



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

146
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

"Tafonomía y Estratigrafía de las localidades del Cretácico Superior
ubicadas al Noroeste de Ciudad del Maíz, San Luis Potosí,
México."

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGA
PRESENTA:
MA. ALEJANDRA DE LA MORA VIDAL
CIUDAD UNIVERSITARIA
MÉXICO, D. F.
1992

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

	Página
ÍNDICE	
1. PRESENTACIÓN	1
1.1. RESUMEN	1
1.2. INTRODUCCIÓN	3
1.3. ANTECEDENTES	4
1.4. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
1.4.1. Ubicación	6
1.4.2. Clima	7
1.4.3. Marco geológico y rasgos fisiográficos	7
2. OBJETIVOS	10
3. METODOLOGÍA	11
3.1. TRABAJO DE CAMPO	11
3.2. TRABAJO DE GABINETE	11
3.3. ANÁLISIS TAFONÓMICO	12
4. RESULTADOS	15
4.1. LISTA DE GÉNEROS Y ESPECIES ENCONTRADOS EN EL ÁREA DE CIUDAD DEL MAÍZ	15
4.2. ANÁLISIS TAFONÓMICO CUALITATIVO DE CADA UNA DE LAS UNIDADES ESTUDIADAS	17
4.3. ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO	23
4.3.1. Descripción estratigráfica de los afloramientos presentes del área de Ciudad del Maíz, Estado de San Luis Potosí	23
4.3.2. Distribución estratigráfica de la fauna	28
4.3.3. Correlación entre los afloramientos del área de Ciudad del Maíz	32
4.3.4. Correlación de las secciones con las unidades litoestratigráficas aflorantes en la región	32
5. CONCLUSIONES	41
6. BIBLIOGRAFÍA	43
7 LÁMINAS	

1. PRESENTACIÓN

1.1. RESUMEN

En el presente trabajo se estudiaron dos secciones estratigráficas ubicadas en los alrededores del área de Ciudad del Maíz, San Luis Potosí. En estas secciones se detectó la presencia de 18 especies de bivalvos, 8 de gasterópodos, un equinoide y un crustáceo y se estableció la distribución estratigráfica de esta fauna.

Habiendo dividido las secciones realizadas en siete unidades de estudio se realizó la correlación de las dos secciones encontrándose que las unidades 1, 2, y 3 y que forman la parte inferior y media de la columna I son correlacionables con la totalidad de la sección II.

Las unidades que conforman ambas secciones, a excepción de la unidad 4, presentan fauna en buen estado de conservación, de hábitos bentónicos (infaunales y epifaunales) y a partir de ella se interpretó el paleoambiente como de tipo lagunar, con influencia marina y en el cual el material se depositó *in situ*, reflejando una asociación de vida o una biocenosis de fondo.

Este ambiente de depósito se caracterizó por una sedimentación lenta de material de grano fino, con cantidad moderada de estructuras orgánicas, con bioturbación moderada, sin llegar a alterar la estratificación, con predominio de fauna autóctona. Dentro del modelo de las biofacies de Shäffer (1972) y debido a las características encontradas, se considera a los afloramientos como pantostratos vitales.

La edad de los afloramientos se estableció por la presencia de *Exogyra costata* Say y *Gryphaea vesicularis* Lamarck, fauna característica del Campaniano-Maastrichtiano.

Tanto la presencia de secuencias litológicas similares, como la del contacto basal con la Formación El Abra y el parecido de la fauna, permite correlacionar las unidades 1, 2, y 3, así como de la totalidad de la sección II, con la Formación Cárdenas. En particular la existencia de *Gryphaea vesicularis* Lamarck, *Exogyra costata* Say y *Arctostrea aguileræ* (Böse) permite establecer que los afloramientos del área son asignables al miembro medio de la Formación Cárdenas y correlacionables con la biozona de *Arctostrea aguileræ* propuesta por Myers para el

área de Cárdenas, San Luis Potosí.

La presencia de material retrabajado en la unidad 4, cuyo posible origen se debe a rocas de la Formación Cárdenas, implica la necesidad de reconsiderar la asignación de dicha unidad como "Capas Méndez".

1.2. INTRODUCCIÓN

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación "Paleontología de las localidades cretácicas del área de Ciudad del Maíz, San Luis Potosí", que se desarrolla en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, U.N.A.M., y que tiene como objetivo primordial establecer las características paleontológicas de la región, ubicada en el flanco este del Geosinclinal Oriental de la República Mexicana, estructura considerada de gran importancia geológica y económica por estar constituida por rocas del Jurásico, Cretácico y Terciario, con gran probabilidad de ser almacenadoras de hidrocarburos (López Ramos, 1982).

A partir de las observaciones de campo y del análisis de la fauna colectada en las localidades de estudio, así como por el análisis estratigráfico llevado a cabo en los inicios del proyecto antes mencionado, se detectaron una serie de incoherencias en la distribución estratigráfica de la fauna fósil presente en el área, así como problemas nomenclaturales al ubicar los afloramientos dentro de la Formación Cárdenas. Estas irregularidades se detectaron en las características litológicas y fosilíferas de la unidad denominada "Capas Méndez" (López Ramos, *op. cit.*) que son totalmente diferentes a las reportadas como parte de la Formación Cárdenas en el área y en otras regiones, y aún diferentes de las unidades que han sido asignadas a la Formación Méndez en San Luis Potosí.

Al considerar los problemas anteriores se planteó la posibilidad de que esta unidad estuviera constituida por material retrabajado y se estableció la necesidad de determinar con claridad la autoctonía o aloctonía de la fauna encontrada, mediante un análisis tafonómico, con el fin de postular las relaciones litoestratigráficas de los afloramientos del área con otras unidades de la región.

Es importante considerar que, previo a cualquier estudio de interpretación paleoecológica, estratigráfico o paleoambiental es necesario realizar un análisis tafonómico que demuestre la autoctonía del material fósil que se utilice (De Renzi, 1978; Acuña, 1982). Para facilitar de alguna manera el manejo de la información que brindan ese tipo de análisis se han propuesto una serie de modelos teóricos que resumen las características de una asociación fósil. Por ejemplo Craig y Hallam (1983) postulan los conceptos de **biocenosis** para nombrar asociaciones compues-

tas por individuos fósiles que se depositaron *in situ* y el concepto de **tanatocenosis** para las asociaciones en donde los individuos asociados sufrieron un transporte previo a su depositación final.

Por lo anterior se decidió llevar a cabo un análisis tafonómico sobre la fauna de bivalvos, gasterópodos, equinodermos, crustáceos e icnofósiles encontrada en los afloramientos cretácicos del área de Ciudad del Maíz.

En particular, los dos primeros grupos fueron utilizados en mayor medida dada su abundancia y por ser organismos que permiten efectuar estudios estratigráficos y que ayudan a inferir, por comparación con grupos actuales, las condiciones ecológicas que prevalecieron en el ambiente de depósito (Puig *et al.*, 1984).

