - los dos ejemplos señalados, pero debido a que de 53 especies mencionadas (Freudenberg, 1921), sólo unas 5 ó 7 no eran fósiles de la Cuenca se generalizó la idea de que "Hochtal von Mexiko" significaba Cuenca de México. Aunque en trabajos posteriores (Alvárez, 1966; Ferruguíra, 1978; Maldonado, 1948; Mena de la Peña, 1976; Silva B., 1969) se indicaba la duda sobre que localidad era "Hochtal von Mexiko", en los 60 años siguientes a los trabajos de Freudenberg se hizo la sinonimia de "Hochtal von Mexiko" con Cuenca de México.

A partir de 1922 los fósiles de la Cuenca se dividieron en dos grupos, aquellos que habían sido citados por Freudenberg, pero que se conocía su localidad por trabajos anteriores, y otros que aparecieron súbitamente como fauna fósil de la Cuenca sin otro dato que la descripción "Hochtal von Mexiko", Megatherium (Eremotherium), Notrothe-

rium, Myiodon, Geomys, Neotoma, Urocyon, Ursus, Teleoceras, Tapirus, Tayassu, Odocoileus y Antilocapra fueron los géneros que aparecieron de la nada. Después de 1922 varios de estos mamíferos fósiles fueron verdaderamente descubiertos en la Cuenca (Fig. 18), por lo que - en 1978 la lista de fósiles "fantasmas" se limitaba a Eremotherium, Geomys, Urocyon, Teleoceras, Tapirus, Tayassu, Lama y Antilocapra. En las páginas siguientes veremos que Teleoceras como fósil para la Cuenca es un error anterior a 1922 y Lama al parecer pertenece a Tequixquiac (Cope, 1886; Villada, 1905), por que la lista se reduce a seis géneros.

En los trabajos de Freudenberg, el autor ~~señalaba~~ la localidad para cada especie fósil descrita. De acuerdo con esto, Urocyon pertenece al Bolsón de Mapimi en Torreón (Freudenberg, 1910) y Tapirus a San Luis Potosí (Freudenberg, 1921); por lo que la lista de fósiles "Hochtal von Mexiko" se limitaría a 4 géneros.

Aún queda una duda, ¿si Freudenberg menciona, por ejemplo, que Urocyon pertenece a Torreón y Ursus, Felis y Tapirus a San Luis Potosí (Freudenberg, 1910; 1921), porqué designar como localidad "Valle alto de México"? La única solución lógica, a mi juicio, es que el autor al decir "Hochtal von Mexiko" se refería, no a la Cuenca de México, sino a la Altiplanicie Mexicana, la cual es en realidad un gigantesco valle, con una altura entre 1,000 y 3,000 msnm, y en el cual se encuentran grandes zonas de San Luis Potosí, así como Coahuila y la Cuenca de México.

Los fósiles que aún perduran sin otro dato que "Hochtal von Mexiko" son Eremotherium, Geomys, Tayassu y Antilocapra. Estos 4 géneros serán considerados como parte de la mastofauna fósil de la Cuenca, a falta de datos que nos indiquen cual es su verdadera localidad.

a.- Orden Edentata.

Familia Dasypodidae.

En la Cuenca de México la familia está representada por el género Holmesina. Este fué uno de los edentados más grandes que existió, su longitud fué de unos 2 m, más de un metro veinte de alzada y un peso aproximado de 550 kg.

A causa del bajo nivel de especialización dental, es de suponer que estos organismos debieron ser muy adaptables en su alimentación, con cierta preferencia por los insectos, tal como se ve hoy en día -

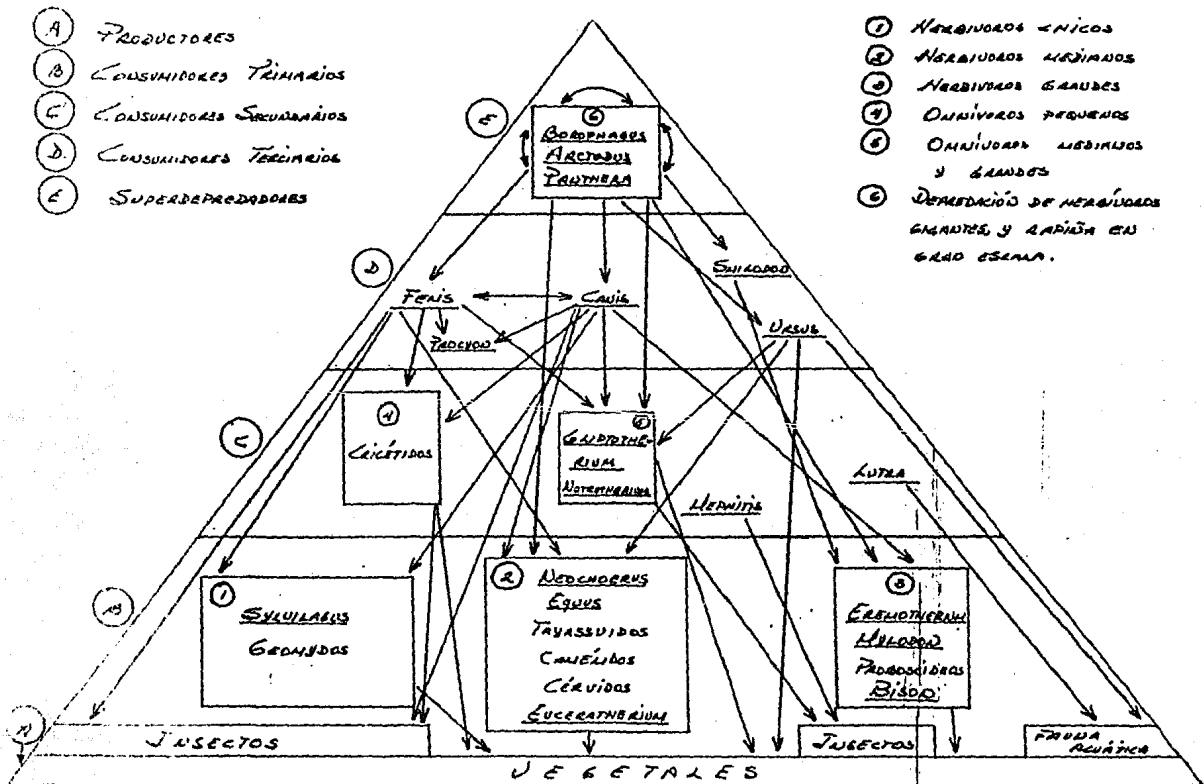


FIGURA 19

RELACIONES TRÓFICAS DE LA FAUNA DEL PLEISTOCENO SUPERIOR, EN LA CUENCA DE MEXICO.

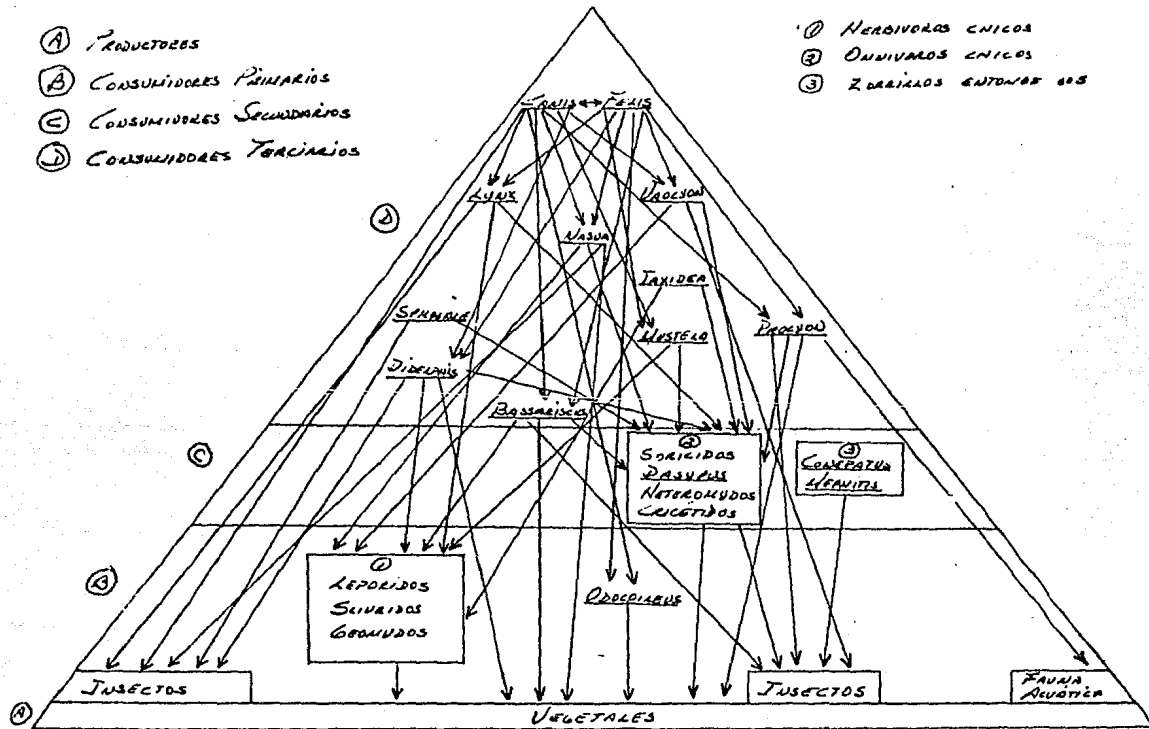


FIGURA 20 PIRAMIDE Y RED ALIMENTICIA DE LA FAUNA TOPOFAUNA ACTUAL.

FIGURA 18.- Localización de los géneros fósiles del
Pleistoceno superior en la Cuenca de México

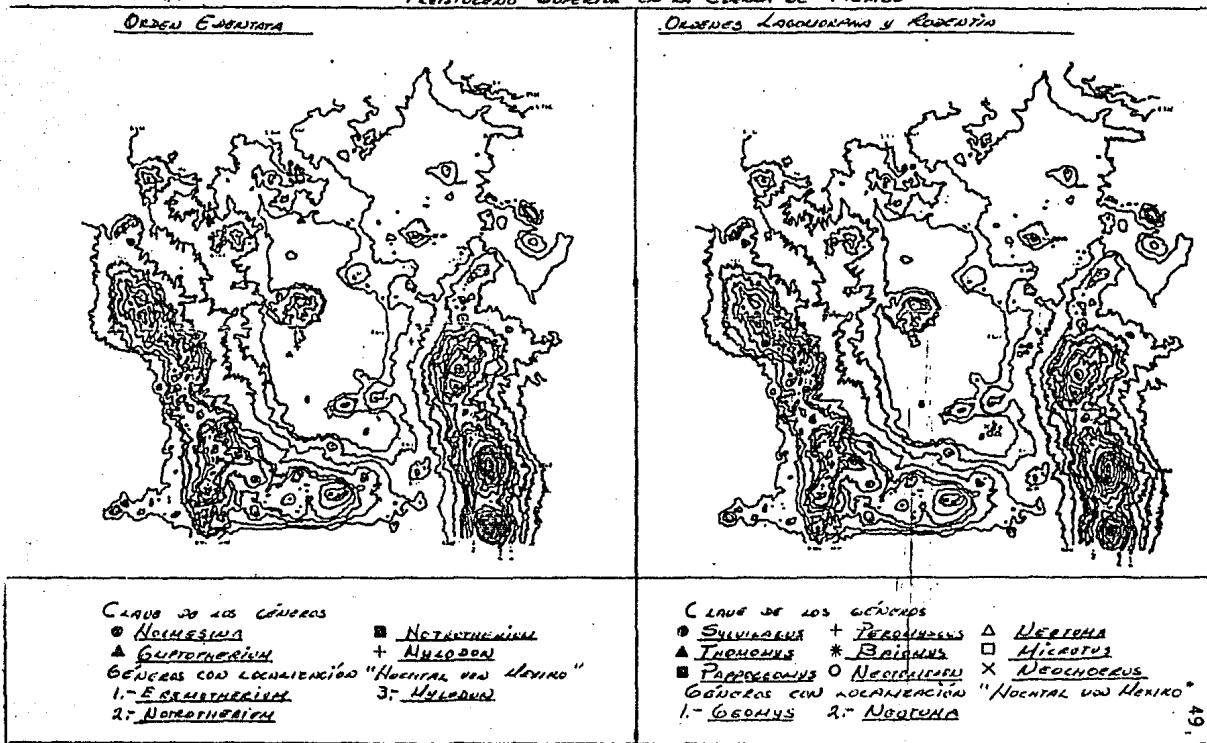


FIGURA 18

ORDEN Carnívora



CLAVE DE LOS GÉNEROS

- | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| • <u>BOBACINUS</u> | + <u>USCUS</u> | Δ <u>LUTEA</u> |
| ▲ <u>CAVIA</u> | * <u>PROSMIA</u> | □ <u>FELIS</u> |
| ■ <u>ACETONUS</u> | ○ <u>HEPNIDIA</u> | X <u>PANTHERA</u> |
| | | ◊ <u>SULONIA</u> |

ORDEN Primariídea



CLAVE DE LOS GÉNEROS

- | |
|------------------------|
| • <u>CYLIODONTOMYS</u> |
| ▲ <u>HASTONIA</u> |
| ■ <u>HOMOMYS</u> |
- GÉNEROS CON LOCALIZACIÓN "NOCENTRAL VON MEXICO"

FIGURA 18

ORDEN PERISODONTIA



ORDEN DIDYMOPTERA



CLAVE DE LOS GÉNEROS

- ESVUS

TAMBIÉN VERSE LOCALIZACIÓN "HERNAN VON ARMINO"

CLAVE DE LOS GÉNEROS

- PERISODONTIA
 - ▲ ESCHNITUS
 - CHALCOPS
 - + LAMA
- * ODOCOILEUS
 - CENUS
 - △ NEVINOLLAS
 - TETRAMERIS
- × CARONERIX
 - BISON
 - ★ EUCANTHERIAL
- GÉNEROS CON LOCALIZACIÓN "HERNAN VON ARMINO"
1. TAUBSEN
 2. CHALCOPS
 3. ODOCOILEUS
 4. ANTILOPHERA

con Priodontes. En cuanto a su distribución, es lógico creer que su habitat natural debió haber sido del tipo bosque, ya sea templado o tropical, para poder disponer de una buena cantidad de comida y agua; un apoyo a esto es la distribución de Priodontes, el cual habita la selva y la sabana de América del sur. En México existen registros en Aguascalientes, Jalisco, Valle de Puebla y la Cuenca de México, en la Barranca de Tequixquiac, (Fig. 18 y 26).

Familia Glyptodontidae.

Hasta hace unos pocos años se consideraba que en la Cuenca habían existido dos géneros de la familia, Brachiostracon y Glyptodon sin embargo esta idea ha variado actualmente se han fusionado en un sólo género; Glyptotherium (Barrios, en Ms.).

Este género pertenece al Pleistoceno de América del sur y México. En nuestro país se encuentra en Chihuahua, Nuevo León, Aguascalientes, Jalisco, Cuenca de México, Valle de Puebla y Veracruz. En la Cuenca de México los registros provienen de Zumpango, Tequixquiac, barranca de Acatlán, Panteón de Dolores, Barranca del Muerto y debajo de la Torre Latinoamericana (Fig. 18 y 26).

Dada su gran talla y bajo desarrollo dental, el omnivorismo es una condición indispensable para comprender la aparición y diseminación de los glyptodontes. Los armadillos al ser entomofágicos, poseen un hocico alargado y garras largas; los glyptodontes son de hocico corto y las garras son más bien redondas; con ello no debe haber mucha duda sobre su escaza especialización alimenticia, aunque por sus mismas dimensiones, debió abundar en biomas con bastantes recursos, del tipo bosque o sabana.

Familia Megatheriidae.

En la Cuenca de México se reconocen dos géneros muy distintos, entre sí, Notrotherium y Eremotherium.

El primer género era un perezoso terrestre mediano, ya que media unos 2.5 m de longitud, aunque muy chico en comparación al segundo que llegaba a tener hasta 7 m de largo.

Notrotherium, así como los glyptodontes, debió ser básicamente omnívoro y al parecer habitó tanto bosques como praderas o desiertos (Kurten, 1972). Eremotherium era folífago y tanto por esto como por sus dimensiones su dentición había evolucionado en un grado poco común en el orden; ya que sus molares eran bilophodontos (Rommer, 1966); obviamente más adecuados para el vegetarianismo que los bunodontos.

Tanto por sus características, como por su presencia en ambas Américas (Rohmer, 1966; De Paula, 1978), Eremotherium debió ser exclusivo de bosques (Fig. 26).

En los trabajos mencionados como base biográfica, se consideran como géneros a Notrotherium y Megatherium, sin embargo Ferrusquía (1978) sugiere la posibilidad de una confusión en el segundo fósil, indicando que los restos pertenecen a Eremotherium.

Nothrotherium es conocido en Nuevo León, Jalisco, Cuenca de México y Valle de Puebla y Eremotherium en las dos últimas zonas. Ambos géneros pertenecen al grupo de fósiles cuya localidad en la Cuenca de México es conocida como "Hochtal von Mexiko" (ver página 45), aunque a Notrotherium también se le ha encontrado en Tequixquiac.

Familia Mylodontidae.

En esta familia tenemos a Mylodon, otro de los perezosos de gran talla; llegó a tener una longitud de unos 4 m, habiendo sido uno de los edentados más abundantes. Posiblemente su gran éxito fue porque estaban adaptados a la vida en sabanas y praderas (Kurten, 1972) y comedores de pastos, lo cual les abrió el paso a zonas que no eran viables para animales adaptados al bosque. En la república se le encontró en Aguascalientes, Cuenca de México y Yucatán; en la Cuenca se descubrió en la Villa de Guadalupe, Tequixquiac, Tequexquihua y también tiene registros "Hochtal von Mexiko" (Fig. 18 y 26).

b.- Orden Lagomorpha.

Familia Leporidae.

Como representante tenemos a Sylvilagus, que sobrevive aún en la Cuenca, debido a su amplio nivel de adaptación, ya que cada especie del género puede encontrarse en gran cantidad de hábitats. Su longitud varía entre 250 y 450 mm, con un peso entre 400 y 2,500 gr (Walker, 1975) y su alimentación es completamente herbívora.

Sylvilagus se conoce en Baja California Sur, Sonora, Nuevo León, Aguascalientes, Jalisco, Veracruz y la Cuenca de México en Tlapacoya y Zohapilco (Fig. 18 y 26).

c.- Orden Rodentia.

Familia Geomyidae.

En esta familia se reconocen tres géneros, Geomys, Thomomys y Pappogeomys. Anteriormente había un cuarto género, Cratogeomys, pe-

ro hoy se le considera como un subgénero de Pappogeomys (Hall, 1981).

Debido a su vida bajo tierra su capacidad para migrar es poca, lo cual permite deducir sus rangos de distribución en el Pleistoceno superior. Geomys se localiza actualmente en el centro y sureste de los Estados Unidos, habitando bosques templados, praderas y desiertos y una pequeña zona cercana a Tampico (Hall y Kelson, 1959; Hall, -- 1981), a más de 350 km de las demás poblaciones del género; algo así, a mi gusto es un indicio de que Geomys habitó México en anteriores épocas y que quedó como residuo al retirarse este mamífero hacia zonas más templadas, hipótesis que es ampliamente apoyada por el registro fósil, ya que sus restos se encuentran en Aguascalientes y la Cuenca de México, donde no existe actualmente; esto me conduce a creer que Geomys se encuentra actualmente al final de una fase de retroceso, derivado quizá, del aumento en temperatura del país, o aparición de algún género con mayor capacidad competitiva, haciendo que Geomys desapareciera de la Mesa Central.

De los 3, Thomomys es el género con mayor rango de distribución pues va desde el este del eje volcánico hasta el sur de Oregón e Idaho, en una serie de grupos con aproximadamente 297 subespecies. (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981). Esta tuza habita muchas formas de suelo y desde el nivel del mar hasta 4,000 m de altitud. Ocupa todos los tipos de habitats excepto bosque tropical perennifolio y en cierta forma pradera. Actualmente existen 7 subespecies de Thomomys que ocupan Puebla, la Cuenca de México e Hidalgo, encontrándose a unos 600 km de los núcleos primarios presentes en Nayarit, Durango y Coahuila, existiendo "puentes" poblaciones en San Luis Potosí, Guanajuato, Zacatecas y Aguascalientes (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981). Algo similar ocurre con las subespecies presentes en el sur de Baja California sur, las cuales están por lo menos, a 200 km del resto. Los fósiles de Thomomys los encontramos en Nuevo León, Cuenca de México y Valle de Puebla, o sea en zonas donde aún existe hoy, sin embargo, su particular distribución en el centro del país, puede ser indicativo, como con Geomys, de que Thomomys se encuentra en fase de retroceso, siendo las poblaciones de la Cuenca de México, Hidalgo y Puebla una muestra del máximo rango de distribución que alcanzó en el Pleistoceno.

Pappogeomys es el tercer género hallado en la Cuenca. Su distribución es diferente a las de los dos anteriores, presentándose un nú

cleo principal que va desde San Luis Potosí hasta Texas, y de Tamaulipas a Durango (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981), formado por una sola especie, Pappogeomys castanops; y un segundo núcleo en el eje volcánico donde se distinguen 13 especies divididas en tres zonas; una occidental en Michoacán, Colima, Jalisco y Guanajuato, una central en la Cuenca de México, estado de México y Querétaro y una oriental en Puebla y Veracruz (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981). P. castanops habita praderas y desiertos, y las especies del eje volcánico abarcan también bosque templado y bosque tropical caducifolio. Dada su distribución, puedo suponer que el sitio de origen del género fué el eje volcánico, donde se distribuyó en todos los habitats posibles; de ahí se derivó P. castanops, que especializado en praderas y desierto, se diseminó en la Mesa Central y Texas.

En la Cuenca de México, Geomys tiene denominación "Hochtal von Mexiko", mientras que Thomomys y Pappogeomys se han encontrado en la Barranca de Acatlán, en Tequixquiac (Fig. 18 y 26).

Familia Cricetidae.

Esta familia consta de 5 géneros presentes en la Cuenca de México; Peromyscus, Baiomys, Neotomodon, Neotoma y Microtus. Todos estos roedores son pequeños, con dimensiones que van desde 230 mm de longitud y 430 gr de peso en Neotoma, hasta 50 mm de longitud y 8 gr de peso en Baiomys (Walker, 1975). Su alimentación puede ser herbívora en Baiomys y Microtus y omnívora en el resto; Peromyscus se distribuye en toda América del norte, excepto en la tundra, Baiomys, es más especializado, ya que no habita la taiga y un oasis similar ocurre en Neotoma y Microtus con el bosque tropical perennifolio Neotomodon, en cambio, es un cricétido con un alto grado de especialización, encontrándose en el eje neovolcánico, en zonas entre 2,600 y 4,300 m de altitud con vegetación de bosque templado o pradera -- (Walker, 1975). De acuerdo con algunos estudios (Davis, 1946), Neotomodon alstoni, única especie del género, es más similar a Peromyscus melanotis que a cualquier otro mamífero, lo cual sugiere para mi gusto una posible derivación del primero a partir del segundo, quizá por la especialización en la vida a grandes alturas.

Peromyscus es el cricétido más abundante en las localidades fósiles del Pleistoceno, habiéndose encontrado en Nuevo León, Aguascalientes, Jalisco, y Cuenca de México. Neotoma se ha descubierto en Sonora, Nuevo León y la Cuenca. Los fósiles de Microtus pertenecen

a Baja California, Nuevo León y la Cuenca. Finalmente tenemos a Baiomys y Neotomodon, exclusivos de esta última.

En nuestra zona de estudio existen 3 localidades fósiles, Tequexquinahua, Tlapacoya y Zohapilco (Fig. 18 y 26) a las que pertenecen estos roedores. Con excepción de Peromyscus, todos se han encontrado en Tequexquinahua, y en Tlapacoya los registros pertenecen a este último mas Neotoma y Microtus (Fig. 18 y 26), habiéndolo sido encontrados Sigmodon y Microtus en la tercer localidad; por último Neotoma, también pertenece al grupo "Hochtal von Mexiko".

Familia Hydrochoeridae.

En la Cuenca de México existe un solo registro de la familia, perteneciente a Neochocerus. Los animales de esta familia son, de talla mediana, y de hábitos anfibios, completamente vegetarianos propios de climas cálido-húmedos.

Neochocerus aparece en el registro fósil de América del sur que alcanzó amplia distribución en Norteamérica, por lo que considero que se distribuía tanto en bosques tropicales como templados.

Neochocerus se encuentra en Jalisco y Cuenca de México, dos regiones que significativamente están asociadas a una laguna (Fig. 18 y 26), siendo Tlapacoya la localidad de la Cuenca donde se descubrió.

d.- Orden Carnívora.

Familia Canidae.

Protophagus y Canis son los cánidos fósiles registrados en la Cuenca de México, el primero en Tequixquiac y el segundo en la localidad ya mencionada más la Barranca de Acatlán, Tlapacoya, Apaxco, Chicoloapan y Zohapilco (Aviña, 1969) (Fig. 18). A nivel de la República Canis se encuentra en todas las localidades importantes del Pleistoceno, excepto Baja California sur, Aguascalientes y Veracruz, (Fig. 26), y Protophagus es exclusivo de la Cuenca. Generalmente se considera a Urocyon como registro de la Cuenca, pero en realidad es uno de los mejores ejemplos sobre errores en la Paleontología mexicana. Hay (1930) lo cataloga como fósil de la Cuenca de México, basándose en el trabajo de Freudenberg (1910), sin embargo, el autor lo menciona como fósil encontrado en Torreón, Coahuila.

En la Cuenca de México hay 4 especies de Canis, C. dirus, C. lupus, C. latrans, y C. ocrues (Ferrusquía, 1978). Las dos primeras especies son lobos (Kurten, 1972; Rommer, 1966; Walker, 1975; Grzimek,

1972; Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981) y la tercera es el coyote actual; de Borophagus solo se conoce una especie B. matthewi, perteneciendo al grupo de cánidos denominados perros-hiena (Colbert, 1969; Kurten, 1972; Rommer, 1966), por su gran cabeza, cuello corto y robusto, y molares aptos para romper huesos; que los hacen ver como equivalentes de las hienas en Norteamérica.

El estudio de los carnívoros tiene gran importancia, ya que de la presencia o ausencia de ciertos tipos se pueden obtener datos sobre el tipo de comunidad en el que existen. Como es bien sabido, en un ecosistema la relación entre el nivel trófico y el número de individuos, la biomasa o la energía, dan lugar a una pirámide (Fig. 21 y 22), en la cual los niveles inferiores como consumidores primarios son pequeños y abundantes, los consumidores secundarios son mayores y menos abundantes, y los consumidores terciarios son grandes pero relativamente escasos (Vaughan, 1978).

Los animales que ocupan la cúspide de la pirámide, aunque son capaces de depredar a cualquier organismo y no ser vulnerable a ninguno más que lo de la misma especie o nivel trófico, en realidad ocupan una precaria posición, debido a que dependen de presas con un bajo nivel reproductivo; por ello, bajo condiciones de crisis alimenticia los animales de la cúspide mueren no en manos de un depredador sino por falta de alimento (Vaughan, 1978).

De los cánidos fósiles, y tal como ocurre en las hienas, Borophagus, ocuparía la posición más alta de la pirámide, quedando en el grupo al que algunos llaman "Superdepredadores" (Grzimek, 1972) y que son depredadores y carroñeros, gracias a su superioridad física. Actualmente solo unas pocas comunidades, como las sabanas africanas, tienen una cantidad de presas de gran talla, tal como para permitir la presencia de superdepredadores. Es probable que Borophagus fuera un habitante exclusivo de los bosques. De los lobos, C. dirus era probablemente más especializado en la depredación que C. lupus, de ahí que el primero se extinguiera al final del Pleistoceno, (Rommer, 1966; Kurten, 1972) en tanto que el segundo aún existía, en la Cuenca de México hace un siglo (Herrera, 1890⁴³). C. latrans, uno de los carnívoros que aún existen en la Cuenca, debe su éxito a su capacidad para ocupar diversos niveles tróficos, ya que se alimenta tanto de vegetales, como de insectos o vertebrados (Walker, 1975; Grzimek, 1972; Vaughan, 1978). En líneas anteriores mencioné las sabanas africanas

como zonas que soportan una biomasa de mamíferos superior a la que se observa en otras. Gracias a la gran cantidad de presas, en el Serengueti, por ejemplo, existen hienas (Crocuta crocuta), cánidos de gran talla que cazan en grupo (Lycan pictus) y cánidos medianos omnívoros, en general solitarios (Canis aureus) (Grzimek, 1976¹⁴). El que hace 20,000 años existirían en la Cuenca de México perros-hienas (Borophagus matthewi), cánidos que cazan en grupo (Canis dirus, y C. lupus) y cánidos medianos, omnívoros, en general solitarios (Canis latrans), es, a mi gusto, una prueba de la riqueza y diversidad faunística que existió en esta época en la región.

Familia Ursidae.

De esta familia existen dos géneros registrados en la Cuenca de México, Arctodus y Ursus.

Arctodus fue uno de los carnívoros dominantes del Pleistoceno en ambas Américas. Tenía una longitud de aproximadamente 2.5 m y su peso debió de alcanzar hasta 300 a 350 gr. Poseía un corto rostro con poderosos caninos y piezas molares similares a Thalarcos (Kommer, 1966; Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981). Dado que este género es la forma de oso actual más especializada en la depredación, es lógico suponer que Arctodus fue también carnívoro en alto grado. Por tratarse de un animal de gran peso, plantígrado y poco veloz, probablemente fue un animal carroñero, si no eran adecuados para perseguir ungulados, si lo serían para apoderarse de animales recién capturados por otros carnívoros. En México se le encuentra en Nuevo León, Aguascalientes, Jalisco, Tequixquiac en la Cuenca de México y Valle de Puebla (Fig. 18 y 26).

Ursus es el género de oso con más éxito del reciente; aunque nunca ha podido rebasar el obstáculo de los bosques tropicales. Estos osos miden de 2 m a 2,8 m y pesan de 150 a 780 kg, (Walker, 1975). Sus hábitos alimenticios son variados, pero básicamente omnívoros, siendo las especies mayores las más inclinadas al herbivorismo; esto quizá explica la existencia de dos osos en una misma zona, ya que Arctodus era un depredador muy especializado.

Ursus se conoce como fósil en el país únicamente en Nuevo León y la Cuenca de México en Tlapacoya (Lorenzo, 1975) (Fig. 18 y 26).

Familia Procyonidae.

Al igual que los osos, los prociónidos, de los cuales el mapache es un representante típico, han sobrevivido gracias a la poca -

especialización tanto en morfología como en los hábitos.

Procyon tiene una longitud de cabeza y cuerpo entre 415 y 600 mm, y un peso de 1.5 a 22 kg (Walker, 1975); su dieta es omnívora lo que ha permitido que se distribuya a todo lo largo de América así como en islas del continente (Grzimek, 1972).

En el país los registros fósiles (Fig. 18 y 26) existen en San Luis Potosí, Jalisco, Yucatán y Tlapacoya, en la Cuenca de México.

Familia Mustelidae.

En la Cuenca de México se conocen dos géneros de la familia, Mephitis y Lutra.

Mephitis es uno de los zorrillos que aún existen en la Cuenca (pag. 21). Su longitud es de 280 a 380 mm y su peso es de 0.75 a - 2.5 kg (Walker, 1975): Son omnívoros, con preferencia en la entomofagia y capacitados para habitar todo tipo de biomas (Fig. 23).

Las nutrias son los carnívoros mejor adaptados a la vida acuática, por lo que su distribución está ligada a fuentes de agua permanentes. Su longitud de cabeza y cuerpo es de 550 a 800 mm, y su peso va de 4.5 a 14 kg (Walker, 1975). Su alimentación se basa en cualquier animal acuático, aunque también depredan ratones o conejos. Lutra canadiensis es la especie fósil que se conoce en la Cuenca de México (Ferrusquía, 1978), de la localidad de Tlapacoya. Actualmente esta especie no existe en el país, siendo L. annexes la que se presenta en las zonas tropicales de México (Hall y Kelson, 1959; Hall - 1981). Tal vez la segunda especie sea la derivación del reciente de la primera, a raíz del acentuamiento de la aridez en el norte del país, provocando el aislamiento de las poblaciones septentrionales y meridionales de L. canadiensis y posteriormente el aislamiento genético.

Como se indicó, Tlapacoya es la localidad donde se descubrió a Lutra, mientras que Mephitis se encontró en Apaxco, cerca de Tequiquiac (Fig. 18). Respecto del resto del país, Mephitis se conoce solo en Nuevo León, y Lutra en Jalisco (Fig. 26).

Familia Felidae.

Los felinos fósiles conocidos en la Cuenca son grandes gatos, de los cuales solo existe hoy, en el país Panthera onca.

En las listas fósiles de la Cuenca de México, se consideran como géneros fósiles a Felis y a Sigmodon. Hasta hace poco se aceptaba que con excepción del güepardo (Acinonyx) (Walker, 1975) todos los

demás felinos actuales pertenecientes a un sólo género, Felis; sin embargo este criterio se ha modificado, reconociéndose ahora dos géneros más, Lynx y Panthera. Simpson (1945) destaca las diferencias que existen entre los pequeños y los grandes gatos, y sus ideas han sido aceptadas por la mayoría de los mastozoológicos, siendo sólo unos pocos, por ejemplo, Hall (1981), los autores que aún continúan usando el nombre de Felis para felinos de gran talla, quizá más por comodidad que por convicción.

En la Cuenca de México existen tres especies que se designan como Felis, F. atrox, F. hyaenoides y F. imperialis (Ferrusquía, 1978) los dos primeros pertenecientes al tipo de felinos que son ahora reconocidos como Panthera, de las tres especies, F. atrox, es la más conocida (Grzimek⁽¹⁾, 1976; Kurten, 1972; Colbert, 1969) siendo al parecer un jaguar de gran talla (Grzimek⁽¹⁾, 1976).

Los felinos son, los carnívoros más especializados, con poca capacidad para variar su dieta; los tigres dientes de sable como Smilodon, representan el máximo grado de especialización en la depredación terrestre que puede tener un mamífero. Debido a su especialización en la captura de mastodontes (Rommer, 1966), eran animales muy corpulentos, con longitud entre 2 y 2.5 m y hasta 300 kg de peso, que basaban su ataque en la sorpresa y posterior "golpe" con sus colmillos en el cuello del proboscideo. Por esta especialización a un solo tipo de presas, es probable que su rango de distribución fuera similar al de los mastodontes.

En el país, Panthera se conoce en Sonora, Jalisco y en Tequixquiac. Smilodon y Felis pertenecen a Nuevo León, Aguascalientes, Jalisco, Valle de Puebla y Tequixquiac (Aviña, 1969), encontrándose Felis también en Sonora y Yucatán (Fig. 18 y 26).

e.- Orden Proboscidea:

Familia Gomphotheriidae.

Cuvieronius, es el representante de este grupo en la Cuenca de México siendo una de las últimas líneas evolutivas de la familia.

Este proboscideo tenía una longitud de 4 a 4.5 m, y su peso de 2,000 a 2,500 kg. Respecto a los miembros de la familia, Cuvieronius había perdido los incisivos inferiores, teniendo los superiores una tendencia al desarrollo en espiral (Rommer, 1966), aunque conservó el primitivo patrón de sus molares con unas pocas crestas, siendo a-

demás braquiodontos, funcionando todas las piezas simultáneamente (Watson, 1946). Tales características disminuyeron sus potencialidades adaptativas, por lo que considero que Cuvieronius habitó únicamente los bosques, ya que solo en éstos existe un tipo de vegetación del tipo de hojas, yemas, frutos y hierbas, que además de ser abundantes provocan poco desgaste en los molares (Rommer, 1966; Kurten, 1972; Ferrusquía, 1978; Colbert, 1969). Sobre el tipo de bosque, pienso que éste debía ser perennifolio, ya que por su gran talla, requería de grandes cantidades de alimento; y ya que se encuentra en ambas Américas, seguramente habitó tanto bosques tropicales como templados (Fig. 26).

Se ha encontrado en Sonora, Jalisco, Valle de Puebla, Veracruz y Tequixquiac (Fig. 18 y 26).

Familia Mastodontidae.

Cuando la línea de los Gonfotérios estaba en sus comienzos, algunos organismos se separaron del tronco, conservando ciertos caracteres primitivos, pero evolucionando en otros. Esta línea está representada por un sólo género, Mastodon.

Mastodon tenía una longitud de 4.5 a 5 m y un peso de 3,000 a 3,500 kg. Este género presenta un patrón molar primitivo, con piezas braquiodontas, lofodontas, sin cemento y solo tres series de cúpidos (Rommer, 1966; Watson, 1946), en vez de 4 o 5 de los Gonfotérios. Sin embargo, en cada mandíbula no hay más de dos molares a un tiempo y su cráneo es alto y corto con sólo vestigios de los incisivos inferiores, similar a los elefantes modernos (Rommer, 1966). Su dentición y el que no haya emigrado a América del sur puede indicar que su único habitat era el bosque templado. Los registros fósiles de Mastodon en el país existen en Nuevo León, Aguascalientes, Valle de Puebla y Santa Fé y Tequixquiac en la Cuenca (Fig. 18 y 26).

Familia Elephantidae.

En las listas fósiles del país se considera que esta familia es tuvo representada en Norteamérica por Elephas y Mammuthus, aunque algunos investigadores (Simpson, 1945) piensan que solo el último género habitó el continente. En lo particular apoyo la idea de que Mammuthus fué el único elefante de América. Esto se debe a que ningún elefante verdadero ocupó Sudamérica (Rommer, 1966; Simpson, 1945; Marshall, 1982), o sea que no estaban capacitados para habitar los bosques tropicales, sin embargo Elephas se distribuye en estos bio--

mas, por lo que es más probable que este género se especializara en zonas tropicales y Mammuthus en regiones templadas y frías (Aguirre, 1969), de ahí su capacidad para pasar de Asia a Norteamérica, y simultáneamente su incapacidad para llegar a Sudamérica.

Mammuthus llegó a tener hasta 9 m, de longitud y su peso de - 10,000 kg. Talla semejante requiere de una dentición magnífica y éstos mamíferos la tenían. Su cráneo era más alto y corto que el de los géneros actuales, y sus molares, de los cuales sólo funcionaba - uno a un tiempo, eran hipsodontos y lofodontos con gran cantidad de crestas y cemento entre ellas (Watson, 1946).

Dado que sus caracteres son más avanzados que los de Loxodonta o Elephas, además de que Mammuthus logró pasar el estrecho de Behring; no es raro que este organismo haya estado capacitado para alimentarse de todo tipo de vegetales incluyendo los líquenes de la tundra, por lo que los bosques tropicales y quizá el desierto fueron - los únicos biomas donde no podían existir.

Mammuthus es abundante en México; Baja California, Sonora, Nuevo León, San Luis Potosí, Jalisco, Cuenca de México y Valle de Puebla (Fig. 26), son algunos de los sitios donde se han encontrado restos del género. En la Cuenca Mammuthus se ha encontrado en Tequixquiac, Zumpango, Chimalhuacán, Teotihuacan, Villa de Guadalupe, San Vicente Chicoloapan, Tepexpan (Arellano, 1946), Texcoco, Chiconautla, Chiconcuac, Santa Isabel Iztapan (Aveleyra, 1955), Mixcoac, San Jerónimo Lidice, sobre el km 16 de la autopista México-Puebla, así como fósiles con registro "Hochtal von Mexiko" (Fig. 18).

f.- Orden Perissodactyla.

Familia Equidae.

Los caballos son quizá los ungulados más especializados que existen, miden de 1.8 a 2.4 m y pesan de 260 a 350 kg (Walker, 1975). Los equinos son animales habitantes de praderas o desiertos, comedores de gramíneas que existen en estas regiones. Para resistir esta dieta, basada en vegetales duros, los caballos poseen molares hipsodontos y lofodontos, con complicados patrones de crestas y cemento depositado en estas. Otra adaptación es la monodactilia muy apta para zonas llanas y secas, pero problemática para regiones muy húmedas y con vegetación alta, esto ha hecho que sea un gran problema explicar cómo cruzaron el bosque tropical de Centroamérica para llegar al sur, si tenemos varios miles de kilómetros de vegetación tropical,

ríos y zonas muy húmedas antes de llegar, de los desiertos mexicanos a las pampas argentina.

En Nuevo León, Aguascalientes, Jalisco, Cuenca de México, Valle de Puebla y Veracruz hay fósiles del género (Fig. 26). En la Cuenca los registros son abundantes, encontrándose en Tequixquiac, Zumpango, Barranca de Acatlán, Villa de Guadalupe, Tépexpan, Chimalhuacán. Pantecón de Dolores, Mixcoac, Cine Latino, Xico, así como del registro "Hochtal von Mexiko" (Fig. 18).

Familia Rhinocerotidae.

Esta familia, representada corrientemente por el género Teleoceras en la Cuenca de México, constituye, el mejor ejemplo de error en la paleontología de la Cuenca, provocando un sinnúmero de conclusiones y dudas, basadas en un falso dato.

En 1886 Cope, describió el fragmento mandibular de un rinoceron te encontrado en el valle de Toluca, en un sedimento parecido al de Tequixquiac y lo catalogó como Aphelops fossiger. En 1905 Villada menciona el hallazgo y concluye que el fósil también puede pertenecer a la Cuenca de México y en 1942, Osborn (Alvárez, 1966) lo enlista como perteneciente a Tequixquiac y cambia el nombre genérico a Teleoceras. En 1891 Felix y Lenk (Alvárez, 1966) registran una nueva especie, Aphelops felicis, a partir del mismo material hallado por Cope y en 1922 Freudenberg lo describe como Teleoceras felicis perteneciente a la Cuenca de México.

Este problema a provocado grandes errores al momento de asignarle una edad a las localidades fósiles de la Cuenca, ya que Teleoceras se extingue en el Pleistoceno superior (Rommer, 1966) provocando que los investigadores (Ferrusquía, 1978) consideren que los fósiles de la región abarcan desde el Pleistoceno inferior, siendo que, como se señaló, las localidades fósiles de la Cuenca tienen entre 8,000 y 23,000 años de antigüedad (pag. 32, Fig. 15).

Familia Tapiridae.

Como se señaló al principio de este capítulo, no existen en la Cuenca de México registros fósiles pertenecientes al género Tapirus. En 1921, Freudenberg menciona el hallazgo de restos fósiles de Tapirus en San Luis Potosí, incluyendo al género, páginas más adelante en la lista con designación "Hochtal von Mexiko". Obviamente esta es la base del error, al considerar los autores posteriores que la lista era exclusiva para la Cuenca de México.

g.- Orden Artiodactyla.

Familia Tayassuidae.

En la Cuenca de México existen los registros de dos géneros de pecaríes, Platygonus y Tayassu. El primero tenía una longitud de aproximadamente 1.2 m (Rommer, 1966) y un peso entre 20 y 30 kg. Su cráneo era corto y alto y sus molares braquiodontos con un par de crestas transversales (Colbert, 1969). Platygonus era omnívoro habitante de zonas templadas y tropicales con preferencia por las zonas abiertas (Kurten, 1972) en donde vivían en grandes hordas.

Tayassu tiene una longitud entre 750 a 1,000 mm y un peso de 16 a 30 kg (Walker, 1975). Su alimentación es omnívora y tiene molares braquiodontos con cuatro cúspides formando crestas (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981). Actualmente son animales de distribución neotropical, abarcando Texas y todo México, excepto la Mesa Central (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981), así como Centro y Sudamérica.

Platygonus posee registros en San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco, Cuenca de México y Valle de Puebla y los registros fósiles de Tayassu son de la Cuenca de México y Yucatán (Fig. 26). En la Cuenca Platygonus pertenece a la localidad de Tequixquiac y Tayassu a los géneros denominados "Hochtal von Mexiko" (Fig. 18).

Familia Camelidae.

Esta familia consta actualmente de tres géneros fósiles en la Cuenca de México, Camelops, Eschatius y Lama. Las diferencias entre estos se derivan del número de pre-molares; Camelops, cuyos sinónimos en la Cuenca son Palauchenia, varias especies de Auchenia y Holo-meniscus tenía una relación de premolares 3/2 (Cope, 1886); Lama, con sus sinónimos Auchenia minima y Procamelus minimus, presenta dos molares superiores y uno inferior y por último Eschatius, con una sola especie, E. conidens tenía un premolar superior reducido hasta un simple cono (Cope, 1886) y uno inferior.

Todos los camellos de la Cuenca eran de dimensiones similares aunque Lama era un poco más chico y la especie C. mexicana, más grande (Dalquest, 1974). Las denticiones de estos mamíferos son selodontas e hipsodontas, y su alimentación herbívora. Sus hábitats preferidos son las praderas y desiertos, aunque la presencia de Lama en Sudamérica me hace suponer que este podía vivir en algunos tipos de bosque tropical; Camelops por ser exclusivo de América del norte, pudo haberse distribuido en bosques templados, pero no tropicales y -

Egchatius debió tener un rango similar, aunque en una zona pequeña, dado que es exclusivo de la Cuenca.

En esta familia existen dos casos de confusiones por investigadores. Felix y Lenk en 1891 (Alvárez, 1966) menciona la especie Auchenia minima, de la Cuenca de México; en 1905 Villada describe al género Auchenia, señalando su parentesco con Lama o Vicugna; sin embargo en 1930, Hay, cambia el nombre de Auchenia minima a Procamelus minus, que aún prevalece. Debido a que Procamelus se distribuye - del Mioceno superior al Plioceno inferior, se concluyó que la antigüedad de los fósiles de la Cuenca era mayor al que tienen. Dado que algunos autores establecen la sinonimia de Auchenia con Camelops - (Maldonado, 1948; Alvárez, 1966), y otros del primero con Lama (Simpson, 1966; Rommer, 1966; Ferrusquía, 1978; Villada, 1905), los fósiles de Auchenia en la Cuenca de México, pertenecen a dos géneros, siendo la especie A. minima en realidad, Lama minima, el cual creo que debe ser el único nombre a considerar.

El segundo error tiene su origen en 1896 cuando Owen describe una mandíbula inferior y vertebras cervicales de un gran camello encontrado en la Cuenca de México por Del Castillo (Dalquest, 1974), - clasificando los restos como Palauchenia mexicana Del Castillo 1869. Un año después Owen describe los mismo restos, pero los clasifica como Palauchenia magna Owen. En los años siguientes se aceptó la presencia de dos especies, sin saber que se derivaban del mismo fósil; Villada (1905); Hay (1930) y Maldonado (1948) menciona a P. magna, - sin considerar a la otra especie hasta recientemente (Alvárez, 1966; Ferrusquía, 1978).

En 1948, Maldonado establece la sinonimia de Palauchenia con Gigantocamelus (Titanotylopus) la cual fue aceptada en los años siguientes sin considerar que, si eran congenéricos, Palauchenia 1869 debía de ser el nombre correcto, y no Gigantocamelus 1939.

En 1974, Dalquest expuso que Palauchenia pertenece al género Camelops, y que en la Cuenca de México solo existe la especie C. mexicana, para ello se basa en la comparación de las denticiones y dimensiones de Palauchenia con Camelops y Titanotylopus, concluyendo que las características del primer género concuerdan con Camelops.

Camelops se encuentra en Baja California sur, Sonora, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco, Cuenca de México y Valle de Puebla, mientras que Lama corresponde a las dos primeras zonas de la Cuenca.

y Eschatius es exclusivo de esta última (Fig. 26). Para la Cuenca Camelops se encontró en Tequixquíac y Tacubaya; Eschatius y al parecer Lama pertenece a Tequixquíac y tanto Lama como algunos registros de Camelops fueron designados "Hochtal von Mexiko" (Fig. 18).

Familia Cervidae.

En el país y la Cuenca de México hay registros de tres géneros de ciervos, Cervus, Odocoileus y Navahoceros.

Los tres ciervos son organismos de talla mediana, entre 1.5 o 2.5 m de longitud y de 50 hasta 250 kg de peso (Walker, 1975). Su dentición es braquiodonta y selenodonta y su alimentación es herbívora, pudiendo ocupar diversos biomas; Odocoileus habita todo el continente americano (Grzimek, 1972), Cervus se distribuye en taiga y bosque templado, pradera y desierto de Asia y Norteamérica (Grzimek, 1972), y Navahoceros estaba especializado en la vida alpina (Kurten, 1975).