1.3. ANTECEDENTES

López Ramos en 1982, menciona en el capítulo de los recorridos geológicos efectuados en el Altiplano Mexicano, una serie de afloramientos de las formaciones Tamaulipas, Abra, Agua Nueva, San Felipe y Méndez en el estado de San Luis Potosí; dichos afloramientos presentan espesores potentes y los ubica en un ambiente geológico general de calcarenita y caliza del Jurásico y Cretácico Superior. Además reporta la existencia de rocas paleozoicas. Este autor delimita los afloramientos de Ciudad del Maíz por la Sierra de Cardona que se ubica en el extremo norte de la Sierra de Piñonal, aproximadamente a 15 km hacia el NW de Ciudad del Maíz. En esta región determinó que el buzamiento general de las capas de la Sierra del Piñonal es hacia el norte y ubica estos afloramientos de lutita y arenisca de la Formación Cárdenas con gran cantidad de *Exogyra* a 10.2 km al NW de la Iglesia del poblado de Ciudad del Maíz sobre el lado sur de la carretera Huizachal-Ciudad del Maíz; el mismo autor observó, suprayaciendo a estratos de caliza, capas de lutita intercaladas con margas rojizas y grises a las que llamó "Mendez Basal", asignándole a todo el conjunto de rocas una edad campaniana-maastrichtiana.

Por otra parte, Hurtado (1985) elaboró un listado de fauna de gasterópodos y bivalvos cretácicos de la región de Ciudad del Maíz. En este trabajo se propuso la existencia de un ambiente de aguas cálidas, someras, cercanas a la costa y con fauna característica de estos habitats. Siguiendo la idea de López Ramos (1982) asignó los afloramientos portadores a la "Formación Méndez".

A continuación se presentan una serie de referencias que aluden a la Formación Cárdenas y que se estima oportuno mencionarlas debido a la similitud que existe entre la fauna del Cretácico del Municipio de Cárdenas, San Luis Potosí y la fauna reportada en los afloramientos que aquí se estudian.

Böse (1906) realizó en el área de Cárdenas, San Luis Potosí, el primer trabajo formal sobre la fauna de la llamada "División Cárdenas" el cual consistió en una descripción detallada de bivalvos, gasterópodos y rudistas de edad Senoniana Superior (Campaniana-maastrichtiana). Böse y Cavins (1927) señalan que las formaciones del Supracretáceo en la Sierra Madre Oriental están compuestas de lutita, caliza, lutita arenosa y arenisca, y contienen ejemplares de *Exogyra costata* Say y *Gryphaea vesicularis* Morton, fauna que indican una edad maastrichtiana.

En el área de Cárdenas, Heim (1940) describe por primera vez la presencia del sinclinal de Cárdenas de edad maastrichtiana, caracterizándolo como facies marinas de profundidad moderada. Señala que los afloramientos se extienden del norte de Tula al suroeste de Tamaulipas y los menciona como equivalentes a las Lutitas Méndez que afloran en el estado de Guerrero. La fauna reportada según este autor es diagnóstica de la Formación Navarro (Texas) que muestra ejemplares de *Exogyra cancellata* Stephenson, *E. costata* Say y *Sphenodiscus* cf. *S. lenticularis* Owen. No presenta detalles de la sección.

Más tarde Imlay (1944a y b), reporta que las rocas del Campaniano-Maastrichtiano que se presentan en la parte baja de la región, hacia el oeste del poblado de Canoas, estado de San Luis Potosí, afloran en estratos de caliza con rudistas, intercalados con capas de marga, lutita y arenisca con moluscos, crinoides, equinoides y gran cantidad de foraminíferos. En el área de Cárdenas que le permitió asignar la edad maastrichtiana fue *Exogyra costata* Say y *Sphenodiscus*. Wade (In Imlay, 1944a) expone que la Formación Cárdenas aflora en una porción del anticlinal

que se ubica cerca del municipio de Cárdenas. No precisa la localización geográfica exacta y le asigna una edad que va del Turoniano al Maastrichtiano.

Cserna y Bello - Barradas (1963) reportan una unidad estratigráfica llamada "Capas Cárdenas" en la Sierra de Alvarez, que se ubica en la parte occidental de la Sierra Madre Oriental en el estado de San Luis Potosí; estos autores le asignan una edad maastrichtiana por tratarse de una unidad litoestratigráfica para fines cartográficos y de acuerdo con la presencia de clastos finos y megafauna diagnóstica de las Capas Cárdenas, recomiendan utilizar el nombre de "Capas Cárdenas" en lugar de Formación Mexcala definida por Fries en 1960. Dicho nombre lo utiliza Segestrom (1961) en la región de Bernal-Jalpan, estado de San Luis Potosí.

Myers (1968) realiza una de las investigaciones más completas acerca de la Formación Cárdenas. En ella afirma que los trabajos realizados con anterioridad fueron hechos con base en cortes transversales más que en su estructura geológica. Este autor menciona que la repetición de las secuencias litológicas se encuentra parcialmente invertida. Define la Formación Cárdenas como una unidad fosilífera de 1050m de espesor, de rocas sedimentarias clásticas finas, que afloran en un sinclinal asimétrico en la plegada Sierra Madre Oriental. La formación está compuesta por tres miembros designados informalmente: el miembro inferior con capas alternantes de lutita, arenisca y bioesparudita; el miembro medio con lutita y limolita y por último, el miembro superior con limolita, arenisca y bioesparudita. Señala que esta formación está cubierta discordantemente por la Formación Tabaco y presenta también los contactos en diferentes puntos con las formaciones Tabaco, San Felipe y El Abra.

1.4. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.4.1. Ubicación

El área que cubre el proyecto "Paleontología de las localidades cretácicas del área de Ciudad del Maíz, San Luis Potosí" es de 170 kilómetros cuadrados aproximadamente y está ubicada entre las coordenadas 22° 00' a 22° 30' norte y 99° 15' a 100° 00' oeste. En esta ocasión se estudiaron únicamente las unidades que afloran en los arroyos secos cercanos a los poblados de Ciudad del Maíz y La Calzada. Las secciones medidas se encuentran entre la Sierra de la Cruz y la Sierra Piñonal (carta topográfica edición 1978 CETENAL a escala 1:500 000). El acceso al

lugar es por la carretera federal No. 57 que va de la Ciudad de México a San Luis Potosí, se continúa por la misma carretera hasta llegar al entronque del Huizache y se prosigue por la carretera No. 80 que conduce a Ciudad del Maíz, estado de San Luis Potosí. Tomando como kilometraje inicial el entronque de Huizache se localizaron los afloramientos a una distancia aproximada de 105 kilómetros sobre la carretera federal No. 80. (Fig.1).

1.4.2. Clima

La región de Ciudad del Maíz forma parte de la Sierra Alta del estado de San Luis Potosí (Cserna y Bello Barradas, 1963), la cual presenta un clima semidesértico, caluroso-seco designado como BWhw (García, 1986) con una precipitación anual de 275 mm y con temperaturas media anuales de 25C, elevándose hasta 45C en el verano. La vegetación típica de la zona está caracterizada por matorral desértico rosetófilo, algunas cactáceas, huizaches y mezquites.

1.4.3. Marco geológico y rasgos fisiográficos

El área de estudio se ubica en el flanco occidental de la Sierra Madre Oriental señalando el límite con el Altiplano Mexicano que está formado principalmente por estratos del Cretácico Inferior y Superior así como del Cenozoico.