En el Pleistoceno superior Cervus se encontraba en Nuevo León, Jalisco, Cuenca de México y Valle de Puebla (Fig. 26), aunque actualmente sólo se localiza en el país en una pequeña zona al noreste de Chihuahua (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981). Odocoileus habitó Sonora, San Luis Potósi, Jalisco, Cuenca de México y Yucatán (Fig. 26); una de sus especies, O. hemionus habita actualmente Baja California, Coahuila, Sonora, Durango y Zacatecas (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981) sin embargo hace 20,000 años existía en la Cuenca de México; -- ambos registros son indicativos de los cambios faunísticos que han existido en los últimos milenios. Por último Navahoceros se conoce solo en Nuevo León y la Cuenca de México.

Las localidades de la Cuenca donde se encontraron fósiles de ciervos son, Tlapacoya, para Odocoileus y Navahoceros; Tequixquíac y Tepeyac para Cervus y Odocoileus tienen un registro en Zohapilco y -- uno "Hochtal von Mexiko" (Fig. 18).

Familia Antilocapridae.

Actualmente existe una sola especie de la familia, Antilocapra americana, al norte del país (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981). En el Pleistoceno superior existían tres géneros, Antilocapra, Capromerix y Tetramerix, desde Puebla hasta Sonora (Fig. 26).

Los antilocápridos son ungulados chicos, con una longitud entre 1 y 1.5 m de longitud, y un peso entre 36 y 60 kg (Walker, 1975). Su dentición es hipsodonta y selenodonta y su alimentación herbívora.

La diferencia entre los tres géneros es la cornamenta, Antilocapra presenta cuernos, cuya cubierta se bifurca y curva en los extremos, y alcanzan unos 25 cm de longitud; Tetramerix era una forma de 4 cuernos (Rommer, 1966), dos de ellos largos y rectos, dirigidos hacia atrás y otros dos más cortos similares a los de Antilocapra. Capromerix por último, tenía un par de cuernos simples, similares a los de algunos antílopes. Dadas sus características y rango de distribución, los tres géneros habitaron bosques templados, praderas y desiertos; como no hay registros de antilocápridos en Sudamérica, es obvio que nunca han podido vivir en zonas tropicales.

En los primeros años de este siglo se daba el nombre de Capromerix a uno de los antilocápridos del país. En 1955 Maldonado cambió el nombre de Capromerix a Breamerix, aceptándose este criterio hasta 1978. Simpson (1945), no incluye el nombre de Breamerix como género de la familia y Rommer (1966) los considera sinónimos. Ferrusquía (1978) acepta la sinonimia, pero dá primacía a Capromerix. Bajo estas condiciones, considero que el nombre de Capromerix es el correcto.

Tetramerix se encuentra en Sonora, Nuevo León, Aguascalientes, Jalisco, Tequixquiac y Valle de Puebla (Fig. 18 y 26). Capromerix se descubrió en Aguascalientes, Tequixquiac y Valle de Puebla (Fig. 18 y 26); y Antilocapra tiene un registro "Hochtäl von Mexiko" (Fig. 18 y 26).

Familia Bovidae.

Bison y Euceratherium son los bóvidos presentes en la Cuenca de México en el Pleistoceno superior.

Bison tiene una longitud de 2.1 a 3.5 m y pesan de 450 a 1350 kg (Walker, 1975). Su alimentación es herbívora, con una dentición hipodonta y selenodonta (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981). Los bisontes habitan taiga, bosque templado y pradera, mostrando cierta tolerancia hacia el desierto y ninguna para los bosques tropicales. Hace 1,000 años ocupaban Europa, norte de Africa, los bosques templados y estepas de Asia (Grzimek, 1972), este de Canadá, centro y oriente de Estados Unidos y Sinaloa y norte de Chihuahua en México (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981).

En México existen registros de Bison en zonas donde hoy no podrían sobrevivir. Baja California Sur, Aguascalientes, Jalisco, Cuenca de México y Valle de Puebla (Fig. 26), son las localidades del Pleistoceno superior donde se conocen restos de Bison, y en ninguna

de ellas existe actualmente. En la Cuenca, Bison se encontró en Tequixquiac, Barranca de Acatlán, Zumpango, Chicoloapan, Chimalhuacán, Huachichil y en Paseo de la Reforma (Fig. 18)..

Euceratherium fué un carnero silvestre del grupo al que pertenece Ovis (Grzimek, 1972), aunque se cree que era más bien un habitante de las llanuras (Hibbard, 1955), que de las montañas.

Las cabras montaÑesas miden de 1 a 1.5 m y pesan de 50 a 200 kg (Walker, 1975). Su alimentación es herbívora y muy variada, desde musgos hasta hojas. Su dentición es hipodonta y selenodonta y su hábitat abarcaría taiga, bosque templado, pradera y desierto. Este tipo de bóvido es exclusivamente holártico lo cual, apoyado por el registro fósil, sería el mismo caso de Euceratherium.

Euceratherium se conoce en Nuevo León y Tequixquiac (Fig. 18 y 26).

3.- Otros vertebrados de la Cuenca de México en el Pleistoceno.

A pesar de que las restantes clases de vertebrados solo poseen un poco más de la mitad del número total de géneros fósiles de mamíferos, el registro es bueno ya que, salvo tortugas, es bastante más difícil la fosilización y preservación de vertebrados no mamíferos.

La ornitofauna fósil posee 14 géneros, encontrados en Chimalhuacán y Tequixquiac (Barrios, en Ms.). Padiceps, Fulica, Recurvirostra, Aythya, Anas, Aquila, Caracara, Sarcoramphus y Toxostoma son, o eran hasta hace poco, parte de la avifauna de la Cuenca de México (Grzimek, 1972; Leopold, 1982).

Los géneros más interesantes son Aechmophorus, Phoenicopterus y Spizaetus. El primero de ellos, los somormujos, actualmente habitan en el noreste de Estados Unidos y este de Canadá (Grzimek, 1972), a varios miles de kilómetros de la Cuenca de México. Obviamente su presencia es una muestra de los avances faunísticos por los glaciares. Las otras dos aves, el flamenco y el águila de creta, por el contrario, son de distribución tropical (Grzimek, 1972). Quizá su existencia en la Cuenca se debió a la presencia del lago de Texcoco o la abundancia de presas, respectivamente. Como conclusión podemos decir que la ornitofauna fósil cambió varias veces durante el Pleistoceno superior, dependiendo de la fase glacial que se presentara.

La herpetofauna consta de dos géneros de tortugas, un ofidio, un

ajolote y una rana, todos ellos encontrados en Tlapacoya (Barrios, en Ms.). De todos ellos Testudo es el más importante, ya que actualmente no existe en la Cuenca (Going, 1978).

Los tres géneros acuáticos, Kinosternon, Ambystoma y Rana, según parece, todavía existen en la Cuenca, aunque amenazados con desaparecer por la desecación de los lagos y canales.

Los peces son los vertebrados que más han sufrido la alteración de la zona por el hombre. Los géneros fósiles son Chirostoma, Evarra, Notropis, Algansea y Girardinichthys, todos de Tlapacoya (Barrios, en Ms.). A principios del siglo (Seurat, 1900) Chirostoma y Algansea habitaban los lagos de Chalco y Xochimilco y el canal de la Viga y Girardinichthys se encontraba en el canal de la Viga y laguna de Santa Isabel. Otros lugares también ocupados por la ictofauna eran Tacubaya, Atzacapetzalco, Río Consulado, Río Guadalupe y Río Churubusco. De todas las zonas indicadas, solo los canales de Xochimilco existen actualmente, lo que implica una extinción casi total de esta fauna. De los géneros de peces el más significativo es Notropis, ya que en esta época solo se encuentra en el norte del país (Grzimek, 1972).



Fig. 21

PRINCIPALES FORMAS DE LA VEGETACION Y LOCALIDADES
POSIBLES EN LA REPUBLICA.

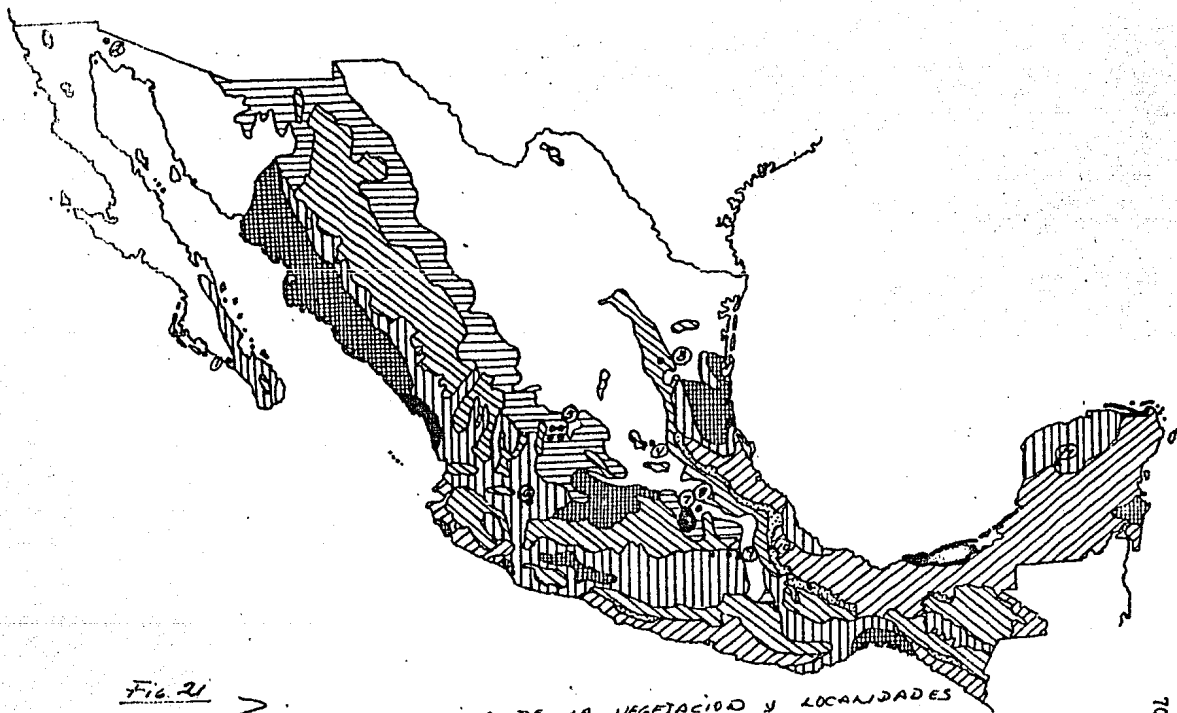










Fig. 21

PRINCIPALES FORMAS DE LA VEGETACION Y LOCALIDADES
FOSILES EN LA REPUBLICA.

Figura 21.- Principales formas de vegetación y localidades fosilíferas en la República Mexicana.

Formas de vegetación (Modificado de Rzedowski, 1978).

-  Bosque tropical perennifolio.
-  Bosque tropical caducifolio.
-  Bosque Espinoso.
-  Pradera.
-  Matorral Xerófilo.
-  Bosque de pino y encino.
-  Bosque mesófilo de montaña.
-  Vegetación acuática (Tabasco, Sinaloa y Yucatán).

Localidades fosilíferas.

- 1.- Rancho "El Carrizal", Baja California Sur.
- 2.- Pueblo "El Golfo de Santa Clara", Sonora.
- 3.- Cueva de "San Josecito", Nuevo León.
- 4.- Laguna de "La media luna", San Luis Potosí.
- 5.- Arroyos del "Cedazo" y "San Francisco", Rancho de "San Angel" y cañada "Honda", Aguascalientes.
- 6.- Laguna de Chapala, Jalisco.
- 7.- Cuenca de México (Lago de Texcoco).
- 8.- Cueva de "La Nopalera", Hidalgo.
- 9.- San Pedro Zacachimalpa, Valsequillo, Atlixco y San Martín Texmelucan, Puebla.
- 10.- Acultzingo, Veracruz.
- 11.- Cueva "Spukil", Yucatán.

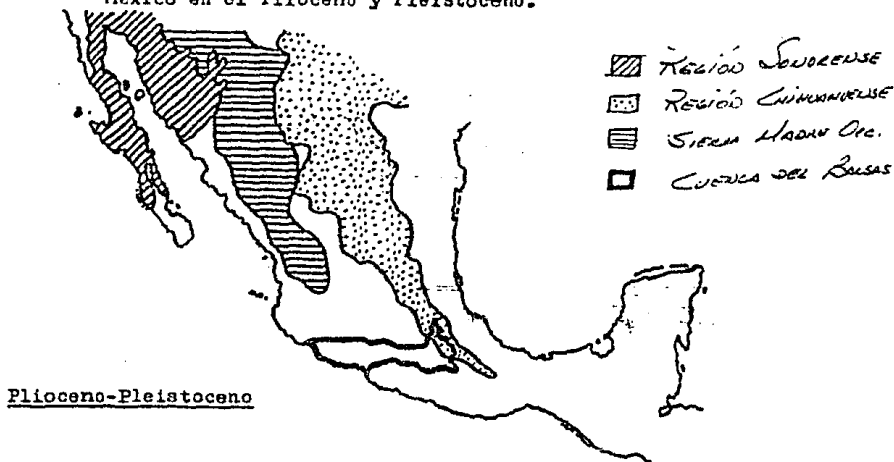
Edad de las localidades:

Localidad 2.- Pleistoceno medio.

Localidades 1, 3-7, 9-11.- Pleistoceno superior.

Localidad 8.- Holoceno.

Fig. 22. Principales regiones montañosas y áridas de norte y centro de México en el Plioceno y Pleistoceno. 72



Regiones áridas y montañosas en el norte y centro de México con respecto a la cuenca del Balsas y su afluente el entonces valle de México.

Regiones áridas y montañosas en el norte y centro de México con respecto a la cuenca de México.



C.- Paleoflora.

1.- Introducción.

Habiendo visto ya lo referente a la fauna que ocupó la Cuenca de México en el Pleistoceno superior, mi objetivo en este capítulo es determinar la flora que debió haber existido en esa misma época.

En esta sección veremos como pudo haber evolucionado la flora de la Cuenca de México desde principios del Terciario. Por desgracia los registros fósiles vegetales, como los de la fauna, no abarcan más allá del Pleistoceno superior, sin embargo, a partir de ciertos datos climáticos a nivel del continente, las faunas fósiles del Terciario en México, y aspectos de afinidad de varias formas de vegetación de la Cuenca, podemos reconstruir en buen grado la evolución que sufrió la flora de la Cuenca hasta el Pleistoceno.

Durante el Eoceno y Oligoceno, cuando la hoy Cuenca era una llanura con elevaciones aisladas (Fig. 11), todo el continente era una alfombra de vegetación tropical y subtropical muy poco caracterizada, puesto que las diferentes localidades vegetales fósiles (Kurten, 1972; Thomas, 1981; Grzimek, 1976⁽³⁾) de esta época muestran la coexistencia de coníferas, plantas de clima tropical y de clima templado en una misma zona; la fauna muestra una completa adaptación a esta flora, ya que casi todos los herbívoros de la época (Rommer, 1966; Kurten, 1972; Grzimek, 1976⁽³⁾; Ferrusquía, 1978; Lavocat, 1970; Colbert, 1969) tienen denticiones brachiodontas e hipsodontas. En el país hay una localidad faunística del Eoceno en Guanajuato, y una del Oligoceno inferior en Chihuahua (Ferrusquía, 1969; 1978), apoyando ambas la idea de un clima tropical en la República. Con estos datos no creo que haya duda sobre la flora que ocupó la Cuenca de México. Si no hay restos fósiles de esta época en la Cuenca, es porque todas las formaciones, además de ser volcánicas, se encuentran a varios centenares de metros bajo la superficie.

A partir del Mioceno el clima del continente se fué haciendo más seco, y aparecieron las estaciones del año (Kurten, 1972, Grzimek, 1976⁽³⁾; Thomas, 1981). Creo que, es en esta época cuando las diferentes formas de bosque se especializaron, quedando aislados los bosques templados de México, el oriente y el poniente de E.U. (Martin, 1957), por praderas y sabanas que empezaron a evolucionar en la altiplanicie de México y las llanuras norteamericanas.

Los fósiles y los datos de orogenia del periodo indican grandes cambios en el país. En esta época se formó la Sierra Madre Occidental (De Cserna, 1974), por lo que la altiplanicie quedó encerrada entre dos cadenas montañosas; puedo suponer que este fenómeno ayudó a que la tendencia a la sequía en Norteamérica se acentuara en el altiplano, convirtiéndose en centro de la evolución de pastizales, plantas del desierto y mamíferos como los equinos. Un apoyo a esto son varios trabajos sobre grados de endemismo y diversidad de pastizales (Gentry, 1957) y cactaceas (Rzedowski, 1965; 1978; Braco, 1978), y paleontología de los caballos (Ferrusquía, 1978; Lance, 1950).

Otro proceso derivado de esta época es la evolución de la vegetación tropical de México. Creo que el bosque tropical caducifolio, bosque espinoso y bosque mesófilo de montaña se especializaron ecológicamente en el Mioceno por los cambios climáticos y aparición de nuevas cadenas montañosas, adaptándose cada tipo a una condición climática (Fig. 21). En Veracruz y el Istmo de Tehuantepec (Graham, 1978; Rzedowski, 1978) hay varias localidades fósiles vegetales que poseen un alto número de géneros propios del bosque mesófilo de montaña. Debido a que en esas regiones (Fig. 21) hoy existe un bosque tropical perennifolio creo que el bosque mesófilo de montaña fue un tipo dominante de la época, que progresivamente ha sido desplazado de las zonas bajas por las formas tropicales inmigrantes de Sudamérica, quedando solo en las zonas altas húmedas.

Debido a que en este periodo no existía aún un eje volcánico -- (De Cserna, 1974), la hoy Cuenca estaba comunicada por el norte con la altiplanicie, y por el sur con la Cuenca del Balsas (Fig. 22), influyendo ésto en la vegetación de la zona. En el altiplano, como se mencionó, se iniciaba la evolución de la vegetación tipo estapa; en el sur del país la vegetación tropical era dominante, de modo que en la Cuenca debió existir, a mi juicio una flora tropical, pero adaptada a los climas más secos del norte, quizá bosque tropical caducifolio. Actualmente existen en algunos lugares del sur de la Sierra de Guadalupe las especies Bursera cuneata e Ipomoea murucoides (Rzedowski, 1979) ambas especies propias del bosque tropical caducifolio. El área que ocupan es poca, por sus necesidades ecológicas, pero no deja de ser importante su valor como muestras de la flora que pudo haber existido en esa época.

La aridez y diversidad climática del Mioceno aumento en el Plioceno

ros de mamíferos, 37 o/o de éstos, o sea 12 géneros son cosmopolitas. Los biomas de taiga y bosque tropical perennifolio alcanzan 20 y 21 géneros respectivamente; Romerolagus, Thomomys, Orizomys, Dipodomys, Neotomodon y Taxidea son los géneros básicos. Romerolagus, Dipodomys, Neotomodon y Taxidea no habitan en el bosque tropical caducifolio y Romerolagus, Orizomys y Neotomodon no son propios del desierto, y respecto de las praderas hay dos géneros, Thomomys y Orizomys no propios de ese hábitat. En este caso el bosque templado es común a los 32 géneros por lo que es el correspondiente a la zona (Fig. 23 y 24).

Los datos finales son (Fig. 24): taiga, 20 géneros (62 o/o); bosque templado, 32 géneros (100 o/o); pradera 30 géneros (94 o/o); desierto, 29 géneros (91 o/o); bosque tropical caducifolio 28 géneros (88 o/o) y bosque tropical perennifolio 21 géneros (65 o/o).

Procyon es el único género de afinidad al agua que existe. Por estar en la zona un lago, o residuos de éste, lo lógico sería esperar que existieran otros géneros; pero la tendencia a la desecación del lago y sobre explotación de sus recursos, ha hecho que la posible fauna anfibia que podría existir haya desaparecido de la región.

Localidad 8. Cueva de la Nopalera, Hidalgo.

Esta localidad se encuentra sobre los límites de la Cuenca de México, pero como mencionamos, dadas sus características tan diferentes del resto de la Cuenca florística y paleontológicamente hablando, se le considerará como una región aparte (Fig. 7 y 17).

Existen 12 géneros cosmopolitas de 28 (Fig. 23); siendo en total 19 los que ocupan taiga y bosque tropical perennifolio.

En este caso, los géneros "guías" son sólo tres: Perognathus, Dipodomys y Taxidea. El primero se puede encontrar en el bosque tropical caducifolio, no así el bosque templado, Dipodomys presenta relación opuesta y Taxidea no es habitante del bosque tropical; la pradera y el desierto son los 2 únicos hábitats que comparten los 3 géneros, por lo que éstos serían los biomas probables. Los registros son (Fig. 24): taiga, 19 géneros (68 o/o); bosque templado, 27 géneros (96 o/o); pastizal, 29 géneros (100 o/o); desiertos 29 géneros (100 o/o); bosque tropical caducifolio, 26 géneros (92 o/o); y bosque tropical perennifolio 19 géneros (68 o/o). Por último en esta lista también se encuentra Procyon, aunque dado el tipo de hábitat, solo se le encuentra cerca de los ríos y arroyos.

Localidad 9. Valle de Puebla.

En el estado de Puebla hay varias localidades fósiles, estando algunas situadas en regiones con climas y flora diferente a otros. En este caso se describe la mastofauna de 4 zonas, Atlixco, Zacachimalpa, Tecamachalco y el área de Valsequillo, compartiendo el mismo bioma, que es bosque tropical caducifolio (Fig. 21), aunque cercano de las zonas donde comienza el desierto. En esta región hay 26 géneros de mamíferos (Fig. 23), 11, o sea el 43 o/o son cosmopolitas y 15, el 58 o/o no, siendo 18 géneros adaptados a la taiga y al bosque tropical perennifolio.

De los 15 géneros no cosmopolitas, 13 se distribuyen en bosque templado, pastizal, desierto, y bosque tropical caducifolio, de manera que los dos restantes son los que definen el bioma. Perognathus es una de éstos, que como hemos visto, no habita el bosque templado; el otro mamífero, Orizomys no existe en pradera o desierto, siendo el bosque tropical caducifolio el hábitat común a ambos.

La relación de biomas queda de la siguiente manera (Fig. 24): - taiga, 18 géneros (69 o/o); bosque templado, pradera y desierto, 25 géneros (96 o/o); bosque tropical caducifolio, 26 géneros (100 o/o) y bosque tropical perennifolio, 18 géneros (69 o/o).

Localidad 10. Acultzingo, Veracruz

Esta localidad se encuentra en una zona limítrofe entre el bosque templado de la Sierra Madre Oriental y el bosque tropical perennifolio de las partes bajas (Fig. 21). El número total de géneros de mamíferos es de 38, con 11 cosmopolitas, el 29 o/o. En esta localidad diferente a las otras, son relativamente pocos los géneros adaptados a la pradera o al desierto, 26 y 28 respectivamente y hay 9 géneros que sólo habitan el bosque, Phinlander, Ateles, Tamandua, Orizomys, Dasyprocta, Potos, Eira, Galictis y Mazama mas Thomomys y Panthera que no existen en las praderas y Lutra que no habita los desiertos (Fig. 23).

Para definir entre los 3 tipos de bosque están los géneros Sorex Thomomys, Dipodomys, Neotoma, Microtus, Dasyprocta, Potos, Mephitis y Lynx. Todos ellos excepto Dasyprocta y Potos, no ocupan el bosque tropical perennifolio; Dipodomys y Potos no habitan el bosque tropical caducifolio, y Dasyprocta no es propio de bosque templado. Evaluando 37 géneros son propios de bosque templado, 36 de bosque tropi-

cal caducifolio y 31 de bosque tropical perennifolio.

Un detalle es que el bioma seleccionado no es común al 100 o/o de la fauna, esto se debe a que Dasyprocta, es un mamífero casi exclusivo de los bosques tropicales, que solo se extiende hacia el bosque templado en escasos lugares (Fig. 23).

Una zona cercana a la selva debe ser rica en recursos acuíferos; ello se observa por la presencia de Lutra, además de Procyon.

Los datos finales son (Fig. 24); taiga, 18 géneros (47 o/o); bosque templado 37 géneros (97 o/o); pradera 27 géneros (71 o/o); desierto, 28 géneros (73 o/o); bosque tropical caducifolio, 36 géneros (94 o/o) y bosque tropical perennifolio, 31 géneros (81 o/o).

Localidad 11. Cueva Spukil, Yucatán.

Esta última localidad esta situada sobre el límite entre el bosque tropical caducifolio y el bosque tropical perennifolio (Fig. 21). En la región tenemos 31 géneros y el 32 o/o cosmopolitas. El bioma de la taiga es el menos representado, siendo 11 los géneros que lo -- comparten; un caso similar se observa con la pradera y desierto, con 17 géneros presentes. Con los tipos de vegetación restantes, un género, Dasyprocta es el que define el problema, este mamífero, como vimos en la localidad anterior, no es común en bosque templado, habitando solo los bosques tropicales. En este caso los biomas seleccionados son bosque tropical caducifolio y bosque tropical perennifolio, con el 100 o/o de representatividad.

Las frecuencias son (Fig. 24): taiga, 35 o/o; bosque templado 97 o/o; pradera y desierto 55 o/o; Bosque tropical caducifolio y perennifolio 100 o/o.

En algunas localidades anteriores se presentaron dos géneros con con alguna dependencia al medio acuático, en este caso, como indicativo del tipo de clima presente son tres los géneros ligados al agua, Procyon, Lutra y Tapirus.

Análisis del método.

En la Fig. 24 tenemos los histogramas de las once localidades; -- de éstas 7 muestran claramente la selección de la flora correcta por la mastofauna de cada región y en cuatro hay dos biomas seleccionados uno de ellos es correcto, y otro que no pudo ser excluido.

De los cuatro casos, tres corresponden a zonas áridas de la altiplanicie; la laguna de la Media Luna, Aguascalientes y la región de --

la Cueva de la Nopalera. En la primera y tercera localidad el bioma correcto es el desierto, y en la segunda de pradera, pero los resultados dan igual valor a los dos tipos de vegetación.

La razón de esto se debe a los pocos géneros de mamíferos mexicanos que solo ocupan uno de los dos biomas. En el país hay 57 géneros que habitan la pradera, de éstos 52, o sea, el 92 c/c también se encuentran en el desierto y sólo 5, el 8 o/o, no lo hace, Scapanus, Castor, Nelsonia, Neotomodon y Lutra son estos 5 géneros. Los dos primeros se encuentran en la frontera con Estados Unidos (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981), Nelsonia y Neotomodon son roedores que solo ocupan Jalisco y el eje volcánico respectivamente (Hall y Kelson, 1959; Hall 1981) y Lutra se limita en México a las zonas tropicales y algunas sierras (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981). Respecto al otro bioma, en el país hay 55 géneros habitantes del desierto, el 95 o/o de ellos se distribuye en la pradera, y 3 géneros, el 5 o/o, no lo hacen Amospermophilus, Thomomys y Panthera son los mamíferos con esta tendencia, pero solo el segundo habita el altiplano, en zonas aisladas (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981). Bajo estas condiciones es claro que en la mayor parte de la altiplanicie solo podríamos definir el bioma hasta el nivel de tipo seco, ya sea tipo estepario o desierto, pero no más.

El cuarto caso de resultados incompletos es el de Cueva Spukil, Yucatán, en el que se obtienen igual valor para bosque tropical perennifolio y caducifolio. En el país hay 9, de 55 géneros, que habitan el bosque tropical caducifolio sin ocupar el bosque tropical perennifolio, Sorex, Lepus, Spermophilus, Thomomys, Perognathus, Neotoma, Nelsonia, Microtus y Lynx son estos mamíferos, pero ninguno se encuentra en la península de Yucatán (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981), por lo que en ésta no es posible definir el tipo de vegetación por este método.

La conclusión para este método es que en general la relación flora-fauna nos lleva al resultado correcto; aunque en ciertos casos el aislamiento de la zona de estudio, o la distribución peculiar de algunos géneros especializados, aun cuando no conducen a un resultado falso, si pueden limitar la calidad del mismo.

Además de las conclusiones obtenidas en cada histograma, existen datos que nos sirven para definir algunas de las condiciones climáti-

cas presentes. Wilson (1974) realizó un estudio zoogeográfico, tratando de determinar algunos parámetros ambientales que explicaran la distribución de la mastofauna en Norteamérica. Se observó que la latitud ejercía gran influencia, siendo menor el número de especies en las regiones boreales que en las templadas, aunque su número no variaba en las zonas tropicales. Si la comparación se hacía a nivel de géneros la regla se cumplía con más precisión, existiendo mayor diversidad en los trópicos.

La conclusión obtenida fue que en las zonas templadas hay factores como las estaciones del año, disponibilidad de alimentos en épocas secas o frías, etc., que repercutían en la diversidad de la mastofauna. Debido a ello, la mayoría es muy generalizada, tanto en hábitos como en morfología, provocando que la diversidad sea a nivel específico. En los trópicos, en cambio, hay todo tipo de alimento en el año y las condiciones climáticas varían muy poco. El efecto en la mastofauna es una mayor tendencia a la especialización, que promueve una gran cantidad de géneros monoespecíficos.

En estas líneas se han definido dos factores, el alimento y el clima como básicos para la diversidad y grado de especialización de la mastofauna. Con base en esto puedo considerar que si en vez de utilizar la latitud como parámetro de referencia, emplea el tipo de bioma, la relación de diversidad y especialización no se altera, ya que en un bioma están contemplados el alimento y el clima. En una taiga o desierto en Norteamérica hay pocos mamíferos especializados, el 2 o 5 o/o, ya que sus condiciones no motivan la especialización en alto grado. Un bosque tropical, por el contrario, es lugar para la especialización a gran escala, ya que sus condiciones permiten alcanzar este nivel sin que la selección natural apoye el guardar una reserva, genética que permita a los organismos adaptarse a otras condiciones ambientales; prueba de ello es que el 30 o/o de los géneros de mamíferos de Norteamérica solo están capacitados para vivir en bosques templados y/o tropicales.

Con relación a los tipos de bosque que existen, infiero que no en todos hay igual número de mamíferos especializados. En un bosque templado o tropical caducifolio hay cambios en la precipitación, temperatura y fenología de las especies presentes durante el año. En estas condiciones no puede haber tanto mamíferos especializados como en un bosque mesófilo de montaña, en el cual no hay fuertes variaciones en

estos parámetros a través del año. Sin embargo los cambios de temperatura en el día y el año hacen que haya más mamíferos especializados en un bosque tropical perennifolio, el cual, por su mayor uniformidad en clima y flora, ofrece un medio ideal para la especialización de la mastofauna.

A partir de estos datos yo planteo lo siguiente: así como se ha visto que a través de la distribución en biomas de la mastofauna en una zona, se deduce su flora; igualmente, observando el número de organismos especializados al bosque, yo puedo relacionar que tipo de bosque es y las condiciones climáticas asociadas.

Las localidades con menor número de organismos especializados en este sentido son, Nuevo León, Cuenca de México y Valle de Puebla (Fig. 23), con solo un género Orizomys, que representa en los tres casos el 3 o/o de la fauna. De acuerdo con García (1965 y 1980) y Rzedowski (1978) en la zona de estudio de Nuevo León existe una precipitación anual de 400 mm y un clima tipo Cx, o sea, templado con lluvias escasas pero uniformemente repartidas (Fig. 21). En la Cuenca de México la precipitación media es de 900 mm anuales y el clima es Cw, es decir templado subhúmedo con lluvias en verano (Fig. 6). Por último en el Valle de Puebla la precipitación es de unos 800 mm, pero el clima es BSw, que es estepario con lluvia en verano (Fig. 21). Es claro que en los tres casos el clima es óptimo como para permitir el desarrollo del bosque, pero existen limitaciones, como la precipitación total de Nuevo León, la altura y distribución de lluvias en la Cuenca de México y en Puebla la temperatura y el régimen de precipitación que incluso hacen que el clima sea seco-estepario.

En la región de Chapala, existen 4 géneros especializados al bosque, que representan el 12 o/o de la fauna. La precipitación es de aproximadamente 800 mm, pero a diferencia de Puebla el clima es Aw -- (caliente subhúmedo) ó Cw, dependiendo si es el lado oriente o poniente, respectivamente, (Rzedowski, 1978). Un régimen un poco mejor al de las tres localidades anteriores.

En Acultzingo hay 9 géneros especializados, el 24 o/o del total de la mastofauna (Fig. 23). Aquí el clima es Cf, (Rzedowski, 1978; García, 1965), el cual es templado húmedo sin estación definida, y la precipitación es de 1100 mm anuales. Por último en Yucatán son 13 géneros, el 42 o/o, con un clima tipo Aw (Rzedowski, 1978; García, 1965), que significa caliente subhúmedo con lluvias en verano y una precipi-

tación de hasta 1,300 mm anuales (Fig. 21). De acuerdo con los datos en estas tres localidades las condiciones son mejores a las anteriores e igualmente el número de géneros especializados es mayor. En Yucatán se presentan las más homogéneas condiciones de clima y lluvia y por ello el número de mamíferos especializados presenta el mayor porcentaje de los observados.

Lo que hemos visto apoya la hipótesis de que la mastofauna especializada al bosque es un indicativo de las condiciones climáticas y el tipo de bosques presentes. En un bosque templado o tropical caducifolios bajo rigurosas condiciones, la fauna especializada tiene poca representatividad. En un bosque tropical caducifolio o templado subcaducifolio que se desarrolla en óptimas condiciones de clima y precipitación, es mayor la cantidad de mamíferos especializados, aunque no sobrepasa un 20 o/o del total de géneros. Por último en un bosque perennifolio la fauna especializada representa del 25 al 50 o/o del total, dependiendo de si el clima es templado o tropical. Hay que tener en cuenta, sin embargo que este modelo de proporción de géneros especializados y tipo de bosque está basado en datos exclusivamente mexicanos y en el Cuaternario, siendo probable que dicho modelo no se ajuste de la misma forma en otro territorio o en una época anterior al Pleistoceno.

Habiendo abarcado los principales puntos sobre el empleo del método de relación fauna-flora, como conclusión se puede decir, que en general el empleo de la mastofauna nos proporciona gran cantidad de datos sobre la vegetación y condiciones climáticas presentes en una localidad a falta de información sobre estos aspectos.

b.- Índice de Simpson.

Aunque es claro el valor que tiene el método de relación fauna-flora tiene el inconveniente de carecer de un factor algebraico, como una ecuación, que reuna y sistematice todo el proceso. Debido a esto he considerado importante emplear simultáneamente otro tipo de análisis de la mastofauna que sí esté basado en una ecuación, siendo este el índice de similitud de Simpson (Navarro, 1982).

El objeto del índice de similitud de Simpson es determinar el grado de semejanza que hay entre las faunas de dos localidades. Para ello se utiliza la ecuación:

$$\frac{c}{a + b - c} \cdot 100 \quad \text{grados de similitud (o/o)}$$

Donde a es el total de taxa, en este caso géneros, presentes en la primera localidad; b es el total de taxones presentes en la segunda localidad y c es el número de taxa comunes a ambas. El resultado nos indica que tan similares son las faunas estudiadas.

El índice de similitud de Simpson no indica que vegetación o condiciones ecológicas existen en las regiones donde vive la fauna de nuestro interés, pero puede pensarse que entre más similares sean dos faunas, más parecido será el medio, sobre todo la flora.

Como en el caso anterior este índice de similitud se empleará primero en las localidades actuales ya analizadas, se observarán los resultados obtenidos y se determinará el grado de confiabilidad para su empleo con la mastofauna fósil.

En la figura 23 tenemos las once localidades con los géneros de mamíferos de cada una. En la figura 25 tenemos a cada zona de estudio con las 10 restantes. En cada una está el número de géneros que posee; géneros afines con la localidad estudiada; el porcentaje de similitud; el tipo de flora correspondiente y el lugar que posee respecto de lo alejada que esté cada región con la zona de estudio; estando acomodadas las 10 localidades en orden decreciente con respecto a la zona que se está analizando; por ejemplo, Aguascalientes posee en total 28 géneros, 14 son comunes con el Rancho el Carrizal Baja California Sur (Fig. 25 en la parte superior), en la tabla del Rancho el Carrizal, Baja California sur, se observa que hay un índice de similitud de 42 o/o entre ambas localidades, por lo que ocupa el cuarto lugar entre las 10 comparadas. En Aguascalientes tenemos, como vimos, una vegetación tipo pastizal (Fig. 21) y ocupa el segundo lugar en distancia a que se encuentra del Rancho el Carrizal.

Observando cada tabla podemos constatar como el grado de similitud mastofaunística está relacionado con el tipo de flora correspondiente. En las localidades de Baja California sur, Sonora, y Veracruz se puede observar que las localidades con vegetación similar poseen un mayor índice de similitud, quedando las zonas con flora diferentes con un bajo porcentaje de semejanza faunística. Con Nuevo León, San Luis Potosí, Hidalgo y Yucatán el resultado más alto corresponde también a una vegetación similar, pero en estos casos, la proximidad o alejamiento de las localidades influye haciendo que algunas regiones posean altos índices de similitud faunística a pesar de tener una

flora muy diferente.

En el caso de la Cuenca la corta distancia entre los bosques del sur y la Cueva de la nopalera, Hidalgo (50 a 100 km) sea suficiente como para que el valor de afinidad más alto corresponde a la Cueva de la nopalera, a pesar de tener una vegetación tipo desierto, quedando la localidad de Nuevo León con una unidad menos.

En el caso de Chapala el grado de similitud más alto concuerda con la flora, intercalándose después localidades con vegetación tipo bosque, pradera o desierto. Este resultado se debe a que de las once zonas de estudio solo tres poseen floras tipo bosque tropical caducifolio; o sea que el resultado es, en realidad muy aceptable dado el bajo número de localidades con la misma vegetación. Este caso es el mismo que se presenta con Aguascalientes, ya que ninguna otra región presenta un bioma tipo pradera.

Las localidades de la Cuenca de México y Puebla son las que presentan los resultados mas adversos en lo que a la vegetación se refiere. El primer caso, se debe a la distancia, pero este no es el caso del valle de Puebla, ya que aguascalientes, que presenta un 80 o/o de similitud faunística es la 6a. localidad en distancia respecto al valle de Puebla. La localidad con el mismo bioma que Puebla y mayor índice de similitud es Jalisco, con un 79 o/o de afinidad. Como mencioné en el análisis de la relación fauna-flora, en el valle de Puebla se presenta un clima seco-estepario y en Chapala el clima es cálido o templado-semihúmedo; aparentemente esta característica es la razón de que el valle de Puebla tengan más similitud faunística con aguascalientes y la Cueva de la Nopalera Hidalgo, ya que comparten el mismo clima.

Un último aspecto del grado de similitud faunística entre las localidades es el evidente aislamiento de las zonas de estudio de Baja California, Sonora, Veracruz y Yucatán, ya que por lo general en todos los casos presentan bajos índices de similitud, excepto con las localidades más cercanas. Su posición geográfica y tipo de flora son fuertes barreras para los mamíferos que ocupan el resto del país, y no creo que este fenómeno sea solo reciente.

En conclusión puedo considerar que el índice de similitud de Simpson refleja simultaneamente la semejanza florística; aunque en ciertos casos la distancia, el clima y la geografía, por ejemplo, puede tener tanta o más importancia que la flora como factores que expliquen la similitud mastofaunística entre dos zonas. Puedo suponer, que

	BCS	Son	NL	SLP	AgS	Jal	CdeM	Hgo	Pue	Ver	Yuc
BCS	19	14	14	14	14	14	13	14	13	12	7
Son	19	20	19	20	19	17	18	17	15	9	
NL	14	20	25	25	28	29	24	21	27	17	
SLP	14	19	25	25	24	23	25	23	22	15	
AgS	14	20	25	25	25	24	24	24	22	13	
Jal	14	18	28	24	25	25	25	25	26	14	
CdeM	13	17	28	23	24	25	25	25	24	16	
Hgo	14	18	24	25	24	25	25	24	22	14	
Pue	13	17	21	23	24	26	23	24	22	15	
Ver	12	15	27	22	22	24	22	22	22	25	
Yuc	7	9	17	15	13	19	16	14	15	25	

Clave:
 BCS.- Baja California Sur
 Son.- Sonora
 NL.- Nuevo León
 SLP.- San Luis Potosí
 Ags.- Aguascalientes
 Jal.- Jalisco
 CdeM.- Cuena de México
 Hgo.- Hidalgo
 Pue.- Puebla
 Ver.- Veracruz
 Yuc.- Yucatán
 (Ver también localidades en la fig. 19):

Nº de géneros afines de las mastofaunas actuales, presentes en las diferentes localidades.

BCS (19)				Son (26)				NL (36)				SLP (28)			
Flora:	Nº de géneros	Flora:	Nº de géneros	Flora:	Nº de géneros	Flora:	Nº de géneros	Flora:	Nº de géneros	Flora:	Nº de géneros	Flora:	Nº de géneros		
MX	73	MX	73	BT	70	MX	87	BT	4	MX	80	Past	1		
Hgo	42	MX	7	CdeM	68	Hgo	80	BTC	2	Hgo	80	MX	4		
SLP	42	Past	4	Jal	64	Pue	74	Past	2	Pue	75	BTC	6		
AgS	42	BT	8	SLP	64	Jal	65	BT	3	AgS	71	BT	5		
Pue	40	BTC	5	Hgo	60	CdeM	64	BT	6	CdeM	69	BT	3		
Jal	37	BT	7	Ver	57	NL	64	BT	8	NL	60	BT	2		
CdeM	34	BT	3	Son	50	Son	54	MX	9	Son	50	MX	9		
NL	34	BT	7	Pue	50	Ver	50	BTC	7	Ver	49	BT	7		
Ver	26	BT	9	BCS	34	BCS	42	MX	10	BCS	42	MX	10		
Yuc	16	BTC	10	Yuc	34	Yuc	34	BTC	9	Yuc	34	MX	8		
AGS (28)				Jal (33)				CdeM (32)				Hgo (28)			
Flora:		Flora:		Flora:		Flora:		Flora:		Flora:		Flora:			
Past		BTC		BT		BT		BT		MX		BT			
SLP	87	MX	2	Hgo	71	MX	1	SLP	80	MX	80	MX	4		
Pue	80	BTC	6	Hgo	70	BT	7	Pue	80	BTC	80	BTC	2		
Hgo	75	MX	5	AgS	66	Past	6	AgS	75	Past	75	Past	6		
Jal	69	BTC	1	NL	66	BT	2	CdeM	71	BT	71	BT	1		
CdeM	66	BT	4	SLP	64	MX	2	Jal	69	BTC	69	BTC	5		
NL	64	BT	3	CdeM	62	BT	3	Jal	60	BT	60	BT	7		
Son	60	MX	9	Ver	59	BT	6	Ver	50	BT	50	BT	9		
Ver	48	BT	7	Son	41	MX	8	Son	49	BT	49	BT	3		
BCS	42	MX	10	Yuc	34	BTC	9	BCS	42	MX	42	MX	10		
Yuc	26	BTC	8	BCS	34	BT	10	Yuc	34	BTC	34	BTC	8		
Pue (26)				Ver (38)				Yuc (31)				Clave de la flora:			
Flora:		Flora:		Flora:		Flora:		Flora:		Flora:		Flora:			
BTC		BT		BT		BT		BT		BT		BT			
AgS	80	Past	6	CdeM	59	BT	3	Ver	56	BT	1	BT.-	Bosque templado		
Hgo	80	MX	2	NL	57	BT	7	Jal	42	BTC	5	Past.-	Pastizal		
Jal	79	BTC	5	Yuc	56	BTC	8	Pue	36	BTC	2	MX.-	Matorral		
SLP	74	MX	4	Pue	52	BTC	1	NL	34	BT	8	Xerófilo			
CdeM	66	BT	1	Jal	51	BTC	6	SLP	34	MX	6	BTC.-	Bosque tropical		
Ver	52	BT	3	AgS	50	Past	5	CdeM	34	BT	4	Caducifolio			
NL	51	BT	7	SLP	50	MX	4	Hgo	31	MX	3	().-	Nº de géneros presentes en cada localidad.		
Son	48	MX	9	Hgo	50	MX	2	AgS	26	Past	7				
BCS	40	MX	10	Son	31	MX	9	Son	19	MX	9				
Yuc	36	BTC	8	BCS	26	MX	10	BCS	16	MX	10				

Figura 25.- Arriba, Nº de géneros comunes entre las diferentes localidades; abajo, tablas con el índice de similitud mastofaunística actual, la flora y la cercanía relativa de las localidades.

con estos 2 métodos es posible definir en buena medida las condiciones climáticas y florísticas que se presentaron en el Pleistoceno superior del país, y sobre todo, en la Cuenca de México.

3.- Interacción fauna- flora en el Pleistoceno.

Habiendo visto el grado de confiabilidad de la mastofauna como recurso para definir la flora en una zona determinada, analizaré la mastofauna fósil a fin de determinar la flora y condiciones ecológicas del Pleistoceno superior en la Cuenca de México.

a.- Relación fauna-flora.

Localidad 1. Rancho el Carrizal, Baja California sur.

La localidad fósil se considera perteneciente a la edad Rancho la Brea (Barrios, 1983), o sea del Pleistoceno superior.

La lista consta de seis géneros (Fig. 26), uno de los cuales es cosmopolita. Un solo género, Sylvilagus, es propio del bosque tropical perennifolio y tres comunes a la taiga.

Los géneros "guías" son Mammuthus, Equus, Camelops y Lama; el primero y el tercer género ocupan el bosque templado; Camelops no es propio de zonas tropicales y Mammuthus no lo es de desierto. Siendo la pradera el bioma común a los seis géneros. Los índices de frecuencia son (Fig. 27): taiga 50 o/o (3 géneros); bosque templado y bosque tropical caducifolio 66 o/o (4 géneros); pradera 100 o/o (6 géneros); desierto 83 o/o (5 géneros) y bosque tropical perennifolio 17 o/o (1 género). Respecto a géneros especializados, hay 2 géneros, Equus y Lama propios de zonas abiertas y ninguno especializado en bosque o dependiente del agua.

Localidad 2. Pueblo el Golfo de Santa Clara, Sonora.

En esta región se tiene registro de 22 géneros de mamíferos fósiles, pertenecientes al Irvingtoniano (Barrios, 1983), que se sitúa en el Pleistoceno medio (Fig. 26).

A pesar de la diferencia en ubicación cronológica de la fauna es muy similar a la del resto del país, solo hay 6 géneros exclusivos de esta localidad, pero la mayoría pueden ser caso del aislamiento geográfico de la zona, más que de la edad a la que pertenece.

De los 22 géneros hay 5; el 22 o/o de distribución cosmopolita. Los biomas menos representados son el bosque tropical perennifolio y taiga, con 10 y 12 géneros respectivamente, sigue el bosque tropical

Géneros	Biomás							Localidades										
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Chasmaporthetes																		
Felis																		
Panthera																		
Megatherium																		
Smilodon																		
Lynx																		
Cuvieronius																		
Mastodon																		
Mammuthus																		
Equus																		
Tapirus																		
Tayassu																		
Platygonus																		
Eschatus																		
Camelops																		
Gigantocamelus																		
Camelus																		
Tamopolama																		
Lama																		
Cervus																		
Havahoceros																		
Odocoileus																		
Capromerix																		
Tetramerix																		
Antilocapra																		
Ovis																		
Bison																		
Euceratherium																		

Clave de localidades:

- 1.- Rancho el Carrizal, Baja California Sur.
- 2.- Pueblo del Golfo de Santa Clara, Sonora.
- 3.- Cueva de San Josecito, Nuevo León.
- 4.- Laguna de la Media Luna, San Luis Potosí.
- 5.- Arroyos del Cedazo y San Francisco, Rancho de San Angel y Cañada Honda, Aguascalientes.
- 6.- Laguna de Chapala, Jalisco.
- 7.- Cuenca de México
- 8.- Cueva de la Nopalera, Hidalgo.
- 9.- San Pedro Zacaohimalpa, Valsequillo, Atlixco y San Martín Texmelucan, Puebla
- 10.- Acultzingo, Veracruz.
- 11.- Cueva Spukil, Yucatán.

Clave de biomas:

- 1.- Taiga.
- 2.- Bosque templado.
- 3.- Pradera.
- 4.- Desierto.
- 5.- Bosque espinoso y tropical Caducifolio.
- 6.- Bosque tropical subcaducifolio y perennifolio.