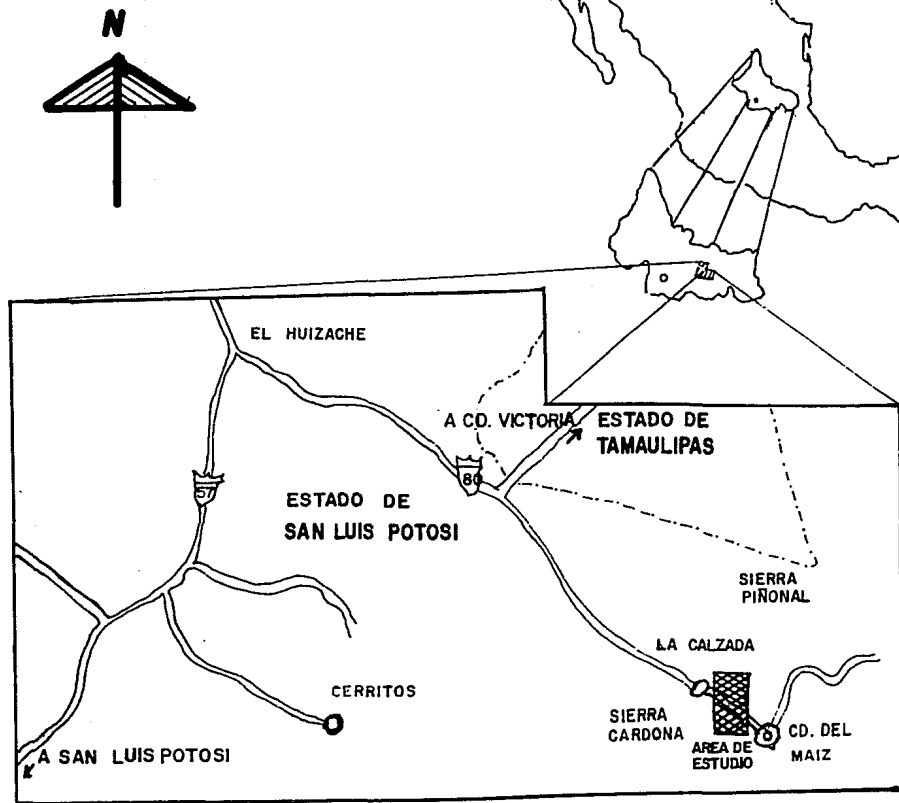
La región se caracteriza por presentar sierras más o menos individualizadas y paralelas, comprimidas unas con otras por extensos plegamientos y fallamientos formados por movimientos tectónicos complejos, dando como resultado un relieve topográfico acentuado.

El punto de mayor importancia que puede utilizarse como referencia es Ciudad del Maíz. Al NW de ella se encuentra el núcleo de un sinclinal recostado, formado principalmente por rocas de edad cretácica (López Ramos, 1982). El núcleo del sinclinal se encuentra sobre la carretera federal No. 80 que atraviesa tanto Ciudad del Maíz como el poblado de La Calzada. Este sinclinal se encuentra enmarcado hacia el este por la Sierra de La Cruz y al oeste por la Sierra Piñonal.

El paisaje geológico del área está formado en su mayor extensión por calizas cretácicas de las Formaciones Tamasopo y El Abra, rocas que presentan la característica de ser muy resistentes al clima semidesértico induciendo una apariencia de paisaje juvenil (López Ramos, 1982).

Una característica fisiográfica importante de la región, que se ubica entre la Sierra Madre Oriental y la Mesa Central, es el desarrollo de poca vegetación, siendo esta de poca altura, lo que favorece la presencia de barrancas de varios metros de profundidad, y que además enmarcan un paisaje topográfico con pendientes suaves que forman lomeríos ondulantes.

Fig 1. ACCESO AL LUGAR DE ESTUDIO



2. OBJETIVOS

Ubicar sistemáticamente el material fósil colectado en los afloramientos visitados.

Establecer la distribución estratigráfica de la fauna presente en estos mismos afloramientos.

Realizar un análisis tafonomico que posibilite la determinación del grado de autoctonía y aloctonía del material fósil registrado en las unidades estudiadas.

Dependiendo de lo anterior, reconocer el paleoambiente de acuerdo a las características presentes en el afloramiento.

Establecer el espesor de las secciones estratigráficas estudiadas en el área cercana a Ciudad del Maíz.

Con ayuda de la fauna presente determinar la sucesión original de los estratos y corroborar la edad relativa de los mismos.

Establecer las relaciones estratigráficas entre los afloramientos presentes en las secciones obtenidas en el área de estudio.

3. METODOLOGÍA

El trabajo realizado se dividió en dos partes; la primera consiste en el trabajo de campo durante el cual se obtuvo el material fósil, así como otros datos de cada una de las localidades estudiadas y la segunda que constituyó el trabajo de gabinete basado en el estudio de los fósiles y el tratamiento de los datos obtenidos en la fase de campo.

3.1 TRABAJO DE CAMPO

Previo al trabajo de campo se llevó a cabo el reconocimiento cartográfico del área con la finalidad de seleccionar los afloramientos con mayor potencialidad de estudio; para ello se analizó la carta topográfica "La Libertad" (F-14-A-17) del estado de San Luis Potosí, expedida por el CETENAL a una escala de 1:500,000 (ed. 1978).

Una vez realizado lo anterior se llevó a cabo el trabajo de campo durante el cual se realizó una prospección y selección de aquellos afloramientos con mejor exposición, en los cuales se colectó el material fósil bajo un control estratigráfico estricto.

Con ayuda de cinta y brújula Brunton se tomaron las medidas de inclinación, rumbo y espesor aproximado de las siete unidades seleccionadas para la realización de este trabajo.

De las colectas realizadas se obtuvieron ejemplares fósiles con gran facilidad debido a la poca consolidación de la roca, y sólo en caso de que el material lo requiriera se empleó como aglutinante acetato de celulosa diluido en acetona al 6%, utilizándolo tanto para protección de los ejemplares como para evitar la pérdida de estructuras importantes, o bien para la reconstrucción de material fragmentado.

3.2. TRABAJO DE GABINETE

Una vez obtenida la información necesaria en el campo se efectuó la construcción de dos secciones estratigráficas, Secciones I y II (Figs. 3 y 4 respectivamente) compuestas de cuatro y tres unidades respectivamente.

Las unidades que se utilizaron para la construcción de cada una de las secciones aflorantes en el área de estudio fueron nominadas informalmente como unidades 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

Por medio de fotografías aéreas realizadas por PEMEX en el año de 1965 a una escala aproximada de 1:52,000 y 1:50,000 se ubicaron los afloramientos tanto geográfica como estratigráficamente. Sobre estas fotografías y con ayuda del método de triangulación se determinó el espesor aproximado de cada uno de los afloramientos.

Adicionalmente, con ayuda de la carta geológica del Instituto de Geología (López Ramos, 1978) se analizaron las estructuras geológicas que afectan el área.

Al material colectado fué necesario hacerle un proceso de limpieza, con ayuda de HCl al 5% y 10% o simplemente con agua y cepillos. Se procedió a retirar el sedimento que los cubría para observar estructuras diagnósticas.

Para la determinación taxonómica del material fósil se tomaron en cuenta los lineamientos establecidos en los *Treatise on Invertebrate Paleontology* (Moore, 1964), así como bibliografía específica sobre las clases Bivalvia y Gastropoda de Conrad (1860), Gabb (1861), Böse (1906), Adkins (1928), Stephenson (1952), Myers (1968) y Hurtado (1985), que incluyen estudios previos de la fauna del área, así como de otras localidades cretácicas de México y Norteamérica.