Figura 26..- Distribución en biomas y localidades de la mastofauna fósil del Pleistoceno y principios del Holoceno, empleada con los métodos de relación flora-fauna.

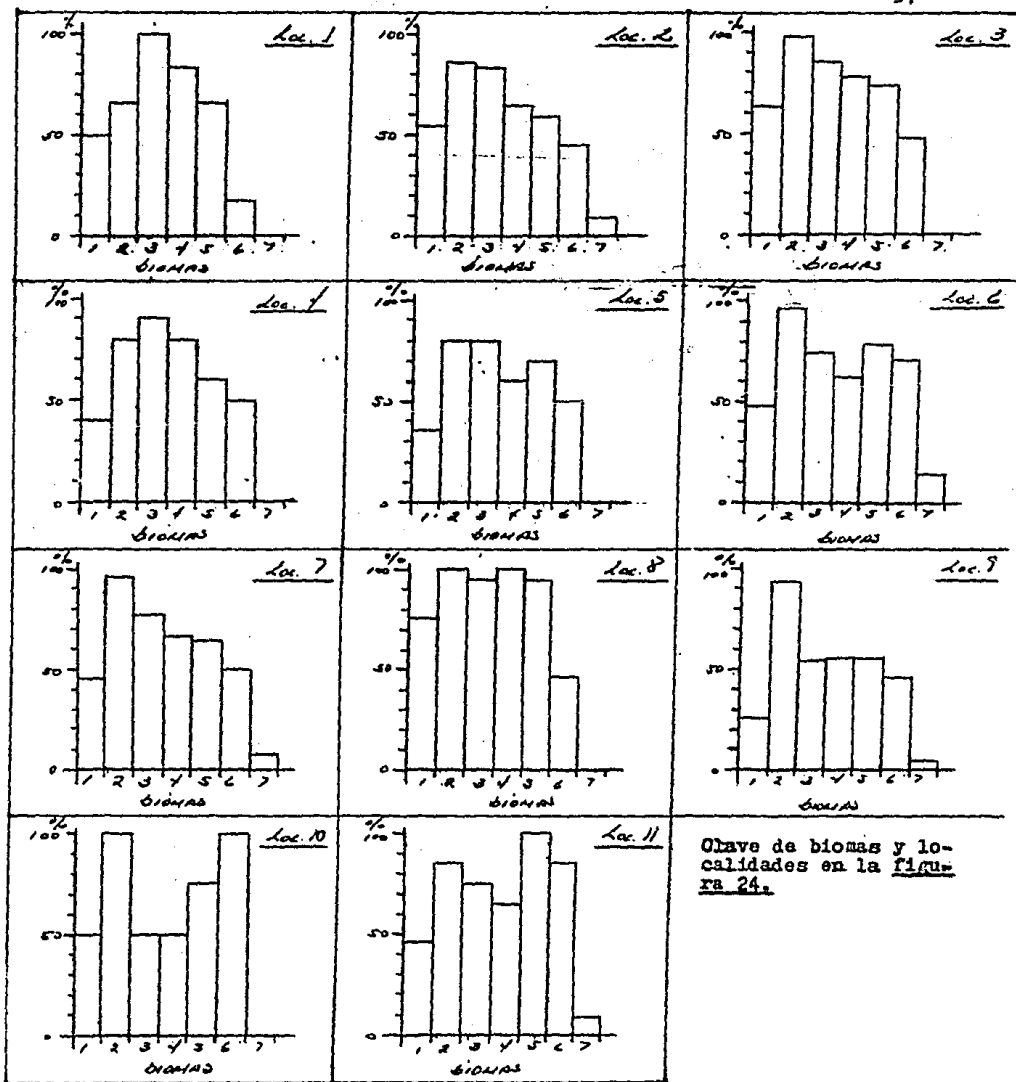


Figura 27. - Indices de frecuencias (%) en los diferentes biomas, de la mastofauna presente en las diferentes localidades fósiles del Pleistoceno e inicios del Holoceno.

caducifolio con 15 y el desierto con 16.

En esta localidad hay 7 géneros especializados, pero sus tendencias es conjunto no apoyan un bioma tipo bosque o un tipo pradera-desierto (Fig. 26). Géneros especializados al bosque son 4, Castor, -- Tremarctos, Cuvieronius y Tapirus y especializados en la vida en zonas abiertas Chasmaporthetes, Equus y Lama.

Esta circunstancia indica que en esta localidad o bien tenemos representadas dos faunas pertenecientes a épocas distintas, quizá por el avance y retroceso de la flora durante la época glaciaria o el proceso de tafocenosis ha provocado la unión de dos faunas diferentes de la misma época, una de bosque a la que pertenecen los cuatro primeros géneros y una de la pradera a la que pertenecen los dos últimos. Independientemente de los resultados que favorecen al bioma del bosque -- templado (Fig. 27), así como Cuvieronius o Tapirus no pueden pertenecer a una pradera, igualmente una hiena especializada en la carrera -- como Chasmaporthetes (Kurten, 1972) difícilmente, habitaría una zona boscosa, por lo que creo más lógico aceptar la presencia de dos faunas en la misma localidad.

Los resultados finales son (Fig. 27): taiga, 12 géneros (54 o/o); bosque templado, 19 géneros (86 o/o); pradera, 18 géneros (82 o/o); desierto 16 géneros (73 o/o); bosque tropical caducifolio 15 géneros (69 o/o); bosque tropical perennifolio 10 géneros (45 o/o). Hay 2 géneros, con tendencias anfibia, Castor y Tapirus; 4 géneros especializados al bosque, y 3 especializados en la vida en zonas secas. En lo que respecta a la zona o fase de bosque, dado que los 4 géneros de bosque representan el 18 o/o de la fauna, el tipo de bosque que se presentaría sería quizá templado subcaducifolio.

Localidad 3. Cueva de San Josecito, Nuevo León.

En esta localidad hay 37 géneros de mamíferos terrestres identificados (Mena de la Peña, 1976; Silva, 1969; Ferrusquía, 1978). La zona, tiene 23 géneros de taiga, 18 de bosque tropical perennifolio y 27 de bosque tropical caducifolio. Hay un género especializado en zonas secas o semisecas que es Equus; y en bosques, Heterogeomys, Navahoceros, Tremarctos, Smilodon y Mastodon. Debido a que es difícil aceptar la presencia de Equus en un bosque, una alternativa es que así como Hipidion era un équido adaptado a la vida de montaña y bosque en los Andes (Rommer, 1966), Equus también pudo habitar los bosques en algunas regiones, sobre todo el bosque tropical caducifolio (Fig. 26).

En esta lista hay varios géneros importantes: Marmota, Synaptomys, Erethizon y Tremarctos. Los dos primeros son una muestra de posible migraciones hacia el sur durante la época glacial. Erethizon puede ser otro inmigrante del norte, o un roedor propio de la fauna de México, que al llegar los climas fríos se adaptó en alto grado a éstos, por lo que al retroceder los hielos, este puerco-espín se fue con ellos; Tremarctos es el caso opuesto, o sea, un mamífero propio de Norteamérica que atrevesó las selvas Mesoamericanas y ocupó los Andes, extinguiéndose los que siguieron habitando el país.

En esta localidad no hay dudas sobre la flora y clima al que es tá relacionada la fauna (Fig. 27). De los 37 géneros solo Equus no es habitante normal de los bosques, por lo que el bosque templado es el bioma seleccionado por el 97 o/o de la mastofauna. La pradera y el desierto están representados por, 31 y 29 géneros respectivamente. Mamíferos especializados en el bosque son 5, el 13 o/o, por lo que tendríamos aquí un bosque subcaducifolio y en pradera y desierto 1, o sea el 2 o/o de la fauna. Por último, en esta lista no hay ningún género relacionado con el agua.

Localidad 4. La laguna de la Media Luna, San Luis Potosí.

Los géneros de mamíferos fósiles de esta localidad son 10 (Fig. 26) (Barrios, en Ms). De éstos, 3 son cosmopolitas y 6 los que definen la flora; Camelops, Tanapolama y Antilocapra se distribuyen en bosque templado, pradera y desierto; Mammuthus no es propio del desierto y Equus no lo es del bosque templado, por lo que la pradera es el bioma seleccionado (Fig. 27) con 9 géneros presentes.

Entre los mamíferos fósiles que se presentan, el más especializado es Hidrochoerus (Fig. 26), que actualmente habita el bosque tropical perennifolio cerca de ríos o lagunas (Walker, 1975; Grzimek, 1972). En esta localidad no hay, como en Sonora, géneros especializados en dos biomas, sino que toda la fauna, excepto este mamífero, apoyan la vegetación de pastizal. Una alternativa es que Hidrochoerus vivió en la región en alguna época con condiciones climáticas más óptimas para él, extinguiéndose, cuando el clima se hizo seco.

Los porcentajes del histograma (Fig. 27) son: taiga, 4 géneros (40 o/o); bosque templado y desierto, 8 géneros (80 o/o); pradera, 9 géneros (90 o/o); bosque tropical caducifolio, 6 géneros (60 o/o) y bosque tropical perennifolio, 5 géneros (50 o/o). Hay un género propio de bosques, dos de hábitos anfibios y uno de zonas abiertas.

Localidad 5. Aguascalientes.

La lista de fósiles es de 20 géneros (Ferrusquía, 1978; Mooser, 1958; Barrios, en Ms; Mena de la Peña, 1976; Silva, 1969; Dalquest y Mooser, 1975; 1980), con sólo 4 cosmopolitas (Fig. 26).

Hay 4 géneros, el 20 o/o del total, especializados en bosques - así como a zonas secas y semisecas; Holmesina, Gliptotherium, Smilodon y Mastodon representan la primer tendencia; y Myiodon, Paramyiodon, Scelidotherium (Kurten, 1972) y Equus representan la segunda tendencia. Como en el caso de Sonora, los géneros especializados y el conjunto mastofaunístico indican la posibilidad de dos faunas mezcladas (Fig. 26). Los mamíferos especializados, representan en ambos casos un 20 o/o de la fauna. Los índices de frecuencia (Fig. 27) señalan que tanto el bosque templado como la pradera son comunes a 16 géneros, el 80 o/o; siendo esta caso más claro que el de Sonora en la presencia de dos faunas, ya sea porque la fauna de los bosques que se localiza en el poniente (Fig. 21) está representada como material alóctono, o porque estos bosques invadieron la región en los periodos glaciares y las pradera hicieron lo mismo en las interglaciares, provocando cambios en la mastofauna de la región.

Los porcentajes por bioma (Fig. 27) son: taiga, 35 o/o (7 géneros); bosque templado y pradera 80 o/o (16 géneros); desierto, 60 o/o (12 géneros); bosque tropical caducifolio 70 o/o (14 géneros) y bosque tropical perennifolio 50 o/o (10 géneros). En esta fauna no hay mamíferos relacionados con el agua, y por último, el 20 o/o de géneros especializados en bosque indican que en la fase bosque probablemente se desarrolló un bosque mesófilo de montaña.

Localidad 6. Lago de Chapala, Jalisco.

Esta es la cuarta localidad, entre las más importantes en número de géneros de mamíferos de México en el Pleistoceno superior, con un total de 23 géneros reconocidos (Barrios, en Ms.; Ferrusquía, 1978; Silva, 1969; Mena de la Peña, 1976)(Fig. 26).

El número de géneros cosmopolitas es de 6 (26 o/o), con igual número de géneros especializados en bosque y 2 (9 o/o), propios de zonas secas (Fig. 26). Hay 5 géneros no especializados comunes en taiga, 10 del bosque tropical perennifolio, y respecto al desierto, 8.

Los géneros más especializados son Marmosa, Holmesina, Gliptotherium, Neochocerus, Smilodon, Cuvieronius y Equus. Todos ellos excepto

Equus son exclusivos de bosque, por lo que existe una relación similar de géneros especializados al bosque y el índice de frecuencia, ya que el bosque templado está representado por 22 géneros, el 96 o/o de la fauna, siendo en este caso el bosque tropical caducifolio el segundo bioma en importancia; esto indica que la zona ha fluctuado en clima de cálido a templado, en vez de húmedo a seco, como en los casos anteriores, este dato queda constatado por el 25 o/o de géneros especializados al bosque, que según definimos equivaldría a un bosque mesófilo de montaña o uno tropical caducifolio con un alto índice de precipitación. Es importante considerar la presencia de tres géneros con hábitos anfibios, Procyon, Lutra y Neocoerus, lo cual está en íntima relación con la presencia de una laguna.

Los datos finales son (Fig. 27): taiga, 11 géneros (48 o/o); bosque templado, 22 géneros (96 o/o); pastizal, 17 géneros (74 o/o); desierto, 14 géneros (61 o/o); bosque tropical caducifolio, 18 géneros (78 o/o) y bosque tropical perennifolio, 16 géneros (70 o/o).

Localidad 7. Cuenca de México.

Esta zona representa la Localidad más rica del Pleistoceno superior en el país, en lo que a fósiles se refiere, siendo hasta la fecha 42 los géneros identificados en la Cuenca (Fig. 26) y numerosos los científicos que en ella han trabajado.

Los géneros cosmopolitas son pocos, 7 en total (15 o/o). Los biomas de la taiga y bosque tropical perennifolio poseen 19 (45 o/o) y 21 (50 o/o) géneros, respectivamente.

En esta zona hay 9 géneros especializados en bosque, el 21 o/o del total y solo 2 de zonas secas o semisecas, el 4 o/o, por lo que el bosque templado es el seleccionado, ya que además lo representan 41 géneros en comparación con la pradera, el desierto y el bosque tropical caducifolio, que poseen 33, 29 y 27 géneros, respectivamente (Fig. 26). En cuanto al tipo de bosque, el 21 o/o de géneros especializados indican la presencia de un bosque mesófilo de montaña.

En esta zona se encuentran 3 géneros de vida anfibia, el 7 o/o de la fauna; 9 especializados al bosque, Holmesina, Gliptotherium, Eremotherium, Neocoerus, Borophagus, Smilodon, Cuvieronius, Mastodon y Navahoceros y dos se zonas secas, Mylodon y Equus.

La relación final es (Fig. 27): taiga, 19 géneros (45 o/o); bosque templado, 40 géneros (95 o/o); pradera, 33 géneros (77 o/o); desierto, 29 géneros (66 o/o); bosque tropical caducifolio, 27 géneros

(63 o/o) y bosque tropical perennifolio, 21 géneros (50 o/o).

Localidad 8. Cueva de la Nopalera, Hidalgo.

Esta localidad no data del Pleistoceno superior, sino de principios del Holoceno (Silva, 1969), sirviendonos como punto de comparación entre el Pleistoceno superior y la época actual (Fig. 26).

Las características faunísticas son diferentes a las de las otras localidades. El número de géneros cosmopolitas es superior a cualquier otra localidad fósil, el 37 o/o, y la fauna es similar a la actual. Otra característica es que no existen mamíferos especializados, ni en bosque, ni en zonas secas (Fig. 26).

En vista de ello, los datos que nos sirven para deducir el bioma son pocos, el bosque tropical perennifolio es el único con baja representatividad, pues consiste de 8 géneros de 17 que hay (Fig. 28).

Los organismos importantes para definir los biomas restantes son Pappogeomys, Thomomys, Sigmodon, Taxidea, Tayassu y Antilocapra. Solo Thomomys y Taxidea habitan la taiga, Thomomys no se encuentra en el pastizal, siendo el mismo caso con Taxidea y el bosque tropical caducifolio, por lo que son el bosque templado y el desierto los biomas seleccionados por los 17 géneros; sin embargo, ya que no hay géneros especializados al bosque, es más factible que la zona haya sido un desierto, siendo el bosque templado solo un reflejo del bajo grado de especialización de la fauna, tal como vimos en algunos casos actuales.

Por último, es notoria la falta de fósiles como Equus, Mammuthus y Bison, además de edentados y camélidos, que fueron muy comunes en el Pleistoceno superior de la región, pues hay que recordar que esta localidad se encuentra dentro de la Cuenca de México (Fig. 17); la presencia de Lepus y Lynx es el caso opuesto, ya que no hay registros de ellos en las localidades del Pleistoceno, por lo que creo que llegaron a esta región o al país, a principios del Holoceno.

La edad exacta de la localidad no se sabe, pero se puede deducir. Por un lado, algunos restos subfósiles encontrados en Zumpango (Maldonado, 1947) tienen, según este autor, unos 5,000 o 7,000 años de antigüedad, por lo que esta localidad debe ser anterior a la fecha dada. Según vimos en las relaciones estratigráficas, la época probable de extinción de la mastofauna es hace 10,000 o 7,500 años, por lo que considero que la edad de esta fauna es intermedia entre estas dos fechas, quizá tiene unos 7,000 u 8,000 años de antigüedad, época en la cual el clima se había hecho más seco y cálido y los grandes mamíferos de la Cuenca habían desaparecido.

Localidad 9. Valle de Puebla.

Actualmente se reconocen 22 géneros de mamíferos (Barrios, en Ms.)(Fig. 26). Un aspecto importante es que solo uno es cosmopolita. Por lo que todos los biomas, excepto uno, tengan menos del 65 o/o de representatividad (Fig. 27). Debido a que hay 8 géneros especializados en bosques, Marmosa, Holmesina, Gliptotherium, Eremotherium, Smilodon, Mastodon y Tapirus, contra dos de zonas secas y semisecas, Equus y Camelus, y que hay 8 géneros que no son comunes en bosques tropicales, el bioma de bosque templado es el más favorecido, teniendo 20 géneros, el 91 o/o del total, representándolo. En cuanto al tipo de bosque, los géneros especializados equivalen al 36 o/o de la fauna, lo que equivale a un bosque mesófilo de montaña.

Los porcentajes finales (Fig. 27) son: taiga, 27 o/o (6 géneros); bosque templado, 91 o/o (20 géneros); pradera, 53 o/o (14 géneros); desierto y bosque tropical caducifolio, 54 o/o (12 géneros) y bosque tropical perennifolio, 46 o/o (10 géneros). Otro dato es la casi ausencia de géneros dependientes del agua, dado el tipo de bosque en la zona, con solo un género, Tapirus, presente.

Localidad 10. Acultzingo, Veracruz,

Esta localidad consta de 4 géneros (Silva, 1969), dos de los cuales, Didelphis y Sylvilagus son cosmopolitas y los dos restantes: -- Gliptotherium y Cuvieronius son propios del bosque (Fig. 26).

El primer aspecto importante es la ausencia de Equus, que se presenta en todas las localidades del Pleistoceno vistas (Fig. 26). Por lo que hay 3 biomas con dos géneros, o sea el 50 o/o. De los géneros propios de bosque, Cuvieronius no habitó el bosque tropical caducifolio, siendo por tanto 3 (75 o/o) los mamíferos comunes en este bioma. Los resultados más altos pertenecen al bosque tropical perennifolio y bosque templado, con 4 géneros (100 o/o)(Fig. 27). Obviamente en este caso la selección de dos biomas no se debe a la unión de dos faunas en una localidad, sino del bajo número de géneros, que hace difícil determinar la vegetación correcta.

Localidad 11. Cueva Spukil, Yucatán.

Esta última localidad posee 26 géneros de mamíferos (Barrios, en Ms.)(Fig. 26), de los cuales 11, el 42 o/o son cosmopolitas. Géneros especializados al bosque son 7, el 27 o/o; y especializados en zonas abiertas son 3, el 11 o/o .

Los biomas menos representados son la taiga y el desierto (Fig. 27) con 12 (46 o/o), y 17 (65 o/o) géneros, respectivamente.

Los géneros importantes son Mylodon, Paramylodon, Ototylomys, - Otomysctomys, Mephitis, Tapirus y Equus. no son propios del bosque templado; Mylodon, Paramylodon y Equus son los únicos comunes a la pradera, y éstos más Mephitis no habitan el bosque tropical perennifolio; siendo el bosque tropical caducifolio el único bioma compartido por los 26 géneros. Debido a que hay un 27 o/o de géneros especializados en bosque, lo que equivaldría a un clima tropical con abundantes lluvias, todo parece indicar que en esta región no se han presentado -- grandes modificaciones en la flora desde el Pleistoceno superior (Fig. 24 y 27).

Los datos finales son (Fig. 27): taiga, 12 géneros (46 o/o); -- bosque templado y bosque tropical perennifolio, 22 géneros (84 o/o); pradera, 19 géneros (73 o/o); desierto, 17 géneros (65 o/o) y bosque tropical caducifolio, 26 géneros (100 o/o). Por último, hay 2 géneros de hábitos anfibios, que equivalen al 8 o/o del total.

b.- Índice de similitud de Simpson.

Los resultados sobre la relación fauna-flora del Pleistoceno superior indica que en Baja California y San Luis Potosí el bioma era pradera; en la Cueva de La Nopalera se desarrolló un desierto; en Yucatán, bosque tropical caducifolio; en la Cueva de San Josecito, bosque templado caducifolio; en Chapala, Cuenca de México y Valle de Puebla bosque mesófilo de montaña y en Sonora y Aguascalientes hubo dos biomas, uno tipo pradera y otro tipo bosque templado subcaducifolio, en Sonora, y mesófilo de montaña, en Aguascalientes.

Ahora emplearé el segundo método seleccionado, a fin de comprobar la calidad de los resultados señalados. Como vimos, su importancia es ver si los índices de similitud más altos corresponden a localidades con la misma vegetación; aunque en este caso, la situación es más difícil que con la fauna actual. De las once localidades hay 5 con un mismo bioma, el bosque templado, dos con flora tipo pradera, dos con vegetación fluctuantes, y dos con un bioma único; esta circunstancia hace que la cueva de La Nopalera y la cueva Spukil, no tengan otras localidades para comparar; al mismo tiempo, la gran cantidad de zonas con un misma flora hace que los resultados sean un poco difusos, y que provoquen que en algún momento un resultado aparente-

mente erróneo se deba a que no hay suficientes biomas similares al de la localidad de estudio. Respecto a Sonora y Aguascalientes, la presencia de dos tipos de vegetación puede provocar que su posición en las tablas fluctuen de un tipo de flora a otra, dependiendo de que -- fauna es la que más influyó en el índice de similitud, si la de bosque o la de pradera. Por último, el análisis de la Cueva de La Nopalera se hará al final, debido a las especiales condiciones en fauna y la época a la que corresponden.

Las localidades de Baja California sur, Nuevo León, Jalisco, Cuenca de México y Puebla muestran la relación entre fauna y flora (Fig. 28). Por lo general en todos estos casos, el índice de semejanza entre cada localidad y las de Sonora y Aguascalientes es alto, influyendo como se dijo el tipo de géneros especializados presentes en cada zona, por ejemplo, Aguascalientes tiene un índice de similitud parecido con Baja California sur y Nuevo León (Fig. 28), a pesar de tener las dos localidades una flora diferente.

En el caso de San Luis Potosí, el valor más alto pertenece a Jalisco, siendo el de Baja California el segundo en importancia, y el de Sonora el cuarto (Fig. 28); esta incompatibilidad se debe a que solo son dos las localidades con flora tipo pradera, por lo que yo considero que en realidad el resultado es aceptable. En Yucatán (Fig. 28) las condiciones son similares, pues ésta es la única zona donde la flora es bosque tropical caducifolio; el que el índice de similitud entre esta localidad y las de Baja California y San Luis Potosí sea bajo, indica que el resultado es muy adecuado.