El material estudiado pertenece a la Colección de fósiles del estado de San Luis Potosí, depositado en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, U.N.A.M., la cual consta de 1093 ejemplares catalogado con las siglas FCMP/N_i y el número correspondiente al ejemplar.

3.3. ANÁLISIS TAFONÓMICO

La metodología que se utilizó para efectuar el análisis tafonómico se adecuó tomando en cuenta la abundancia de dos clases de invertebrados fósiles, Bivalvia y Gastropoda, así como de cuatro aspectos tafonómicos a nivel cualitativo considerados por López, *et al.* (1984).

Dentro de estos aspectos, el primero se refiere al análisis de la coherencia de hábitat-fauna recomendado por Johnson, (1960), Fagestrom (1964) y López *et al.*, (*op. cit.*), es decir, Este aspecto hace referencia a que en una capa fosilífera es posible que algunas de las especies presentes no guarden relación aparente con el resto de la asociación o con el ambiente sedimentario.

La articulación es el segundo aspecto ya que al realizar la colecta del material fósil es importante considerar la aparición de estructuras articuladas en un estrato, (entendiéndose por esto la presencia de ambas valvas en el grupo de bivalvos), lo cual suele indicar bajos o moderados niveles de energía en el medio sedimentario, y con ello una escasa influencia de los fenómenos de transporte (Johnson, 1960; Fagestrom, 1964; López, *et al.*, 1984).

El tercer aspecto de importancia tafonómica es la fragmentación y alteración superficial. Estas características que presentan algunos de los restos esqueléticos fósiles son utilizados con frecuencia como criterios tafonómicos (Johnson, 1960; Ager, 1963; Chave, 1964; Trewin y Welsh, 1976; Acuña, 1982 y López, *et al.*, 1984), que indica que una exposición prolongada a los efectos del transporte causa el deterioro del material presente en la asociación fósil. La fragmentación y alteración superficial se reflejan en el estado de conservación de los fósiles y son considerados de origen biostratinómico a diferencia de los de origen diagenético que son postdeposicionales. Sobre estos aspectos, un examen microscópico permite observar características en los fósiles, como la pérdida de la angulosidad de las roturas y la alteración superficial debida a causas mecánicas producidas durante el transporte. Con ello se puede diferenciar la fragmentación producto de procesos diagenéticos, como la presión que ejercen las capas de roca superiores, que normalmente rompen la estructuras orgánicas sin separar las partes, ni provocar desgaste en bordes o superficies.

El cuarto y último aspecto tafonómico se refiere a la orientación de los fósiles con respecto a las capas sedimentarias (Johnson, 1969; Ager, 1963; Fagestrom, 1964; Hanley, 1976). En las asociaciones de vida o biocenosis es frecuente encontrar posiciones similares a las que se dieron durante la etapa funcional de la comunidad, además de posiciones similares a las que se daban en vida de los organismos, especialmente si estos eran infaunales (López *et al.*, 1984).

4. RESULTADOS

4.1. LISTA DE LOS GÉNEROS Y ESPECIES ENCONTRADOS EN EL ÁREA DE CIUDAD DEL MAÍZ.

La fauna que a continuación se enlista fue colectada en las distintas unidades utilizadas en el área de estudio. Esta constituida por 647 ejemplares que se encuentran depositados en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, UNAM, con las siglas FCMP/N1 y el número correspondiente (Nota: el * significa fauna no ilustrada).

Clase Bivalvia

Familia

Ostreidae	<i>Arctostrea aguilerae</i> (Böse) <i>Exogyra costata</i> Say <i>Exogyra</i> sp.
Gryphaeidae	<i>Gryphaea vesicularis</i> Lamarck
Cucullaeidae	<i>Cucullaea vulgaris</i> Morton <i>Cucullaea carolensis</i> (Gabb) <i>Cucullaea</i> sp.
Pinnidae	<i>Pinna cf. laqueata</i> Lamarck
Pteridae	<i>Inoceramus</i> sp.
Spondylidae	<i>Spondylus globulosus</i> D'Orbigny
Pectinidae	<i>Neithea youngi</i> Myers *
Limidae	<i>Lima azteca</i> Böse *
Trigoniidae	<i>Trigonia eufalensis</i> Gabb <i>Trigonia</i> sp.
Crassatellidae	<i>Crassatella vadosa</i> Conrad
Articadae	<i>Veniella conradi</i> (Morton)
Pholadomyidae	<i>Pholadomya</i> sp.
Laternulidae	<i>Anatimya virgata</i> Stephenson

Clase Gastropoda

Architectonicidae

Architectonica sp.

Cerithidae

Cerithium aguileræ (Böse)

Turritellidae

Turritella trilira Böse*Turritella potosiana* Böse*Turritella vertebroides* Stephenson*Turritella* sp.

Terebridae

Terebra sp. *

Acteonidae

Acteonella sp. ***Clase Echinoidea**

Hemiasteridae *

Clase Crustacea *

4. 2. ANÁLISIS TAFONÓMICO CUALITATIVO DE CADA UNA DE LAS UNIDADES ESTUDIADAS

Sección I

Unidad 1. Se presentan los bivalvos *Trigonia eufalensis* Gabb, *Crassatella vadosa* Conrad, *Exogyra costata* Say, *Cucullæa (Idonearca) vulgaris* (Morton), *Cucullæa (Idonearca) carolensis* (Gabb) e *Inoceramus* sp.; los gasterópodos *Architectonica* sp., *Turritella triliria* Böse, *Turritella potosiana* Böse, *Turritella vertebroides* Stephenson, *Terebra* sp. y dos equinodermos exocíclicos. Las conchas de la mayoría de los ejemplares presentes en la unidad se encuentran en posición de vida (Fig. 5).

La fauna encontrada en general es de hábitos bentónicos, infaunales o epifaunales, presenta buen estado de conservación, no evidenciándose marcas de transporte. La mayoría de los bivalvos colectados presentan las dos valvas, a excepción de los ejemplares de *Exogyra costata* Say, de los cuales se presentan en mayor cantidad valvas derechas. En general no existen fracturas en las conchas, y el desgaste de las mismas se considera de nivel bajo.

En relación al grupo de gasterópodos colectados presentan un estado de conservación medio, careciendo de ápice y labrum.

Los equinoides se presentan en buen estado de conservación, completos y fueron encontrados dentro de una valva derecha de *Exogyra costata* Say. Esta asociación permite inferir que la depositación de los equinoides, se dió una vez que los bivalvos habían sufrido la pérdida de la valva izquierda, la que se desprende normalmente al morir los organismos, dado el tipo de charnela disodonta que presentan. Los equinodermos que presentan hábitos alimenticios excavadores y que además se alimentan de detritus, encuentran un lugar adecuado para habitar, alimentarse y protegerse de los depredadores en las valvas de *Exogyra* ya que el tamaño de las valvas de este bivalvo favorece la acumulación de sedimento en la parte interna.