Los resultados con Veracruz son muy variables (Fig. 28), pero -- ello se debe, a que solo son 4 los géneros que se comparan. Por último tenemos los valores de la Cueva de La Nopalera, Hidalgo, los cuales no muestran relación entre fauna y flora (Fig. 28); esto se debe a la diferencia en época a la que pertenecen la fauna de esta localidad y las demás, lo que hace que su comparación sea tan ilógica como el de tratar de ver que semejanza faunística y florística hay comparando zonas de Australia y Norteamérica. En la figura 28, en el extremo inferior derecho tenemos la misma localidad fósil, pero comparada con las faunas actuales de las once regiones estudiadas, el resultado, nos indica la gran semejanza que existe entre esta mastofauna y la actual, a pesar de los 8,000 años de diferencia, quedando además clara la relación entre fauna y flora, y el tipo de vegetación que se

	BCS	Son	HL	SLP	Ags	Jal	CdeM	Hgo	Pue	Ver	Yuc
BCS	5	3	3	4	4	5	1	4	1	2	
Son	5	9	5	5	4	11	6	6	2	7	
HL	3	9	3	8	10	20	12	10	1	13	
SLP	3	5	3	3	7	8	3	5	0	4	
Ags	4	5	8	3	10	15	2	11	2	7	
Jal	4	9	10	7	10	20	2	15	3	7	
CdeM	6	11	20	8	16	20	10	17	3	10	
Hgo	1	5	12	3	2	10	2	2	1	9	
Pue	4	6	10	6	11	15	17	2	2	4	
Ver	1	2	1	0	2	3	1	2	2	2	
Yuc	2	7	13	4	7	10	9	4	2		

Clave de la flora:

BT.- Bosque templado MX.- Matorral xerófilo
 Pr.- Pradera BTC.- Bosque tropical Caducifolio
 ().- % de géneros presentes en cada localidad

BCS (6)	Son(22)			HL(37)			SLP(10)			Ags(20)			Jal(23)			CdeM(42)			Hgo(17)			Pue(22)			Ver(4)			Yuc(26)			Hgo(17)				
	Flora:	Pr	BT	Flora:	Pr	BT	Flora:	Pr	BT	Flora:	Pr	BT	Flora:	Pr	BT	Flora:	Pr	BT	Flora:	Pr	BT	Flora:	Pr	BT	Flora:	Pr	BT	Flora:	Pr	BT					
SLP	25	Pr	4	Jal	25	BT	5	CdeM	33	BT	4	Jal	23	BT	5	Jal	44	BT	2	HL	29	BT	7	Jal	12	BT	6	HL	26	BT	8	Son	48	MX	9
Son	22	BT,Pr	1	BCS	22	Pr	1	Hgo	29	MX	3	BCS	23	Pr	10	Pue	36	BT	5	Yuc	26	BT	7	HL	47	BT	7	HL	47	BT	7	HL	47	BT	7
Ags	18	BT,Pr	2	CdeM	20	BT	7	Yuc	26	BTC	8	Pue	23	BT	6	Ags	35	BT,Pr	6	CdeM	20	BT	1	SLP	45	MX	4	SLP	45	MX	4	SLP	45	MX	4
Pue	17	BT	5	SLP	18	Pr	4	Pue	20	BT	7	Son	18	BT,Pr	9	HL	34	BT	7	Son	14	BT,Pr	4	Ags	41	Pr	6	Ags	41	Pr	6	Ags	41	Pr	6
Jal	16	BT	8	HL	18	BT	3	Jal	19	BT	5	CdeM	18	BT	3	Son	20	BT,Pr	9	SLP	12	Pr	9	SLP	41	MX	4	SLP	41	MX	4	SLP	41	MX	4
CdeM	14	BT	6	Yuc	17	BTC	10	Son	18	BT,Pr	9	Yuc	12	BTC	8	Hgo	20	MX	1	Ags	6	BT,Pr	5	Jal	41	MX	4	Jal	41	MX	4	Jal	41	MX	4
Ver	11	BT,Pr	9	Pue	16	BT	8	Ags	16	BT,Pr	9	Hgo	12	Pr	4	SLP	18	Pr	4	Jal	5	BT	5	Ver	5	BT?	3	Ver	5	BT?	3	Ver	5	BT?	3
HL	7	BT	3	Hgo	14	MX	6	BCS	7	Pr	10	Ver	11	BT?	3	Yuc	17	BTC	8	Ver	5	BT?	3	Ver	5	BT?	3	Ver	5	BT?	3	Ver	5	BT?	3
Yuc	7	BTC	10	Ags	13	BT,Pr	2	SLP	7	Pr	1	HL	7	BT	7	BCS	14	Pr	10	Pue	5	BT	5	Jal	55	BTC	10	Jal	55	BTC	10	Jal	55	BTC	10
Hgo	4	MX	7	Ver	3	BT?	9	Ver	2	BT?	6	Hgo	4	MX	4	Ver	7	BT?	3	BCS	4	BT?	10	Ver	25	BT	2	Ver	25	BT	2	Ver	25	BT	2

Tabla de la esquina inferior derecha, índice de similitud mastofaunística entre la fauna fósil de la cueva de la Hopalera y la fauna actual de las once localidades.

Figura 28.- Izquierda, número de géneros de mamíferos fósiles, comunes entre las diferentes localidades. Abajo, tablas con el índice de similitud paleomastofaunística, en comparación con la flora probable y la cercana comparativa entre las localidades. Para clave de las localidades ver figura 23.

presentó en esta región.

Como conclusión en estos dos estudios tenemos que en el Pleistoceno superior, Baja California, la Mesa Central y la península de Yucatán, aparentemente, no sufrieron fuertes cambios climáticos en el Pleistoceno superior, mientras que otras partes, sobre todo las sierras y zonas cercanas y algunas regiones del lado de la costa del Pacífico las condiciones del medio cambiaron, por lo menos en algunos períodos, produciendo un clima mucha más húmedo.

Entrando a nuestro tema, este análisis nos indica que en el Pleistoceno superior el clima en la Cuenca de México llegó a tener el suficiente aumento en precipitación para permitir el desarrollo de un bosque mesófilo de montaña, que desapareció al inicio del Holoceno transformándose, por lo menos la porción norte, de un desierto.

4.- Paleoflora de la Cuenca de México.

Existen tres estudios paleontológicos de la flora que pudo haber existido en la Cuenca de México en épocas pasadas. Dos de ellos - - (Clisby y Sears, 1955; Rzedowski, 1978) son paleobotánicos a partir de los cuales se han obtenido datos sobre formas vegetales presentes anteriormente en la Cuenca. En el primero se destaca la existencia de Picea hace 10,000 años en esta zona, no obstante que hoy día solo existe, en el país, en algunas zonas aisladas en la Sierra Madre Occidental, y que es indicio de un clima más frío en la Cuenca. El segundo estudio muestra la presencia de Liquidambar en esta región, hallazgo altamente significativo, debido a que este género se encuentra en el bosque mesófilo de montaña del sur de México.

El tercer trabajo es sin duda el más importante, basándose en microfósiles encontrados en la parte sur del Cerro de la Estrella (Rzedowski, 1968)(Fig. 17).

Este volcán posiblemente data del Pleistoceno medio, ya que sedimentos correspondientes a la Formación Tacubaya forman parte de la estratigrafía del cerro (Bryan, 1948). La precipitación media anual es de 600 a 650 mm, y su temperatura media anual es de 16 a 17°C (Rzedowski, 1968; Del Río, 1962), por lo que su clima queda sobre el límite entre estepario y templado húmedo (Fig. 6).

Al estar tan cercano a la Ciudad de México, el cerro posee una larga historia de alteración por el hombre. Según parece, en épocas precolombinas se le dió el nombre de Huixachtlan, que significa lugar

del huizaches (Sahagún, 1956), nombre náhuatl de Acacia Schaffneri, por lo que se infiere que esta especie era lo bastante abundante para hacerla característica del volcán. Esta especie se desarrolla generalmente en zonas donde la flora dominante son los pastizales (Rzedowski, 1978), por lo que la vegetación debió ser tipo estepa con algunos elementos leñosos.

A principios del siglo (Reiche, 1914) la flora incluía como elementos leñosos a Schinus molle, Nolina, Senecio praecox, Tecoma stans, Montanoa tomentosa, Bursera fagaroides, Salvia grahami, Opuntia y Agave; algunos de los cuales son propios del matorral xerófilo, por lo cual podría suponer que la vegetación del cerro ha sido matorral xerófilo o pradera, por lo menos desde hace unos 800 años.

Rzedewski, (1968) publicó un trabajo en el que describe una serie de fósiles vegetales encontrados en la ladera sur del cerro de la Estrella. Los restos se encontraban sobre la superficie, o muy por debajo de ella, incluidos en un estrato formado por cenizas volcánicas. Las características de dicha capa condujeron a la idea de que las cenizas procedían de un volcán cercano, en épocas bastante recientes, ya que el horizonte fosilífero es el más superficial de la secuencia estratigráfica del Cerro de la Estrella. Dadas estas condiciones, se concluyó que probablemente fue el cerro de San Nicolás el volcán que produjo las cenizas, por ser el más cercano y joven de los elementos que constituyen la Sierra de Santa Catarina.

Respecto a la edad de los fósiles, Bryan (1948), asigna a la Sierra una edad equivalente a la fase intermedia Tacubaya-Becerra, cuya antigüedad va de 23 a 28,000 años; si esta localidad se formó en la última o una de las últimas erupciones de la sierra, su edad sería de 23,000 años o menos, aunque mayor de 12,000 años. Tratando de seguir una idea, la edad que tomaré será entre 20,000 y 23,000 años, que corresponde a la fase inicial del Becerra inferior.

La flora estudiada presenta aspectos interesantes sobre las condiciones ecológicas de la Cuenca de México en el Pleistoceno superior. Rzedowski describe 13 especies, 7 de las cuales pertenecen al género Quercus, sobre todo a la especie Q. rugosa que abarcan casi el 71 o/o del total de ejemplares. Otros vegetales presentes son Symphoricarpos microphyllus, Ribes, Salvia polystachys y Senecio.

De acuerdo con ello, la comunidad vegetal debió ser un encinar, como los que existen en el sur de la Cuenca a alturas que van entre 2,500

y 2,800 msnm y reciben una precipitación media anual desde 850 hasta 1150 mm. Una diferencia tan grande entre esa flora y la actual no puede ser casual, por lo que creo más lógico que estos fósiles representen las condiciones ecológicas de las épocas templado-húmedas del Pleistoceno superior, ya que, esta localidad, quizá pertenece a la fase Becerra inferior. Si estas apreciaciones son ciertas, la Cuenca de México tuvo, en estas épocas, un clima más húmedo, de un 50 o/o a un 100 o/o más de precipitación, además de que la temperatura era menor que la actual, lo que seguramente haría que los bosques invadieran las partes bajas de la Cuenca.

5.- La vegetación del Pleistoceno superior en la Cuenca de México.

En este capítulo y el correspondiente a la climatología de la Cuenca en el Pleistoceno hemos recopilado una serie de datos:

- En los últimos 13,000 años del Pleistoceno el clima de la Cuenca de México de templado-húmedo a cálido-seco, dependiendo de si se desarrolla una fase glacial o interglacial, respectivamente.

- De acuerdo con las tendencias ecológicas de la mastofauna y grado de especialización de algunos géneros durante los periodos húmedos, en la Cuenca debió haberse desarrollado un bosque, mayor que el actual, destacando sobre todo, el bosque mesófilo de montaña.

- A través de los registros fósiles vegetales en la Cuenca de México existió un clima frío y bastante más húmedo, del orden de 200 a 550 mm más de precipitación anual, que permitió el desarrollo de bosques en zonas ocupadas por praderas y desierto, así como la presencia de géneros propios del bosque mesófilo de montaña.

En conjunto estos datos indican la existencia de periodos con una flora distinta a la actual, debido a un aumento en la precipitación y disminución de la temperatura; estos periodos se interrumpirían por fases cálido-secas, en las que esta flora se reduciría.

Respecto del cambio en temperatura, Toledo (1976), trabajando en las zonas tropicales de Veracruz, propuso que durante el Pleistoceno, la temperatura de esas regiones disminuyó unos 4°C. Un descenso de ese tipo, en ese periodo, solo pudo haberse debido por el desarrollo de glaciares; de modo que un cambio similar, o mayor, por la altitud, debió presentarse también en la Cuenca de México, haciendo que la temperatura bajara varios grados centígrados.

Por estudio de la flora del cerro de la Estrella se definió un aumento de precipitación en la Cuenca de México, durante las fases húmedas. A fin de tener una mejor idea de las condiciones climáticas durante el Pleistoceno superior, tomaré el dato de 4°C menos de temperatura media anual, ya mencionado, como verdadero y aplicable en la Cuenca de México. En realidad, dada la altura y posición geográfica, es probable que la disminución en la región haya sido mayor, por lo que este dato es aceptable sin el temor de exagerar.

En las figuras 4, 5 y 6, se indican las condiciones actuales de precipitación, temperatura y climas en la Cuenca de México. A partir de estos datos definiré el clima y flora que debieron existir durante las fases templado húmedas en la Cuenca (Figs. 29 y 30).

Considerando la disminución de temperatura media anual (Fig. 5) estarían cubiertas por los hielos, por lo que el Popocatepétl y el Iztaccíhuatl formarían una zona continua cubierta de nieve, con compañeros en las cumbres del cerro Tlaloc, el Telapón y el Ajusco (Fig. 29).

De acuerdo con los datos disponibles y mediante el uso de las ecuaciones climáticas (García, 1980), toda la Cuenca tendría un clima Cw, diferente a las condiciones actuales (Fig. 6) por lo que es factible que casi toda esta región estuviera ocupada por bosques.

En la Cuenca de México hay cuatro tipos de bosques propios de clima templado húmedo (Fig. 7). Respecto a la precipitación el bosque mesófilo de montaña es el que mayor grado de especialización presenta, ya que no existe en zonas con menos de 1,000 mm de precipitación (Rzedowski, 1978), en cuanto a temperatura, la mayor diferencia es entre el bosque de Abies y los demás, pues puede existir en lugares con un rango de temperatura media anual de 7.5 a 13.5°C (Rzedowski, 1979), en tanto que los otros tipos poseen rangos entre 12 y 16°C .

A partir de estas condiciones y los cambios en temperatura y precipitación, en las zonas con temperatura media anual inferior a 10°C existirían bosques de Abies; en las zonas con más de 1,000 mm de precipitación y temperatura mayor a 10°C crecería un bosque mesófilo de montaña; el bosque de pino y encino se encontraría en donde hubiera de 700 a 900 mm de precipitación y temperatura de 11 a 13°C ; en las regiones con menos de 700 mm de precipitación habría un bosque de Juniperus y matorral de Quercus y en las zonas adyacentes a las ocupadas por los hielos tendríamos un pastizal alpino.

En las figuras 29 y 30, está la distribución de estas formas de vegetación en la Cuenca de México en las fases templado-húmedas. En la figura 29, tenemos la disminución de 4°C , con el mínimo aumento - en precipitación, o sea, 200 mm anuales; estos cambios harían que el bosque de Abies formara una franja continua, desde la Sierra de Monte Bajo hasta la Sierra de Río Frío, encontrándose además en la Sierra de Pachuca, ocupando un 15 o/o de la superficie de la Cuenca. El bosque mesófilo de montaña se encontraría en todas las partes bajas en el poniente y sur de la Cuenca así como al pie de la Sierra de Pachuca, en un área equivalente al 25 o 26 o/o del total. Los bosques de pino y encino ocuparían la Sierra de Guadalupe y el oriente y norte de la Cuenca, excepto en la esquina noreste, donde existirían el bosque de Juniperus y matorral de Quercus la superficie que ocuparían los bosques de pino-encino serían un 30 o 31 o/o, y los otros tipos de vegetación no más de un 4 o/o.

Esta distribución se basa en un aumento de 200 mm de precipitación, si el aumento fuera de 550 mm (Fig. 30) el bosque de Juniperus y matorral de Quercus desaparecerían de la Cuenca, siendo ocupada esa zona por bosques de pino y encino, los cuales, a su vez, casi desaparecerían de la Cuenca ya que con excepción de la esquina noreste y las sierras limítrofes, toda la Cuenca estaría ocupada por el bosque mesófilo de montaña. El bosque de Abies, zonas de nieve permanentes y pastizales alpinos no sufrirían cambios en su distribución, ya que esta depende más bien de la temperatura, el bosque mesófilo de montaña ocuparía un 57 o/o de la superficie total, y el bosque de pino y encino reduciría su área de distribución, un 3 o/o.

Respecto al bosque mesófilo de montaña, como se vió en la unidad III, actualmente se localiza solo en algunas cañadas de la Sierra de las Cruces y del Iztaccíhuatl (Fig. 7). De acuerdo con su distribución Rzedowski (1970) deduce que este bosque debía haber ocupado en épocas pasadas, una distribución mayor que ahora, lo cual no puede ser más favorable a la reconstrucción hecha, por lo que a partir de datos faunísticos, florísticos, paleoflorísticos y paleoclimáticos - puedo asegurar que el bosque mesófilo de montaña fue, durante el Pleistoceno superior de la Cuenca de México, una forma de vegetación abundante y de particular importancia.

Este panorama presenta, sin embargo, solo una de las fases climáticas de la Cuenca. Durante la fase interglaciaria las condiciones

Figura 29.



FIGURA 30.



Figuras 29 y 30.- Vegetación probable de la Cuenca de África durante los períodos transito-estacionales, de acuerdo a una serie de curvas de precipitación estacionales con un factor físico de la Cuenca de un Coteleur (Rejouis, 1962) y una distribución media anual de 4°C. (Toussy, 1972). Fig. 29, lluvia promedio con un aumento de 250mm de precipitación anual. Fig. 30, lluvia promedio con un aumento de 750mm de precipitación anual.

bjm.- Vegetación tipo bosque de Juriberry y Juniperus de Amargos (menos de 700mm de precipitación y 11° a 12°C de temp.)

bPE.- Vegetación tipo bosque de pino y eucalipto (700 a 900mm de precipitación anual y 11° a 12°C de temperatura media anual)

bmm.- Vegetación tipo bosque mesófilo de Acacia (más de 1,000mm de precipitación y 11° a 12°C de temperatura)

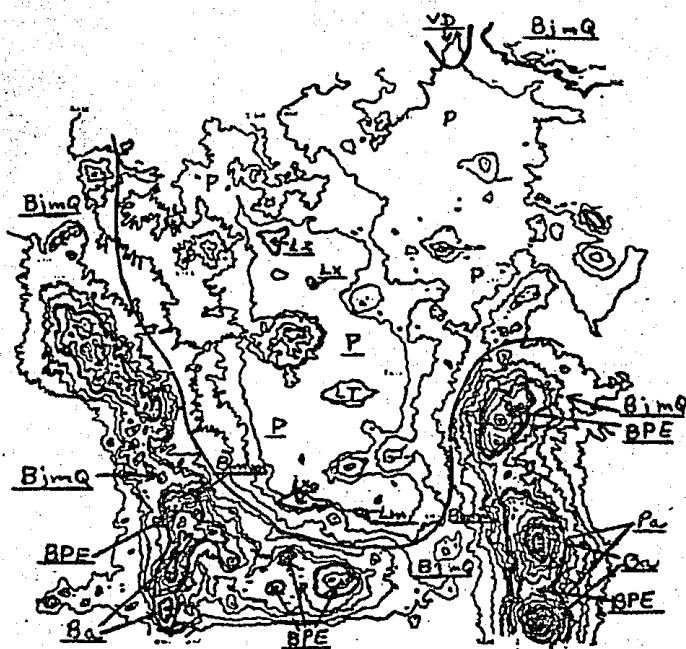
bA.- Vegetación tipo bosque de Acacia (700 a 1,000mm de precipitación y 6° a 9°C de temperatura)

Pa.- Pastizal alpiño

H.- Nieves perennes.

LT.- Lina de Tércoco.

debieron ser diferentes, pues si ahora con un año bajo en precipitación el clima seco-estepario invade toda la Cuenca, excepto las Sierras del sur, (Del Río, 1962) con un periodo de cientos o miles de años de sequía, lo matorrales xerófilos ocuparían el norte de la Cuenca y los pastizales todas las zonas restantes, excepto las cañadas y cimas de los cerros más altos en el sur, donde a manera de manchones sobrevivirían los bosques (Fig. 31). Un cambio así debió influir en la fauna, en algunos casos de forma definitiva.



Clave:

VD.- Vegetación desértica (menos de 250 mm de precipitación).

BimQ.- Vegetación tipo bosque de Juniperus y matorral de Quercus.

P.- Vegetación esteparia (260-750 mm de precipitación).

BPE.- Vegetación tipo bosque de pino y encino.

Bmm.- Vegetación tipo bosque mesófilo de montaña.

Ba.- Vegetación tipo bosque de Abies.

Pa.- Vegetación tipo pastizal alpino.

Lz.- Lago de Zumpango.

Lx.- Lago de Xaltocan.

Lt.- Lago de Texcoco.

Lxo.- Lago de Xochimilco.

Lm.- Laguna de Mixquic.

(Para datos sobre precipitación y temperatura ver también la figura 29 y la 30).

Figura 31.- Probable vegetación de la Cuenca de México durante los periodos interglaciares (Fases Caliche II y III).

V.- El final del Pleistoceno.

A.- Condiciones ecológicas al final del Pleistoceno.

Hace 23,000 años se inició la Fase Becerra inferior de la Cuenca, correspondiente al Woodferriense de Norteamérica. Quien pudiera observar los primeros cientos de años, no podría menos que sorprenderse de los cambios que comenzaban a llevarse a cabo. Varios miles de años antes, la zona había sido un desierto pero ahora la región se había separado de la Cuenca del Balsas y el desierto era progresivamente sustituido por formas de vegetación más ricas. Al mismo tiempo se formaba una laguna que constituía un gran atractivo para los gigantes de la época, de manera que la Cuenca comenzaba a brillar -- por su riqueza faunística y florística.

En los siguientes 13,000 años los bosques húmedos dominarían la zona aunque durante unos 500 años, entre 12,500 y 12,000 años antes del presente, los bosques habían retrocedido, siendo sustituidos por pastizales. Considero que este cambio pudo haber afectado a algunas formas pero la mayoría sobreviviría.

Conforme los bosques invadían la Cuenca, los animales adaptados a ellos ocupaban la zona. La lista impresionante de herbívoros de gran talla, 11 géneros en total, es prueba de la gran riqueza florística. Como es de esperarse, la interacción sin desplazamiento de estos mamíferos fue posible gracias a una flora lo bastante abundante como para que no se excluyeran mutuamente. Aparte de estos mamíferos hay 21 géneros conocidos de herbívoros medianos o pequeños, que forman todo un mosaico de dimensiones y formas de vida y también un atractivo para los depredadores (Fig. 19).

Entre los carnívoros existe también gran diversidad, lo que nos indica la abundancia de presas, y la relativa competencia entre ellos. De 10 géneros conocidos, 2 son de hábitos omnívoros, 4 omnívoros y carnívoros de mediana talla y 4 carnívoros que podríamos definir como superdepredadores o sea, animales de gran talla capacitados para la cacería y para la rapiña en gran escala.

Formas tan similares como Canis y Borophagus, Arctodus y Ursus - Panthera y Felis pudieron coexistir por los diferentes niveles que ocuparon en la pirámide alimenticia (Fig. 20). Actualmente no hay en la Cuenca carnívoros que puedan ser superdepredadores, o sea que no hay suficientes presas ni del tamaño adecuado como para soportar a los

grandes depredadores (capítulo III, E.) (Fig. 19).

Entre los mamíferos de la zona hay dos géneros, Equus y Mylodon, que existieron en un medio aparentemente inadecuado para ellos. Equus sobre todo, no es un mamífero del bosque; cuando más, podemos esperar que habite la montaña bajo condiciones áridas. Su presencia - puede deberse a que las especies que habitaron la Cuenca tenían un mayor rango de tolerancia, distribuyéndose en zonas donde los bosques eran menos densos; o en otro caso, durante las épocas húmedas habitaban la perifería, en el norte, y cuando el clima se hacía más seco invadían las partes con vegetación esteparia.

B.- La extinción de la paleomastofauna en la Cuenca de México.

1.- Antecedentes.

El fenómeno de la extinción de los grandes mamíferos del Cuaternario es, en la ciencia, uno de los temas más interesantes. Aunque es análogo al de la desaparición de los reptiles del Mesozoico, posee la ventaja de que, por el corto periodo que ha transcurrido, se puede estudiar mejor sus causas. Mi objetivo a este respecto es comparar la idea más aceptada sobre las causas de la extinción de la fauna del Pleistoceno para estructurar un marco a través del cual se comprenda la desaparición de la mastofauna en la Cuenca, y más tarde extrapolar las conclusiones a nivel mundial.

Desde el punto de vista genético, la extinción de un taxón consiste en la incapacidad de su genotipo para responder a nuevas presiones de selección (Mayr, 1963). Dado que no todos los taxones tienen, en un momento dado, la misma posibilidad de desaparecer, es importante - considerar la fase evolutiva en la que se encuentran, su grado de especialización y las condiciones de sus poblaciones.

Por lo general la extinción se lleva a cabo en grupos que están en la fase de tipólisis (Melendes, 1977; Mayr, 1963), o en el caso de especies, el periodo de "Euespecie" (Dillon, 1978). En estas fases - los organismos que constituyen el taxón, han agotado su potencialidad de variación genética, por los procesos de diversificación y especialización que han tenido lugar durante su evolución.

En cuanto al nivel de especialización, un organismo con un alto grado de especialización morfológica, etológica, por lo tanto, ecológica, podrá explotar los recursos del medio más fácilmente que uno menos especializado, sin embargo el primero sólo podrá existir en tanto

las condiciones de su hábitat no se alteren, mientras que el segundo podrá adaptarse a nuevas condiciones (Mayr, 1963).

El tamaño de las poblaciones también es importante, ya que la flexibilidad genética depende en alto grado del intercambio de genes (Mayr, 1977; Simberloff, 1976), por lo que una especie con poblaciones aisladas y pocos individuos es más frágil a los cambios del medio que una especie con muchos individuos. Dado que los grupos muy especializados, presentan menor índice reproductivo que otros, debe resaltarse la facilidad con que puede extinguirse un taxón muy especializado a un tipo de vida, si las condiciones del medio cambian.

Todos los datos señalados constituyen lo que diríamos "causas intrínsecas" de la extinción de un taxón. Como factores "extrínsecos" se aceptan 4 principales: fluctuaciones en las poblaciones, competencia, alteración del medio y depredación, (Mac Artur, 1972).

En el caso de los mamíferos del Pleistoceno y de acuerdo con las bases "intrínsecas", podemos esperar la extinción como un proceso natural en algún género si este es muy especializado a un tipo de vida, y las condiciones ecológicas que requiere se han alterado. Respecto a las causas "extrínsecas", las hipótesis que se han propuesto varían desde un simple proceso de la época hasta catástrofes cósmicas o geológicas. Para este trabajo he tomado 6 ideas que concuerdan con las 4 causas básicas y con el sentido común.

El factor de alteración del medio tiene, tres interpretaciones. Hay autores que consideran a los cambios climáticos derivados de glaciaciones, como causa básica de las extinciones del Pleistoceno (Kurten, 1972; Rommer, 1966; Lavocat, 1970; Avers, 1974; Deeveys, 1949). La alteración de las floras de los continentes es la segunda razón dada. (Grzimek, 1976⁽¹⁾; Kurten, 1972)-ya que por la falta de alimento vegetal los herbívoros morirían y los carnívoros les seguirían. Por último se ha creído que la desaparición de algunos mamíferos en ciertas regiones, se deben a malformaciones genéticas y epidemias que acabaron con especies enteras (Grzimek, 1976⁽¹⁾).

Las fluctuaciones de las poblaciones están representadas por la hipótesis de que muchas especies se extinguieron como resultado del aumento en talla que provocó una disminución de la capacidad reproductiva y del número de individuos por lo que la cría entre los organismos dependía de la suerte (Reyes, 1923), de ese modo las poblaciones fluctuaban y al mismo tiempo disminuían en número hasta que desapare-

cieron. Otra hipótesis, relacionada también con la alteración del medio se refiere a que algunos mamíferos, al ocupar zonas de homogeneidad climática y florística, sufrieron modificaciones en su período de gestación, alargándolo considerablemente (Kiltie, 1982). Más tarde cuando el clima cambió y estas regiones entraron a una fase de heterogeneidad climática, los organismos con grandes periodos de gestación entraron en periodo crítico, ya que no siempre la época de parto coincidía con la mejor estación del año. El resultado fué una fase de inestabilidad y fluctuaciones de las poblaciones en número, tipos de individuos, etc. y más tarde su extinción.

Como competencia se ha indicado que la llegada de inmigrantes a otros continentes y la necesidad de aglomerarse en zonas con mejor clima durante las fases glaciares, aumentaron las presiones de selección, provocando que especies con menor capacidad reproductiva desaparecieran (Kurten, 1972; Romner, 1966; Marshall, 1982).

El último factor a considerar es la depredación, el cual también tiene su equivalente, ya que varios autores han señalado al hombre como causa de las extinciones del Pleistoceno (Corn, 1968; Ferrusquía, 1978; Long, 1976; Mc Alester, 1977).

De esta forma están planteadas las principales circunstancias que deben considerarse en este fenómeno; ahora mi objetivo es aplicar estas ideas con la mastofauna de la Cuenca, a fin de poder establecer un marco adecuado para poder comprender su extinción.

2.- Cambios de clima y de vegetación.

Estos dos factores están íntimamente relacionados, ya que cualquier cambio climático influye necesariamente en la vegetación.

En un sentido estricto, los cambios del clima solo afectarían a la mastofauna en general cuando han alcanzado un nivel catastrófico; ejemplos en este sentido son las muertes en masa de mamíferos en Siberia por el frío (Kurten, 1972), o la extinción de gran parte de la mastofauna en Europa cuando el clima frío invadió el continente, sin que los animales pudieran desplazarse hacia el sur, por la presencia del mar Mediterraneo (Deeveys, 1949; Kurten, 1972).

En una zona donde no hubo invasiones de los hielos, como la Cuenca de México, el cambio de clima por sí solo, sólo afectaría a los organismos cuya especialización exige ciertas condiciones climáticas. Los mamíferos de hábitos anfibios, como Neochocerus, además

de los cambios en flora, seguramente resentirían la disminución, en dimensiones, del lago de Texcoco, por lo que su extinción se deriva más del cambio climático, que el de la flora u otros factores. Otros géneros, como Cervus o Geomys aún existen en Norteamérica, pero en regiones templadas o frías (Hall y Kelson, 1959; Hall, 1981), o sea que desaparecieron cuando el clima se hizo demasiado cálido para -- ellos. Considerando las fases climáticas de la Cuenca de México - (Fig. 33) Neochocerus quizá se extinguió en la región durante la fase Caliche II (Fig. 33), y Cervus y Geomys al inicio del Holoceno, en el periodo Caliche III (Fig. 33). Una aclaración importante es, que aunque consideré un factor primario como causa de extinción, tal vez actuaron otras causas simultáneamente.

A pesar de la influencia directa de los cambios de clima, su mayor efecto vendría de las modificaciones en la flora que se darían - en los periodo interglaciares (Fig. 29). En la Cuenca de México existieron organismos de gran talla como Eremotherium, Cuvieronius y Mastodon, cuya dentición los limitaba a alimentarse de vegetales blandos. Aunque a los tres les afectaría la disminución de los bosques perenni folios, Eremotherium no tenía competidores por su alto grado de divergencia, con relación a los ungulados, mientras que los otros géneros resentirían la competencia de Mammuthus. Pienso que Cuvieronius y - Mastodon se extinguieron por lo cambios en la flora, contribuyendo - quizá, la competencia durante la fase Caliche III, la cual fué más - drástica en efectos que Caliche II.

Holmesina y Glyptotherium son otros mamíferos que pudieron haber sido afectados durante estos periodos por falta de alimento (Fig. 33).

Por último hay que tomar en cuenta a los carnívoros "superdepredadores" o, muy especializados a un tipo de presa, como Smilodon ya - que serían los más perjudicados por la extinción de la fauna mayor. Borophagus, Canis dirus, Arctodus, Panthera y Smilodon eran los carnívoros que ocupaban los más altos niveles de la pirámide alimenticia, por lo que resentirían más la falta de presas. Creo que Smilodon desapareció junto con los mastodontes (Fig. 33), y los carnívoros quedaron en desventaja frente a los depredadores mas chicos, pero con mayor flexibilidad alimenticia (Fig. 33).

Según se indicó, hay otro factor relacionado con la alteración - del medio, que es la aparición de epidemias y malformaciones genéticas, como no hay ningún resto fósil que apoye esta idea en la Cuenca, no -

se puede aceptar como válida, hasta el momento, para la Cuenca de México.

3.- Competencia.

De acuerdo con algunos autores, (Kurten, 1972; Marshall, 1982; Rommer, 1966), las extinciones del Pleistoceno se derivan de la competencia motivada por las migraciones intra e intercontinentales. Sin embargo las localidades fósiles de todo el país muestran la coexistencia desde el Pleistoceno medio de fauna autóctona, Asiáticas, y Sudamericanas, o sea que el simple proceso de conglomeración faunística no fue suficiente para provocar la competencia hasta el nivel de extinciones en masa. El arribo de bóvidos y algunos ciervos a Norteamérica no afectó a Camélidos y Antilocápridos, con quienes tendrían una mayor competencia por sus paralelismos, sino que todas estas familias convivieron durante largo tiempo en las mismas zonas.

Es posible considerar a la competencia como causa de extinción, pero no en cualquier época, sino sólo en los periodos interglaciares, cuando los recursos escaseaban, las presiones de selección aumentaron. Como ya se indicó, Cuvieronius y Mastodon se extinguieron por falta de alimento y la competencia con Mammuthus (Fig. 33). Ciertamente es que la disminución de los bosques es un factor importante para comprender su extinción, pero si no hubiera existido Mammuthus, quizá algunos de los géneros hubieran sobrevivido, por lo que se puede considerar a la competencia como "el golpe de gracia" que condujo, a estos proboscídeos hacia su fin.

Un caso semejante se dió entre los carnívoros de gran talla. Borophagus, Arctodus y Panthera sufrieron una fuerte competencia entre ellos, y con sus equivalentes menores Canis, Ursus y Felis, por lo que pienso que tanto la falta de presas, como la competencia por las que quedaban, seguramente provocó la extinción de los tres primeros géneros (Fig. 33). La flexibilidad alimenticia y menor talla debieron ser de gran ayuda a los otros carnívoros, ya que les permitió explotar otros recursos, conforme la caza mayor se extinguía.

Como se mencionó, los artiodáctilos eran los mejores candidatos para verse sometidos a una gran competencia. Sin embargo la mayor competencia que se dió, debió ser entre los géneros de cada familia, además de la que se dió entre éstas (Fig. 33). Camélidos y Antilocápridos fueron en los que más repercutió este proceso, ya que existie-

tres géneros, de cada familia, durante el Pleistoceno superior, en la Cuenca. Aunque podían vivir en varios biomas, seguramente no fue lo mismo vivir en un bosque perennifolio, o las riberas de un lago, que en medio de un desierto, por lo que solo los géneros con mayor capacidad competitiva sobrevivieron. Entre los antilocápridos, fue Antilocapra y entre los camallos, quizá Camelops y Lama (Fig. 33). Junto con esto vendría también la competencia con bóvidos y ciervos, por lo que es lógico el que se extinguieran varios géneros, a principios del Holoceno.

4.- Fluctuaciones poblacionales.

La primera de las dos ideas fue propuesta para la Cuenca de México (Reyes, 1923) para explicar la desaparición de Mammuthus.

La idea se basa en que el aumento en talla provocó la disminución en densidad de las poblaciones de elefantes, haciendo que las cruzas fueran cada vez más escasas, hasta que el género se extinguió.

Tal proporción no deja de tener bases correctas, como la tendencia a la gran talla en Mammuthus, y posterior disminución de poblaciones en densidad. Sin embargo, esta hipótesis, solo podría explicarse a Mammuthus imperator, la especie más grande, ya que las otras dos, M. columbii y M. primigenius, no eran muy grandes en talla.

La hipótesis de extinción provocado por el aumento del tiempo de gestación y cambios climáticos (Kiltie, 1982), tienen varios aspectos importantes, ya que como en la Cuenca hubo un clima muy homogéneo, es posible que algunos mamíferos con largos periodos de gestación hayan vivido en esta región.

Actualmente existen mamíferos de gran talla, que por habitar las zonas tropicales desde hace varios millones de años (Rommer, 1966), se han especializado a tal grado a este medio que no hay una época definida de reproducción y el periodo de gestación es muy grande. Salvo un caso, Camelus (Kiltie, 1982; Walker, 1975), esto no es posible para grandes mamíferos habitantes de zonas templadas, ya que las diferencias de clima y flora motivan el mantener un periodo de gestación de un año, o dos en Loxodonta (Walker, 1975), ya que el nacimiento de las crías sea en una sola época del año.

Entre los géneros fósiles de la Cuenca que aún existen, todos tienen una época fija para los nacimientos y su periodo de gestación es menor de un año. Entre los grandes mamíferos de la Cuenca extin-

tos, que podían haber tenido un periodo de gestación largo sin época de nacimiento como adaptación a la vida en zonas de homogeneidad climática están, Holmesina, Gliptotherium, Eremotherium, Neochoerus, Cuvieronius y Mammuthus. De estos los mejores candidatos son los que hayan habitado estas zonas durante cientos de miles o millones de años. Los 3 géneros de edentados, Neochoerus y Cuvieronius son los mamíferos con mayor posibilidad de sufrir este efecto. Por el contrario Mammuthus no creo que pudiera haber cambiado la época de nacimiento y periodo de gestación, ya que habitaban exclusivamente las zonas templadas, lo que motivaría el mantenimiento de un ciclo reproductor anual, tanto por el alimento disponible, como por los cambios climáticos en el año.

5.- El hombre en la Cuenca.

Con las causas de extinción señaladas tenemos la razón de la desaparición de 15 géneros de la Cuenca (Fig. 35). Sin embargo fueron 29 los que se extinguieron cuando terminó el Pleistoceno, o sea que hay 14 géneros cuya desaparición no fué causada por el clima, cambios de flora, competencia o fluctuaciones poblacionales. Veamos algunos ejemplos. Navahoceros era un ciervo que sobreviviría en las partes altas ya que era de vida alpina (Kurten, 1975), por lo que no es lógico suponer que desapareció por alguna de las causas dadas. Lutra es otro caso de extinción difusa, ya que si bien es cierto que en periodos cálido-secos los lagos eran más chicos, no desaparecieron, ni tampoco sus afluentes, por lo que al menos en las partes húmedas del sur debieron seguir existiendo.

Notrotherium, Ursus, Platygonus y Tayassu son un mejor ejemplo de la necesidad de aceptar otras causas de extinción. Todos eran o son mamíferos poco especializados en la alimentación o tipo de bioma en el cual viven. En general habitan o habitaban por igual bosques, praderas o desiertos, por lo que los cambios climáticos no les afectarían mucho. Su alimentación no sería problema, ya que son o eran omnívoros o herbívoros muy generalizados en su dieta y respecto a la competencia, sus capacidades para adaptarse a nuevas condiciones de vida harían que el impacto fuera bajo, o sea que nuevamente falta un factor de extinción que aún no se ha incluido.

Por último tendríamos a Mammuthus, Equus, Lama, Camelops, Antilocapra, Bison, Euceratherium y Myiodon. Todos estos géneros son y eran mamíferos especializados en la vida de las praderas y desiertos

(Fig. 24), o con un alto grado de evolución dental, por lo que la vida en zonas secas era, no solo factible, sino muchas veces indispensable. Con estos géneros llegamos al punto clave de este tema, Mylo-
don, Equus, Lama, Antilocapra y Euceratherium eran o son habitantes de las praderas y desiertos, por lo que es ilógico explicar su extinción por cambios de clima, si éstos les eran más bien favorables, o por competencia, si estaban especializados en un medio que cada día era más importante. Hay que recordar que un organismo especializado solo puede extinguirse si las condiciones del medio, para el cual está especializado, cambian; sin embargo este no era el caso. Un organismo especializado a la pradera como Equus, Mylo-
don y Lama se extinguirían si los pastizales disminuyeran en vez de aumentar como ocurrió; dicho de otra forma, decir que Equus se extinguió por el aumento de la aridez en el país es igual a decir que el día en que los cetáceos se extingan probablemente sea por un aumento en el volumen de agua de los mares.

Como hemos visto, estos 14 géneros desaparecieron sin causa aparente. Aún bajo las condiciones más drásticas de clima y flora no es comprensible su extinción, a no ser que se presentara en la Cuenca un factor cuya fuerza fuera de tal magnitud que poco importara lo bien adaptados que estuvieran estos mamíferos para sobrevivir en condiciones secas. A no ser que exista una causa todavía desconocida, solo hay una razón, de las cuatro principales, que aún no se ha señalado, esa es la depredación, que tendría como representante al hombre.

Veamos como podemos relacionar la evolución del hombre en la Cuenca de México con la extinción de la fauna restante. El hombre, Homo sapiens, fué uno de los últimos mamíferos que llegaron de Asia. Los registros fósiles indican su llegada al país hace 25,000 años (Lorenzo, 1975). Basados en los instrumentos encontrados y restos vegetales y animales asociados, se ha propuesto un sistema de periodos de su desarrollo cultural en Mesoamérica.

Este modelo divide su evolución en 4 etapas básicas (Lorenzo, 1975); el de grupos nómadas, correspondiente al nivel de recolectores-cazadores, y que abarca de 22,000 a 7,500 años antes del presente; la etapa de comunidades sedentarias de 7,500 a 3,200 años antes del presente; de pueblos y señoríos teocráticos de 3,200 a 1,082 años antes del presente y de estados militaristas de 1,051 a 461 años antes del presente. Las dos primeras etapas son las de nuestro interés, ya que

abarcan el fin del Pleistoceno y la fase Caliche III del Holoceno (Fig. 32).

La primera etapa presenta un escaso desarrollo social e instrumental; las sociedades humanas no debieron rebasar el nivel familiar, sobreviviendo a través de la recolección y cacería. Esta fase se divide en dos partes principales con base en las técnicas para la elaboración de utensilios de piedra (Fig. 32). La fase más antigua, la Arqueolítica, abarca desde la llegada del hombre al continente hasta hace unos 14,000 años. En este periodo no hay restos de cerámica y los utensilios de piedra se elaboran por técnicas de talla de percusión. Ya en esta época se conocía el fuego y la economía se basó en la recolección de plantas, frutos, semillas, larvas de insectos y vertebrados de pequeña o mediana talla.

Del Arqueolítico se conoce una localidad en la Cuenca, en Tlapacoya (Fig. 17 y 32), en una playa del lago de Chalco. En ésta hay artefactos de andesita, de obsidiana, raspadores, navajas y dos huesos trabajados; además se encontraron numerosos huesos, sobre todo de Odocoileus y Ursus. De acuerdo con la estratigrafía y el fechado por el C_{14} la edad de Tlapacoya sería de unos 21,000 años.

Del Arqueolítico sigue el Cenolítico, que abarca de 9,000 a 7,000 años antes del presente (Lorenzo, 1975). En el Cenolítico inferior hay puntas de proyectil de piedra elaborados por las técnicas señaladas, más la talla de madera o hueso contra piedra y de percusión lanzada con un agente intermedio; además existen huesos trabajados por técnica de abrasión, lo cual indica un gran avance tecnológico. Dada la cantidad de objetos encontrados, sin duda la modificación de pieles, madera y fibras era un trabajo constante.

Esta diversidad instrumental está relacionada con un aumento en la explotación del medio en todos los aspectos. La recolección era aún importante, pero la cacería era la actividad principal, de ahí que a este periodo se le llame la época de cazadores de mamuts. Independientemente de la importancia de estos mamíferos para el hombre, la cantidad de fósiles asociados con artefactos humanos es clara prueba de la importancia que la cacería tenía para los humanos. En la Cuenca hay una localidad de este periodo, fechada sobre $9,670 \pm 400$ años en San Bartolo Atepehuacán (Fig. 17 y 32). Los restos son de Mammuthus y objetos de obsidiana tallados.

El Cenolítico superior corresponde a la fase Caliche III, cuando

AÑOS ANTES DEL PRESENTE	PERIODO ARQUEOLÓGICO	MODOS DE VIDA	LOCALIDADES EN LA CUENCA DE MÉXICO	PERIODO GEOLÓGICO
0				
5,000	PROTONEOLÍTICO	AGRICOLA	ZONAPILCO TLAPACOYA	HOLOCENO
	CEOLÍTICO SUPERIOR	JUDICIOS ABIGENAS	STA. ISABEL IXTAPAN	
10,000	CEOLÍTICO INFERIOR	CAZADORES RECOLECTORES	SAN BARTOLO ATEMAYACAN	
15,000				PLEISTOCENO
20,000	ARQUEOLÍTICO	RECOLECTORES CAZADORES	TLAPACOYA I y II	SUPERIOR
25,000				
30,000				

Figura 32.

Evolución Humana en la cuenca de México

muchos de los mamíferos han desaparecido con lo que la cacería se reduce y la explotación de los recursos vegetales es ya más importante.

En este horizonte existen puntas de proyectil con aletas, de elaboración más complicada. Su gran número indica una especialización de acuerdo con el tipo de presa o inicios de una diferenciación cultural o étnica. Junto con estos restos hay toda una gama de artefactos como raspadores, navajas, perforadores, cuchillos, etc. que muestran gran calidad en el acabado. Aquí aparecen los metates y morteros, canastos, redes de carga y tejidos. Los entierros empiezan a ser objeto de cuidado y por último aparece la agricultura.

En la Cuenca hay dos localidades del periodo, en Santa Isabel Iztapan y en la playa norte del Lago de Chalco, cerca de Zohapilco (Niederberger, 1979) (Fig. 17 y 32). En la primera se encuentran artefactos humanos y dos esqueletos de Mammuthus, con una antigüedad de 8,250 ± 250 años. En la segunda, de hace 8,000 años, hay objetos como hachas, morteros, navajas y restos de vertebrados como Odocoileus, Sylvilagus, Canis, Microtus y Sigmodon, así como semillas y polen de varias plantas, entre ellas Zea (maíz), Zyzaniopsis (arroz silvestre), Chenopodium (epazote), Amaranthus (alegría) y Physalis (tomate verde) que indican posibles intentos de horticultura, o al menos de protección de las plantas que germinaban.

Con estos datos y los mencionados sobre fauna y clima se puede crear un modelo evolutivo del hombre en la Cuenca. Durante el periodo Arqueolítico el hombre llegaría como parte de las migraciones efectuadas en la fase Becerra inferior. En esta época su bajo nivel en la elaboración de armas e instrumentos lo obligarían a subsistir mediante la recolección, rapiña y caza menor. Esto, más el pequeño número de hombres harían muy relativo su impacto en la Cuenca.

Al entrar al Cenolítico inferior estaríamos a finales de la fase Becerra inferior y la fase Caliche II. En este periodo, la mejor fabricación de instrumentos y mayor nivel en todos los aspectos, harían del hombre un superdepredador. Su importancia para la fauna fue mayor que en el Arqueolítico, pero el resultado variaría según la época. En los primeros 4,000 años, que eran de gran bonanza climática el impacto se amortiguaría por las condiciones ecológicas; pero en los últimos 1,000 años del Cenolítico inferior y el Cenolítico superior ya no existe tal colchón, ya que es la fase Caliche III, por lo que su influencia sobre la fauna es cada vez más definitiva.

La extinción de los 14 géneros señalados fué en dos partes. En la fase Caliche III desaparecieron Notrotherium, Mylodon, Mammuthus, Equus, Platygonus, Lama, Navahoceros y Euceratherium (Fig. 33). Ursus, Lutra, Tayassu, Antilocapra y Bison también desaparecieron de la Cuenca, pero quizá su extinción fué en tiempos históricos (Fig. 33).

En los últimos 12,000 años han desaparecido 29 géneros de mamíferos de la Cuenca (Fig. 33). Los cambios de clima y flora contribuyeron en un 26 o/o a su extinción (Fig. 33); La competencia tuvo efectos sobre un 17 o/o (Fig. 33); Las fluctuaciones poblacionales influyeron en un 7 o/o (Fig. 33) y el hombre, tanto en épocas prehistóricas como reciente provocó la extinción en un 50 o/o de la fauna.

Estos datos nos sirven para comprender no solo el problema de la extinción de mamíferos en la Cuenca de México, sino también en el planeta. Al parecer hay dos razones básicas, el cambio de clima y flora y el hombre. En zonas que sufrieron un fuerte impacto de las glaciaciones, como el norte de Eurasia y América, o que el hombre aún no había colonizado, debemos creer que las extinciones fueron por la primera causa, pero en zonas templadas y tropicales como Mesoamérica, Sudamérica, sureste de Asia y Africa, donde no hubo fuertes cambios climáticos, tales que provocaran la extinción por cambios de flora, competencia o alteraciones poblacionales, debemos considerar al hombre como responsable de estas. Mucho se argumenta sobre la incapacidad humana para matar animales de gran talla, o en gran número, pero nuestras capacidades para razonar, anticipar y crear instrumentos nos dan una insuperable ventaja contra cualquier organismo. Si existieron casos como el del Valle de Ambrona (Howell, 1979), en donde Homo erectus realizó matanzas de elefantes mediante la técnica de espartarlos con fuego y conducirlos a zonas pantanosas donde eran rematados, no entendería porque H. sapiens no hizo lo mismo en otras regiones, por ejemplo en la Cuenca de México.