En esta unidad es notable el hecho observado en la base y en la parte alta que es la existencia de un predominio de *Exogyra costata* Say, mientras que en las capas intermedias se presentan *Cucullæa (Idonearca) vulgaris* (Morton) y *Cucullæa*

(*Idonearca*) *carolensis* (Gabb) en mayor abundancia. Dado que *Cucullaea* es un género considerado como una forma oportunista (Dodd, 1989), que posee la capacidad de incrementar rápidamente su población, adaptándose fácilmente a cambios en las condiciones del ambiente y ocupando a su vez nichos ecológicos extensos, se puede pensar que durante el depósito de esta unidad se dieron cambios ambientales relativamente rápidos que condicionaron la sucesión de etapas de colonización por *Cucullaea* seguidas por periodos de estabilidad ambiental marcados por la presencia de *Exogyra*.

La composición taxonómica presente en esta unidad refleja depósitos en un ambiente lagunar, siendo la mayoría de los géneros presentes de hábitos bentónicos, típicamente epifaunales y con un predominio de ostreidos. Sin embargo la presencia de los equinoides indica que ocasionalmente se dió una mayor influencia marina en la región. Al no encontrar evidencias de transporte en el material, este se considera depositado *in situ*, reflejando asociaciones de vida, consecuentemente biocenosis de fondo.

Unidad 2. La fauna presente en esta unidad está constituida por *Trigonia eufalensis* Gabb, *Crassatella vadosa* Conrad y un *Anatimya* sp., encontrándose gran cantidad de ejemplares de *Cucullaea (Idonearca) vulgaris* (Morton) y *Cucullaea (Idonearca) carolensis* (Gabb); *Gryphaea vesicularis* Lamarck, este último de hábitos semejantes a los de *Exogyra*, sólo se encontró en esta unidad dentro de la sección I.

Es necesario señalar la importancia de los ostreidos dentro de esta unidad. La alternancia que se observa en cuanto a la abundancia de *Exogyra* y *Gryphaea*, nos indica de manera muy superficial un cambio con respecto a la tasa de sedimentación. *Gryphaea* se considera como un bivalvo con adaptaciones a sustratos móviles, lo cual se deduce de la morfología de la concha, es decir, en relación a la superficie de fijación, la cual está poco desarrollada y el borde de las valvas consigue un rápido crecimiento en altura que le permite situarse un poco más lejos del fondo, de esta forma, la valva inferior, de forma espiralada, reposa sobre el sustrato móvil hundida por el propio peso.

En relación al grupo de los gasterópodos es importante hacer notar que se

presentan solamente dos géneros: *Turritella* (con tres especies: *Turritella triliria* Böse, *T. potosiana* Böse, y *T. vertebroides* Stephenson), y *Terebra* (con una especie no determinada). En esta unidad sólo se consideró importante a las características de conservación de estos fósiles ya, que no es significativo el número de ejemplares colectados.

Unidad 3. En esta unidad se presenta el bivalvo *Crassatella vadosa* Conrad de manera constante aunque no muy abundante, se encontró un solo ejemplar de *Anatimya* sp., se colectaron numerosos ejemplares de *Exogyra costata* Say y en menor número *Arctostrea aguilerae* Böse. Los ejemplares de *Cucullaea (Idonearca) vulgaris* (Morton) también son escasos en esta unidad así como *Pholadomya* sp..

El grado de conservación de material es bueno y la articulación de las partes es significativa.

Una diferencia con las unidades anteriores es la presencia de organismos de mayor tamaño. Esta característica se interpreta pensando en un ambiente en donde la competencia entre especies e individuos por el espacio es menor y considerando que la disponibilidad de alimento en el ambiente no fue limitada. Un ambiente equivalente en el presente se puede observar en lagunas o estuarios en donde se desarrollan grandes bancos de ostreidos, producto de la afluencia de corrientes ricas en nutrientes.

Se considera pertinente hacer notar cambios de energía en el medio, que se evidencia por la alternancia de arenisca y lutita.

En conclusión la biota de esta unidad se considera una biocenosis de fondo que se desarrolló en una laguna o estuario.

Unidad 4. En el caso de esta unidad sólo se presentan gasterópodos de la especie *Cerithium aguilerae* Böse.

Como se verá en el análisis estratigráfico, el material sedimentario que conforma esta unidad se encuentra en pequeñas depresiones sobre el núcleo del sinclinal que caracteriza a la región y en donde aparentemente se han acumulado materiales erosionados de los estratos basales.

Los ejemplares colectados presentan un grado de conservación bajo en donde

estructuras como *labrum* y ápice presentan marcado desgaste o simplemente no se han conservado. No se encontró un sólo ejemplar completo de esta especie y resalta el hecho de una aparente selección de tamaños.

El análisis tafonómico de la fauna de esta unidad permite deducir que este material sufrió un retrabajo producto de un agente de energía moderado. Sin embargo, para reforzar esta deducción sería de gran importancia el determinar a mayor detalle las condiciones sedimentológicas de este afloramiento.

Sección II

Unidad 5. Se presentan los bivalvos *Trigonia eufalensis* Gabb, *Exogyra costata* Say, *Lima azteca* Böse, *Cucullaea (Idonearca) vulgaris* (Morton) y *Cucullaea (Idonearca) carolensis* (Gabb) y algunos ejemplares de *Spondylus globosus* D'Orbigny. También se encuentran los gasterópodos *Turritella triliria* Böse y *Acteonella* sp. y es notable el hallazgo de dos crustáceos (cangrejos) asociados a gran cantidad de galerías (Fig. 6).

En general la conservación del material fósil es excelente y existe coherencia ecológica con fauna epifaunal e infaunal.

Retomando la coherencia ecológica es importante señalar la presencia de los ejemplares de crustáceos asociados a las galerías que les dan un carácter autóctono a estos organismos y que asociados a los grupos de bivalvos y gasterópodos mencionados indican un ambiente lagunar de aguas someras y reflejan una asociación de vida.

Unidad 6. Se presentan las especies de *Exogyra costata* Say, *Linearia metastriata* Conrad, *Cucullaea (Idonearca) vulgaris* (Morton), *Cucullaea (Idonearca) carolensis* (Gabb), *Gryphaea vesicularis* Lamarck, *Pinna cf. laqueata* Conrad. La principal diferencia entre esta unidad y la unidad 5 es la ausencia de crustáceos y equinodermos. Es importante hacer notar que la disposición especial del material fósil, siendo esta por medio de estratos bien diferenciados, los cuales presentan poco espesor y en donde el material fósil se observa en bancos masivos muy semejantes a los bancos de ostreidos que se aprecian actualmente en ambientes marginales .

Basándose en la comparación anterior se pretende definir la disposición del

material fósil presente en la unidad. En general todos los ostreidos se encuentran depositados en bancos masivos, resaltando la presencia de *Arctostrea aguillerae* (Böse) y *Pinna cf. laqueata* Conrad. Formas semejantes a estas especies en la actualidad se desarrollan formando bancos idénticos a los observados aquí, lo que indicaría que el material se depositó **In situ**. El hecho de considerar el comportamiento de formar bancos tanto por los ostreidos y como por *Pinna*, indica que no existía una competencia por el alimento entre estos organismos en el medio sedimentario, lo que permite suponer las condiciones estables para sostener esta carga de poblaciones de diferentes hábitos ecológicos, pero delimitados a hábitos epifaunales e infaunales. Es importante señalar que se da un mayor porcentaje de epifaunales por la construcción de bancos y que la competencia por el espacio es mínima.

A partir de las características señaladas se infiere un ambiente marginal, seguramente lagunar, con aguas poco turbias, de energía moderada y dada la abundancia de individuos se piensa que existía gran disponibilidad de nutrientes.

Unidad 7. Se presentan los bivalvos *Trigonia eufalensis* Gabb, *Linearia metastriata* Conrad, *Exogyra costata* Say, *Lima azteca* Böse, *Cucullaea (Idonearca) vulgaris* (Morton), *Cucullaea (Idonearca) carolensis* (Gabb) y muy pocos ejemplares de *Spondylus globosus* D'Orbigny; además, en esta unidad abunda *Turritella triliria* Morton.

La conservación del material es excelente, aunque se dan casos en que los gasterópodos, se encuentran comprimidos pero sin perder detalles de la arquitectura de la concha, por lo que se considera esta deformación posterior a la depositación de los mismos.

En general las características de esta unidad son idénticas a las de la unidad 6 por ello es posible determinar que el material se depositó **In situ** y que también representa un ambiente de transición, seguramente lagunar.

Una vez detallados todos los resultados del análisis tafonómico es posible adecuarlo al modelo de biofacies que propone Schäffer (1972) y señalar concretamente que a excepción de la unidad 4, todas las demás unidades reflejan una biocenosis de fondo y presentan las características de un pantostrato vital. Las siguientes características permiten afirmar este punto.

- Las unidades 1, 2, 3, 5, 6 y 7 son asociaciones con biocenosis de fondo.
- La estratificación refleja una sedimentación lenta de grano fino, con cantidad moderada de estructuras orgánicas.
- La bioturbación es intensa pero esta no altera drásticamente la estratificación.
- La energía del medio es de aguas tranquilas aeradas, reflejando un ambiente litoral.

4.3. ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO

4.3.1. Descripción estratigráfica de los afloramientos presentes del área de Ciudad del Maíz, estado de San Luis Potosí.

Sección I

Esta sección se encuentra en el flanco SW de un sinclinal recumbente (López Ramos, 1978) (figura 9, I) y posee un espesor de 560 m (fig. 3). En el flanco NE del mismo sinclinal se encuentran aproximadamente otros 410 metros de sedimentos, que en gran medida están cubiertos por sedimentos recientes, y que aparentemente son equivalentes a la sección analizada. Subyaciendo a esta secuencia se observan, en discordancia ligeramente angular, capas gruesas de caliza asignadas a la Formación El Abra. En esta sección se analizaron las cuatro primeras unidades de estudio, de las cuales las tres primeras presentan una dirección promedio de S10°E y presentan una inclinación o echado de 30 hasta 55. La unidad cuatro en particular posee un rumbo de S15°W y una inclinación de alrededor de 20 y está representando la parte alta de la sección. Esta unidad se encuentra principalmente en las depresiones topográficas que se forman en el núcleo del sinclinal y en clara discordancia angular sobre la unidad 3 de esta secuencia. Los estratos que separan la unidad 1 de la unidad 2 no se analizaron con detalle ya que se encuentran en su mayoría cubiertos por sedimentos recientes y sólo se observan en afloramientos muy pequeños y erosionados. La ubicación de la sección I se señalada en la figura 2 con la línea a-a'.

Unidad 1. Compuesta principalmente por arenisca de color crema que intertemperiza hasta alcanzar una coloración rojiza, alternando con lutita bien consolidada de color gris a gris verdoso. Esta unidad se presenta suprayaciendo, en contacto angular, a rocas cálcareas asignadas a la Formación El Abra. Se localiza en la base de la sección y presenta un espesor aproximado de 40 m.

Unidad 2. Constituida por lutita abigarrada que intertemperiza en astillas de color crema con estratificación casi paralela; la roca está poco consolidada y presenta venillas de yeso que no afectan la estratificación. Esta unidad 2 se ubica a unos 410 m sobre la base de la sección y posee un espesor aproximado de 40 m.

Unidad 3. Constituida por lutita abigarrada verdosa que intemperiza a crema en forma concrecional; en la cima se desarrolla un conglomerado poco seleccionado y una limolita de color crema, estos últimos estratos son de poco espesor.

Esta unidad se localiza aproximadamente a 450 metros sobre la base de la sección y posee un espesor aproximado de 80 m.

Unidad 4. Se caracteriza por una serie de lutita abigarrada de color crema que intemperiza en astillas con lentes de lutita rojiza. Se localiza aproximadamente a 530 m; de la base presenta un espesor aproximado de 32 metros y se encuentra aflorando repetidas veces en pequeñas depresiones formadas a lo largo del eje del sinclinal.

Sección II

En esta sección se muestrearon tres unidades (5, 6, y 7) que presentan un rumbo general de S 10 E. El espesor de esta sección es aproximadamente de 420 m (fig. 4). La unidad 5 se ubica al NE de la carretera Huizachal-Ciudad del Maíz y topográficamente por debajo de las unidades 6 y 7 que afloran del lado SW de la misma carretera. En esta sección no fue posible establecer los contactos con otras unidades. En la figura 2 la línea b-b' representa esta sección.

Unidad 5. Se caracteriza por lutita de color crema oscuro que intemperiza de azul a azul verdoso; se observa gran cantidad de venillas de yeso que no afectan la estratificación que es casi paralela. Esta unidad se encuentra en la base de la sección y tiene un espesor de 82 m aproximadamente.

Unidad 6. Presenta lutita de color gris a gris verdoso que intemperiza en astillas, se continúa con limolita, arenisca, y con un conglomerado bien seleccionado en la cima. Se inicia aproximadamente a 166 m sobre la base de la sección, con 220 m aproximadamente de espesor.

Unidad 7. Se constituye por estratos de lutita abigarrada que intemperiza de azul a azul verdoso, concrecional, con cantidad moderada de venillas de yeso; la estratificación es casi paralela, posee un espesor aproximado de 34 m y presenta galerías de diámetro pequeño que no afectan la estratificación. Se localiza aproximadamente a 388 m de la base y representa la cima de la sección.