Así en solo 2,000 años desapareció la megafauna de la Cuenca de México. La fase Caliche III terminó hace 7,500 años, apareciendo una nueva época de riqueza florística, pero sin gigantes que la aprovecharan.

6.- Consecuencias.

En la Cuenca de México la mayor consecuencia por la desaparición de la megafauna fué la aparición de las comunidades agrícolas. Mien-

tras en zonas, como Santa Isabel Iztapan (pag. 126, fig. 32) los últimos mamuts eran cazados, en Chalco se iniciaba la fase de comprensión y aprovechamiento del ciclo de vida de las plantas para su empleo. En Zohapilco (Fig. 32) (Niederberger, 1979) hace 8,000 años - las comunidades humanas cazaban y a la vez protegían y cuidaban a las plantas que eran de utilidad. En los siguientes 3,000 años las continuas transgresiones del lago y la actividad volcánica limitaron los asentamientos humanos, apareciendo nuevos registros hace 5,000 años, con nuevas estructuras socioeconómicas.

Las actividades de caza y recolección no muestran grandes cambios, aunque los restos de Odocoileus se vuelven escasos. En este período se observa como los humanos han aprendido el ciclo de vida de las plantas y sus requerimientos, además de la selección de los mejores individuos. Con esto los granos de polen de Zea (maíz), Physalis (tomate verde), Capsicum annum (chile), Curcubita (calabaza) y Sechium (chayote) se hacen más abundantes.

En estas condiciones el incremento de restos culturales se acentúa. Una gran cantidad de objetos de uso diario y algunas figuras antropomórficas se encuentran, manifestando los beneficios del sedentarismo, aunque estas actividades agrícolas eran solo una de las ocupaciones de los grupos humano de la Cuenca para sobrevivir, alternándola con caza, pesca y recolección, según la época del año. De esta forma, 2,000 años después de extinguirse los grandes mamíferos, el hombre encuentra sus sustitutos en la naturaleza.

Es importante visualizar la transformación de un modo de vida cazador-recolector a agricultor a partir de la desaparición de la megafauna, ya que el proceso en sí, y todas sus consecuencias culturales, fueron el resultado de un proceso natural y autóctono, y no como algunos autores creen (Comas, 1980), por difusión de ideas y técnicas originadas en el viejo mundo.

Figura 22.- Época de desarrollo, de extinción y causas de la misma, de la mastofauna del Pleistoceno de la Cuenca de México.

Géneros Fósiles	Fases de desarrollo y extinción		Causas de extinción					
	Pleistoceno		Holoceno					
	Becerra Inferior	B.S.C. III	1	2	3	4	5	6
Molossina								
Gliptotherium								
Motrotherium								
Braurotherium								
Lyodon								
Sylvilagus								
Geomys								
Thomomys								
Pappogeomys								
Peromyscus								
Eaiomys								
Neotomodon								
Neotoma								
Microtus								
Neochocerus								
Europhagus								
Canis								
Arctodus								
Ursus								
Procyon								
Mephitis								
Lutra								
Felis								
Panthera								
Sailioion								
Cuvieronius								
Mastodon								
Mammutus								
Equus								
Platygonus								
Tayassu								
Eschatius								
Camelops								
Lama								
Odocoileus								
Cervus								
Mavahoceros								
Tetramerix								
Caprocerix								
Antilocapra								
Bison								
Euceratherium								

Clave de los periodos:
 I.- Caliche II
 B.I.- Becerra inferior
 C.III.- Caliche III

Clave de las causas de extinción:
 1.- Cambios climáticos y florísticos.
 2.- Competencia.
 3.- Fluctuaciones poblacionales.
 4.- Depredación humana en tiempos prehistóricos.
 5.- Depredación humana en tiempos recientes.
 6.- Sobrevivientes.

VI.- Conclusiones.

Para finalizar este trabajo, es importante señalar las diferentes conclusiones que se obtuvieron.

- Aceptando la idea de varios autores, las fases glaciares del Pleistoceno provocaron en la Cuenca de México períodos templado-húmedos y cálido-secos.

- De acuerdo con la interrelación y duración de las fases glaciares e interglaciares con los períodos templado-húmedos y cálido-secos de la Cuenca, así como con diversos estudios palinológicos, considero que las localidades fósiles de la Cuenca mantienen más de 23,000 años de antigüedad.

- En el Pleistoceno superior y medio existió en la Cuenca una fase de clima desértico, representada por la Formación Tarango.

- A partir de cuando el valle se transformó en Cuenca, durante el subperíodo glacial Altoniano, el clima se modifica permitiendo, durante el subperíodo glacial Woodforiense o Fase Becerra inferior de la Cuenca, el establecimiento de comunidades animales y vegetales -- propios de bosque.

- Las comunidades mastofaunísticas fueron muy diversificadas, predominando las formas de gran talla. Dos aspectos se derivan de su análisis, primero, la presencia de géneros muy especializados en la vida en bosques permanentemente húmedos y segundo, la existencia de una gran cantidad de carnívoros, entre ellos algunos denominados "superdepredadores", indicando en conjunto una riqueza faunística -- comparable a la que hoy solo se encuentra en las sabanas africanas.

- A través de dos métodos de análisis de fauna, es posible sugerir el clima y flora que predominó en varias regiones de México en el Pleistoceno. Respecto a la Cuenca de México, estos resultados -- más algunos registros paleobotánicos, muestran que en las fases templado-húmedas los bosques tuvieron una importancia mucho mayor que ahora, destacando el tipo mesófilo de montaña.

- Durante los períodos cálido-secos el clima y la vegetación se modificaron en alto grado, haciendo que numerosos mamíferos de la Cuenca desaparecieran al inicio del Holoceno durante la Fase Caliche III.

- En este mismo período la competencia entre géneros estrechamente emparentados se agudiza, motivando la extinción de varios de ellos.

- Las estables condiciones ecológicas de la Cuenca de México en

en los periodos templado-húmedos permitieron la presencia de mamíferos especializados en su período de gestación y época de parto, los cuales desaparecieron de la región cuando el clima se hizo heterogeneo, y los nacimientos dejaron de coincidir con la mejor época del año en clima y alimento.

- La mayoría de los géneros de mamíferos de la época se extinguieron en la Fase Caliche III. En la evolución cultural del hombre de la Cuenca esta época corresponde al período denominado "época de cazadores de mamuts", por lo que analizando el tipo de fauna que aún existía, las condiciones climáticas y el nivel cultural del hombre, se concluye que éste fué el principal responsable de las extinciones del Pleistoceno.

- Hay otros géneros del Pleistoceno que actualmente no existen en la Cuenca (Ursus, Lutra, Tayassu, Antilocapra y Bison) y que también desaparecieron por acción del hombre, pero es más probable su extinción en tiempos históricos por cacería y sobre todo alteración del medio a través de las actividades de cacería.

- Haciendo un breve análisis a nivel mundial, debe aceptarse dos causas básicas de la extinción de la mastofauna del Pleistoceno, los cambios climáticos y florísticos y la depredación por el hombre.

- La extinción de los últimos grandes mamíferos en la Cuenca, es simultanea a la aparición de las primeras comunidades sedentarias, y posterior desarrollo agrícola e instrumental.

- Con base en los datos señalados se concluye que la extinción de la fauna del Pleistoceno fué el móvil básico para el desarrollo agrícola y urbano, con todos los factores derivados de ellos.

- El análisis hecho con la evolución del hombre en la Cuenca es una aportación más a la teoría de creación independiente para las culturas americanas.

VII.- Bibliografía.

- Anónimo. 1981⁽¹⁾ Síntesis geográfica del Estado de México S.P.P. México: 78-79.
- Anónimo. 1981⁽²⁾ Carta topográfica Ciudad de México E14-2. Incluye D.F., Edo. de México, Tlaxcala, Hidalgo, Puebla y Morelos. Escala 1-250,000. S.P.P. México.
- Aguirre E. 1969. Evolutionary history of the elephant. *Science* 164: 1366-1375.
- Álvarez T. 1966. Catálogo Paleomastozoológico mexicano. I.N.A.H. Publ. 17 Méx.co. 70 p.
- Arellano A. 1946. El elefante fósil de Tepexpan y el hombre primitivo. *Rev. Mex. Est. Ant.* VIII: 89-94.
- Aveyra L. 1953. Asociación de artefactos con mamuts en el Pleistoceno superior de la Cuenca de México. *Rev. Mex. Est. Ant.* 1: 3-29.
- Aveyra L. 1955. El segundo mamut fósil de Santa Isabel Iztapan, México y artefactos asociados. Publ. I.N.A.H. 1: 1-59.
- Aveyra L. 1959. Los cazadores de mamut, primeros habitantes de México. en: *El esplendor del México antiguo*. I.N.A.H. México: 53-70.
- Avers Ch. 1974. *Evolution*. Harper & Row, N.Y.:212-214.
- Aviña C. 1969. Nota sobre carnívoros fósiles del Pleistoceno de México. *Ser. Paleoecología I.N.A.H.* (5):20.
- Axelrod. 1981. Holocene climatic changes in relation to vegetation disjunction and speciation. *Amer. Nat.* 117(6):847-870.
- Barcenas M. 1982. Descripción de un hueso de llama fósil, encontrado en los terrenos postterciarios de Tequixquiac. *Anal. Mus. Nal. México*, 1ª época 2:439-444.
- Barrios G. en Ms. Análisis del registro paleovertebradológico en México. Tesis, U.N.A.M. Facultad de Ciencias.
- Bravo H. 1978. *Las Cactáceas de México Vol. 1* U.N.A.M.
- Bryan K. 1948. Los suelos complejos y fósiles de la altiplanicie de México con relación a los cambios climáticos. *Bol. Soc. Geol. Mex.* 13:1-20.
- Cesare E. 1955. Pleistocene temperatures, *Journal of Geol.* 63:538-578.
- Clisby K. y Sears P. 1955. Palynology in southern North America. III. Microfossil profiles under México city correlated with secondary profiles. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 66: 511-520.
- Colbert E. 1969. *Evolution of the vertebrates*. Wiley-Interscience, N.Y. Cap. 24-30.
- Comas J. 1980. Origen de las culturas precolombinas. S.E.P. Diana. México Cap. III.
- Cope E. 1886. Los mamíferos del valle de México ya extinguidos. *An. Mus. Nal. de Méx. época I Vol. 3*

- Corn W. 1968. Prehistoric animals and their hunters. Faber y Faber. London Cap. 7-10.
- Dalquest W. y Scheffer V. 1944. Distribution and variation in pocket gophers Thomomys talpoides in the state of Washington. Amer. Nat. 78: 308-333.
- Dalquest W. 1974. The mexican camel names Palauchenia mexicana del Castillo y Palauchenia magna Owen. J. Paleont. 48(1):196-198.
- Dalquest W. y Mooser B. 1975. Pleistocene mammals from Aguascalientes, central México. J. Mammal. 56:781-820.
- Dalquest W. y Mooser B. 1980. Arctodus cristinus Leidy in the Pleistocene of Aguascalientes, México J. Mammal. 61(4):724-725.
- Darlington P. 1957. Zoogeography: The geographical distribution of animals. John Wiley y Sons, N.Y. XII+ 675 p.
- Davis W. 1946. The mexican volcano mouse Neotomodon. J. Mammal. 26(4):401-411.
- Deeveys E. 1949. Biogeography of Pleistocene. Bol. Geol. Soc. Amer. 60: 1315-1416.
- De Cserna Z. 1974. La evolución geológica del panorama fisiográfico actual de México en: El escenario geográfico. Introducción ecológica S.E.P.-I.N.A.H. México 49-55.
- De Paula C. 1978. Mamíferos fósiles de Pleistoceno de Espiritu Santo. An. Ac. Brasil Cienc 50(3):365-379.
- De Terra H. 1946. New evidence for the antiquity of the early man in México. Rev. Mex. Egt. Antr.: 8669-8688.
- De Terra H. 1949. Tepexpan Man. Viking fund. Pub. Anthropol. N.Y. V.II
- Del Río P. 1962. Panorama hidrológico de la República Mexicana en general y del Valle de México en particular. Ing. Hidr. Méx. 16: 41-60.
- Dillon L. 1978. Evolution, concepts and consequences, Mosby. E.U.: 226-231.
- Ferrusquía I. 1969. Rancho Gaitan local fauna, early Chandronian -- Northeastern Chihuahua. Soc. Geol. Mex. Bol. 30:99-138.
- Ferrusquía I. 1978. Distribution of Cenozoic vertebrates faunas in Middle America and problems of migration between North and South America: Conexiones terrestres entre Norte y Sudamérica Bol. 101 Inst. de Geol. U.N.A.M.:193-321.
- Flores D. 1974. Los suelos de la República Mexicana. en: El escenario geográfico. Recursos naturales S.E.P.-I.N.A.H. México, 9-110.
- Freudenberg W. 1910. Die Säugetierfauna des Pliocäns und Postpliocäns von Mexiko. I. Carnivora. Geol. Paleont. Abband. 9(3): 195-231.
- Freudenberg W. 1921. Geologie von Mexiko, Berling VIII. 232 p.

- Freudentberg W. 1922. Die Säugtierfauna des Pliocäns und Postpliocäns von Mexiko. II Mastodenten und Elefanten, Geol. Paläont. Abband. 14:103-176.
- García E. 1965 Distribución de la precipitación en la República Mexicana Publ. Inst. Geogr. Mex. 1:173-191.
- García E. 1980. Apuntes de climatología U.N.A.M. Cap. V.
- Gentry H. 1957. Los pastizales de Durango. Edic. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México 361 p.
- Going G. 1978. Introduction to Herpetology, Freeman, E.U. Cap. 13 y 14.
- Graham A. 1978. Distribution and migration of cenozoic floras in Mesoamerica en: Conexiones terrestres entre Norte y Sudamérica. Bol. 101. Inst. de Geol. U.N.A.M. p. 156-192.
- Grzimek B. 1972. Animal life Encyclopedia. Van Nostrand Reinhold Company N.Y. Vol. 4-13.
- Grzimek B. 1976⁽¹⁾ Encyclopedia of Evolution. Van Nostrand Reinhold Company N.Y. Cap. 17-19.
- Grzimek B. 1976⁽²⁾ Encyclopedia of Ecology. Van Nostrand Reinhold Company N.Y. p. 171-175.
- Hall y Kelson, 1959. The Mammals of North America. Ronald Press, N.Y. Vol. I y II.
- Hall R. 1981. The Mammals of North America. Ronald Press, N.Y. Vol. I y II.
- Hay O. 1930. Second bibliography and catalogue of the fossil vertebrata of North America. Carnegie Ins. Washington. Publ. 2 XIV+ 1074 p.
- Herrera A. 1890⁽¹⁾ Notas acerca de los vertebrados del valle de México. La Naturaleza. Serie 2 Tomo I:299-342.
- Herrera A. 1890⁽²⁾ El valle de México considerado como provincia zoológica. La Naturaleza Serie 2 Tomo I:343-378, 442-483.
- Hibbard W. 1949. Pleistocene vertebrate Paleontology in North America. Bull. Geol. Soc. Amer. 60:1417-1428.
- Hibbard W. 1955. Pleistocene vertebrates from the upper Becerra formation (Becerra superior) Valley de Tequixquiac México - with notes on others Pleistocene forms. Univ. Mich. Mus. Paleont. Contrib. 12:47-96.
- Hollew W. 1979. El hombre prehistórico. Colección de la naturaleza de Time-life Mex. pag. 85-99.
- Kiltie W. 1982. Intraespecific variation in the mammalian gestation period. J. Mammal 63 (4):646-652.
- Kurten B. 1972. The age of mammals Columbia University Press, N.Y. Cap. 9.
- Kurten B. 1975. A new Pleistocene genus of american mountain deer. J. Mammal 56(2):507-508.
- Lance J. 1950. Paleontología y estratigrafía de Yepómera, estado de Chihuahua, 1ª parte: Equidos, excepto Nechipparion. Bol. 54. Inst. de Geol. U.N.A.M.

- Lavocat R. 1970. Historia de los mamíferos. Martínez Roca, Barcelona. Cap. IV.
- Leopold S. 1982. Fauna silvestre de México. Ins. Mex. Rec. Nat. Renov. Parte II.
- Lindsay S. 1980. Pliocene dispersal of the horse Equus and late cenozoic mammalian dispersal events. Nature 287(5778): 135-138.
- Long A. 1976. Pleistocene extinctions. Science 197(4222): 102.
- Longwell Ch. 1979. Geología física. Limusa, México. Cap. 17.
- Lorenzo J. 1956. Notas sobre arqueología y cambios climáticos en la Cuenca de México. En: La Cuenca de México, consideraciones geológicas y arqueológicas. Pub. 2. I.N.A.H.: 29-45.
- Lorenza J. 1975. Los primeros pobladores. En: Del nomadismo a los centros ceremoniales. De la serie: México: Panorama histórico y cultural. S.E.P.-I.N.A.H.: 15-59.
- Maldonado K. 1947. Nota preliminar sobre una fauna subfósil de pequeños vertebrados en un antiguo delta de la región de Zumpango, México. Rev. de la Soc. Mex. de Hist. Nat. 8:243-51.
- Maldonado K. 1948. Los vertebrados fósiles del cuaternario de México. Rev. de la Soc. Mex. de Hist. Nat. 9(1): 1-35.
- Maldonado K. 1955. Nuevos hallazgos de antilocápridos en el Pleistoceno superior de Tequixquiac. Acta Zool. Mex. 1(7): 1-7.
- Maldonado K. 1959. El centro de México. En: El esplendor del México antiguo. I.N.A.H. Pag.49-52.
- Marshall L. 1976. Calibration of the great American Interchange. Science 204: 272.
- Marshall L. 1982. Mammalian evolution and the great American Interchange. Science 215 (4538): 1351-1357.
- Martin P. 1957. The Pleistocene history of temperate biotas in México and eastern of United States. Ecology 38(3):468-480.
- Mayr E. 1963. Especies animales y evolución. Ariel S.A. Chile, cap. XVIII y XIX.
- Mayr E. 1977. Evolution and the diversity of life. The Belknap Press of Harvard university Press, E. U. Cap. I.
- Mc Alester L. 1977. The history of life. Prentice-Hall, New Jersey. Cap. 6.
- Mc Artur R. 1972 Geographical ecology Harper y Row, E.U. p. 95.
- Melendez B. 1977 Paleontología, Paraninfo, Madrid Tomo I, Cap. V.
- Mena de la Peña, 1976. Catalogo paleomastozoológico con notas sobre la avifauna fósil. Tesis. Facultad de Ciencias U.N.A.M.
- Miranda P. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Mex. 28:29-179.
- Mooser B. 1958. La fauna "Cedazo" del Pleistoceno en Aguascalientes. Ibid 29:409-452.

- Mooser, F. 1956. Consideraciones geológicas sobre la formación del lago de Texcoco en: La Cuenca de México, consideraciones geológicas y arqueológicas. Pub. 2 I.N.A.H. p. 9-18.
- Mooser F. 1957. Los ciclos de vulcanismo que formaron la Cuenca de México. Cong. Geol. Inter. XX sesión. Sección 1 en: Válcanología del Cenozoico, Vol. II, pag. 337-348.
- Mooser, F. 1963. Historia tectónica de la Cuenca de México Bol. Asoc. Mex. de Geol. Petrol. 15(11 y 12):239-245.
- Mooser F. 1967. Tefracronología de la Cuenca de México para los últimos treinta mil años I.N.A.H. Bol. 30:12-15.
- Mosiño, P. 1974. Los climas de la República mexicana en: El escenario geográfico. Introducción ecológica S.E.P.-I.N.A.H p.71-91.
- Navarro R. 1982. Mamíferos de la región tropical "Los Tuxtlas", Ver. Tesis. Facultad de Ciencias. U.N.A.M.
- Niederberger Ch. 1979. Early sedentary economy in the basin of México. Science 203:131-203.
- Pianka E. 1978. Evolutionary ecology. 2ª Edición. Harper y Row, E.U., Cap. 3 y 4.
- Quintero G. 1974. Tipos de vegetación de México. en: El escenario geográfico. Recursos naturales, S.E.P.-I.N.A.H. p. 111-120.
- Ramírez J. 1903. Introducción para una flora del valle de México. La Naturaleza, Serie 2, Tomo 3:696-703.
- Reiche C. 1914. La vegetación de los alrededores de la capital de México. México D.F. p. 143.
- Reyes A. 1923. Los elefantes de la Cuenca de México. Rev. Mex. de - Biol. 3:227-244.
- Rommer A. 1966. Vertebrate Paleontology. University of Chicago Press. Cap. 19-30 pag. 379-396.
- Rzedowski J. 1964. Cartografía de los principales tipos de vegetación de la mitad septentrional del Valle de México. An. Esc. Nac. Ciencias Biol. 13:31-57.
- Rzedowski, J. 1965. Relaciones geográficas y posibles orígenes de la flora de México. Bol. Soc. Bot. Mex. 29:121-177.
- Rzedowski, J. 1968. Flora del Pleistoceno superior del cerro de la Estrella, próximo a Iztapalapa, D.F. An. Esc. Nac. de Ciencias Biol. 16:9-39.
- Rzedowski, J. 1970. Nota sobre el bosque mesófilo de montaña en el Valle de México. An. Esc. Nac. Ciencias Biol. 18:92-106.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México Cap. 1-7.
- Rzedowski, J. 1979. Flora fanerogámica del Valle de México. C.E.C.S.A. México Vol. 1:11-41.
- Sahagún Fr. 1956. Historia general de las cosas de la Nueva España. Vocabulario 4:315-373. Porrúa, México.
- Salisbury F. 1978. Plant Physiology. Wadsworth y Wise, Belmont. Secc. IV.

- Schalsaeffer C. 1969. Resumen de la geología de la hoja de México, Distrito Federal y estados de México y Morelos, Carta geológica de México, Hoja México 140-h(5), serie de 1-1,000, OOO. U.N.A.M.
- Sears P. 1951. Pollen profiles and culture horizons in the basin of Mexico, en: The civilization of ancient America, Chicago University Press p. 57-61.
- Seurat L. 1960. Sobre la fauna de lagos y lagunas del Valle de México. La naturaleza, Serie 2 Tomo 3:403-406.
- Silva B. 1969. Localidades de vertebrados fósiles en la República mexicana. Bol. 28 Inst. de Geol. U.N.A.M.
- Simberloff D. 1976. Species turnover and equilibrium island biogeography. Science 194:572.
- Simpson G. 1945. The principles of classification and a classification of mammals. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. Vol. 85:39-162.
- Suess H. 1956. Absolut cronology of the last glaciation. Science 123: 335-357.
- Thomas B. 1981. The evolution of plants and flowers. St. Martin's Press, E.U. p. 100-105.
- Toledo V. 1976. Los cambios climáticos del Pleistoceno y sus efectos sobre la vegetación cálida y húmeda de México. Tesis. Facultad de Ciencias. U.N.A.M.
- Vaughan T. 1978. Mammalogy. Saunders, N.Y. Cap. 12 y 16.
- Villa B. 1953. Mamíferos silvestres del Valle de México Anal. Inst. Biol. 23:269-492.
- Villada M. 1905. Breves apuntes de la paleobiología del Valle de México. La Naturaleza. 3ª serie Vol. 1:7-13.
- Walker B. 1975. Mammals of the world. The John Hopkins University Press, Baltimore Vol. I y II.
- Watson, D. 1946. The evolution the Proboscidea. Biol. Rev. 21:15-29.
- White S. 1956. Geología glacial del Istacsihuatl en: La Cuenca de México, consideraciones geológicas y arqueológicas. Pub. 2 I.N.A.H. P. 19-27.
- White S. 1962. El Istacsihuatl, acontecimientos volcánicos en el lado oeste durante el Pleistoceno superior Depto. de Investigaciones y Publicaciones No. 6 I.N.A.H.
- Wilson, J. 1974. Analytical zoogeography of North American mammals. Evolution 28:124-140.
- Woloszyn, D. 1982. Los mamíferos de la Sierra de la Laguna, Baja California sur. CONACYT, México. p. 25-31