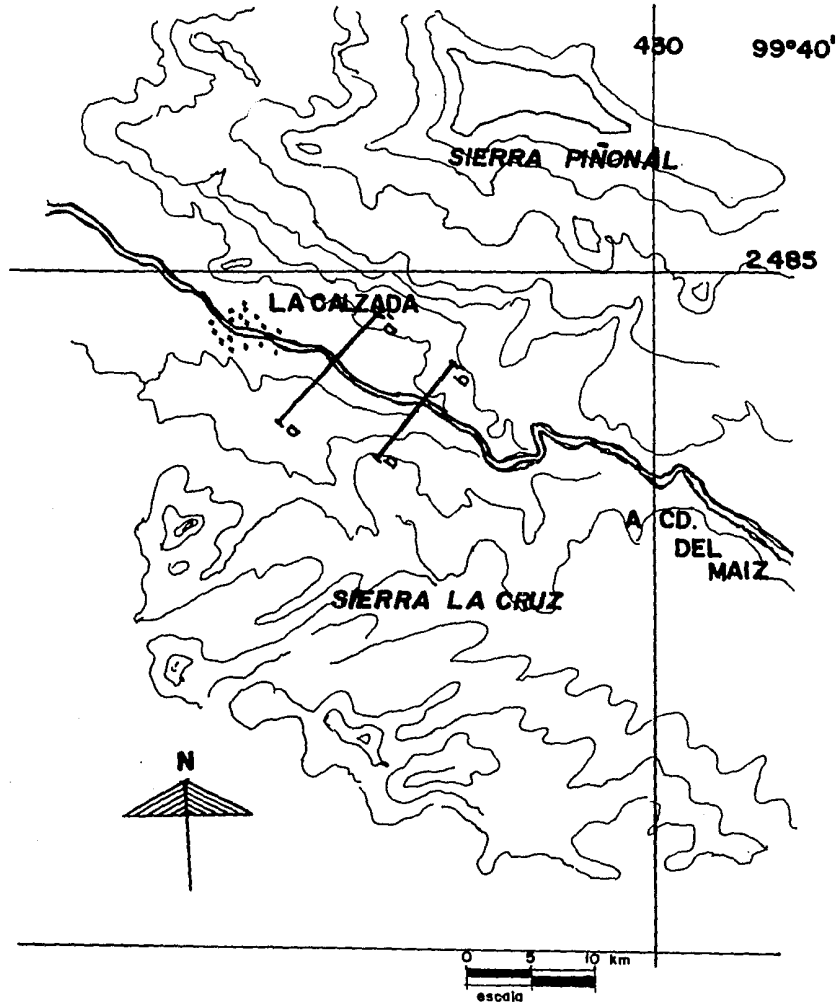
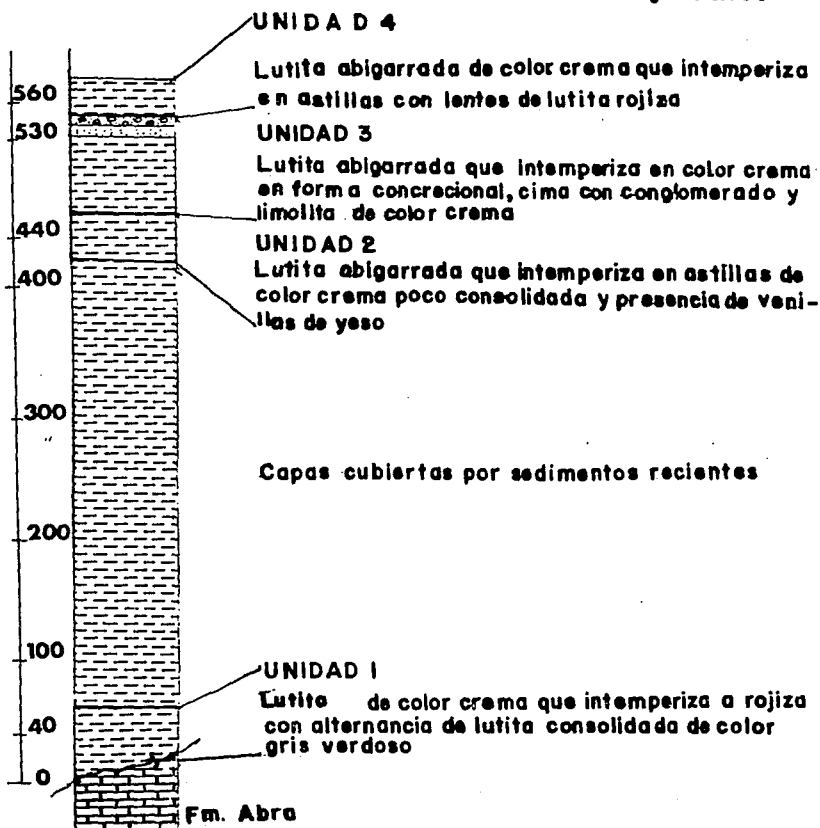


Fig. 2 . UBICACION DE LAS SECCIONES I(a-a') y II (b-b') DE LOS AFLORAMIENTOS DE CD. DEL MAIZ.

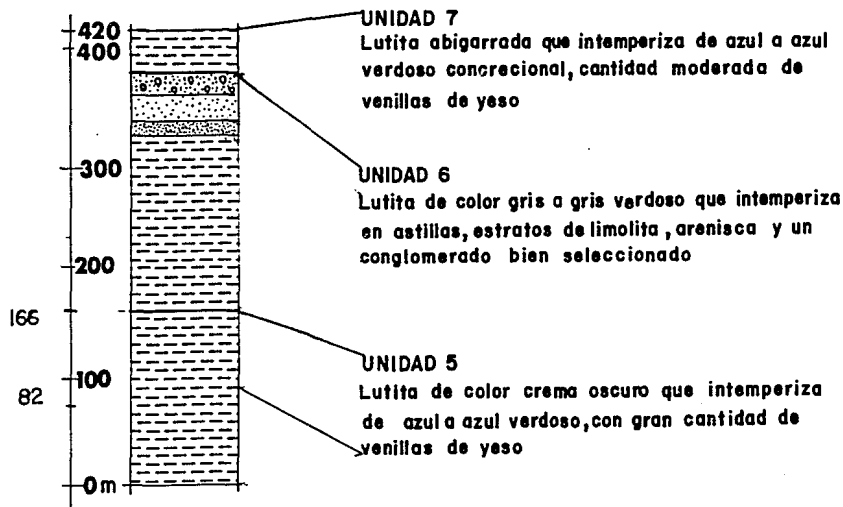
SECCION ESTRATIGRAFICA I DE LOCALIDADES QUE AFLORAN CERCA DE CD DEL MAIZ, S.L.P.



SECCION I

Fig 3 COLUMNA ESTRATIGRAFICA Sección I

SECCION ESTRATIGRAFICA II DE LOCALIDADES QUE AFLORAN CERCA DE CD. DEL MAIZ, S.L.P.



SECCION II

Fig.4 COLUMNA ESTRATIGRAFICA Sección II

4.3.2. DISTRIBUCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE LA FAUNA

Sección I (Figura 5)

Los bivalvos *Trigonia eufalensis* Gabb, *Crassatella vadosa* Conrad, *Exogyra costata* Say, *Cucullaea (Idonearca) vulgaris* (Morton), *Cucullaea (Idonearca) carolensis* (Gabb) y los gasterópodos *Turritella trillira* Böse; *T. potosiana* Böse y *T. vertebroides* Stephenson se encontraron a todo lo largo de esta sección (unidades 1, 2 y 3).

El gasterópodo *Terebra* sp., se registra en las unidades 2 y 3.

Pholadomya sp. (bivalvo) y un gasterópodo indeterminado de tamaño medio, además de equinoides exocíclicos sólo se encontraron en la unidad 3.

Lima azteca Böse y *Pinna cf. laqueata* Conrad son bivalvos colectados solamente en la unidad 2.

Los bivalvos *Arctostrea aguilerae* (Böse) y *Anatimya* sp. se distribuye a lo largo de la unidad 1 y 2.

La unidad 4, solo presenta un gran número de ejemplares del gasterópodo *Cerithium aguilerae* Böse.

Sección II (Figura 6)

Los bivalvos que se distribuyen a todo lo largo de las unidades 5, 6 y 7, son *Trigonia eufalensis* Gabb, *Crassatella vadosa* Conrad, *Exogyra costata* Say, *Cucullaea (Idonearca) vulgaris* (Morton) y *Spondylus globolosus* D'Orbigny. Sólo una especie de gasterópodo *Turritella trillira* Böse, se distribuye a través de todo la columna.

Los bivalvos *Trigonia* sp., *Arctostrea aguilerae* (Böse), *Gryphaea vesicularis* Lamarck, *Pinna cf. laqueata* Conrad y el gasterópodo *Turritella vertebroides* Stephenson se presentan en las unidades 6 y 7.

Los bivalvos *Lima azteca* Böse y *Cucullaea (Idonearca) carolensis* (Gabb), los gasterópodos *Turritella* sp. y *Acteonella* sp. además de dos ejemplares de crustáceos, se presentan en la unidad 5.

El bivalvo *Neithea youngi* Böse sólo se presenta en la unidad 6 en asociación

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

con equinodermos irregulares no determinados.

Los bivalvos *Anatimya* sp. y *Exogyra* sp. se presentan unicamente en la unidad
7.

Fig 5 DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA DE LA FAUNA EN LA SECCION I

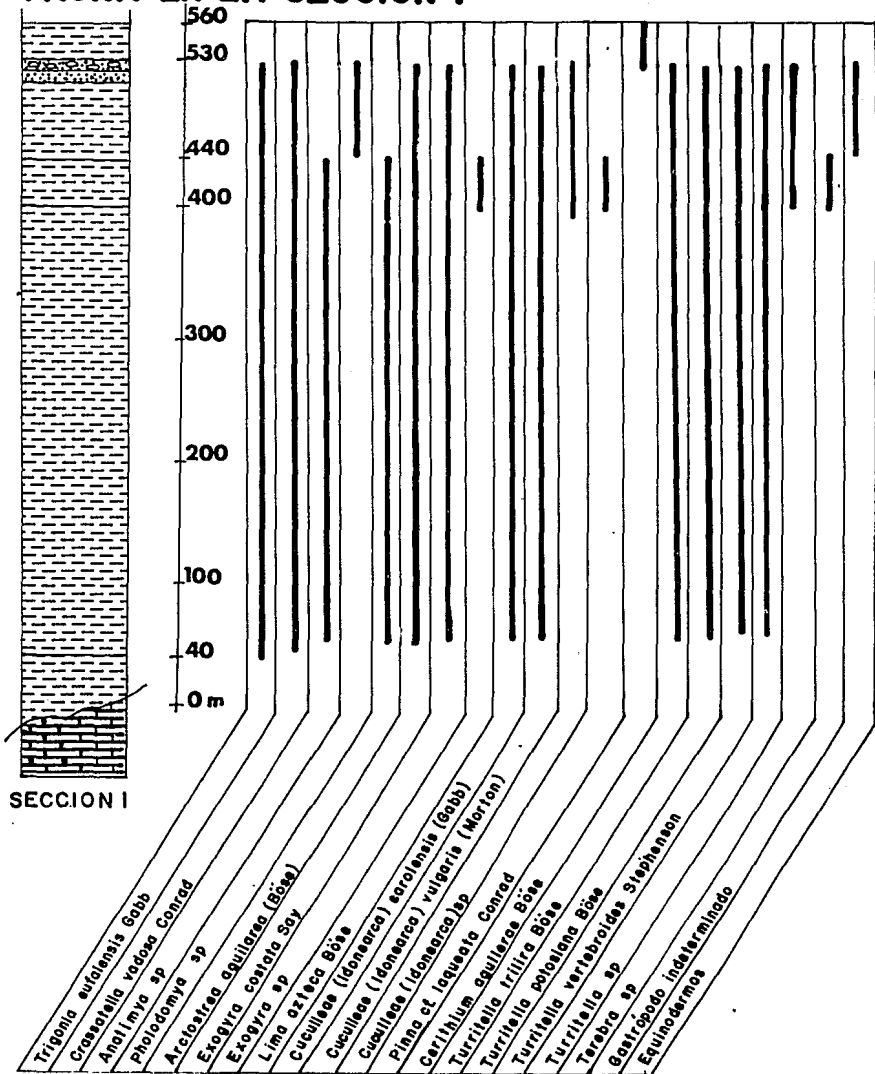
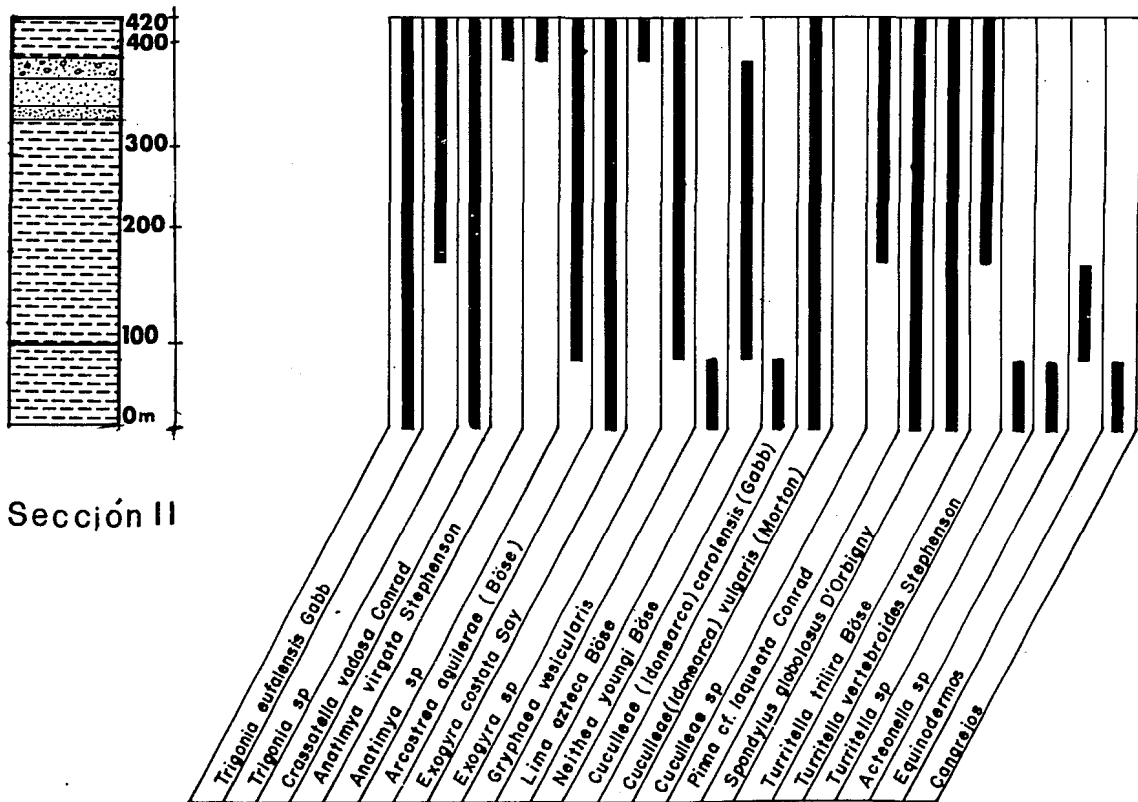


Fig 6 DISTRIBUCION ESTRATIGRAFICA DE LA FAUNA EN LA SECCION II



4.3.3. Correlación entre los afloramientos del área de Ciudad del Maíz .

Previo a la comparación con otras unidades estratigráficas se estableció que en el área de Ciudad del Maíz la sección I representa la base de la columna estratigráfica de la región y que su parte superior es correlacionable con las unidades 5, 6 y 7 de la sección II. Esto es posible de observar en la fotografías aéreas de la región y se apoya en la existencia de una serie litológica caracterizada por lutita calcárea, limolita y arenisca en ambas secuencias. La distribución estratigráfica de la fauna también apoya esta inferencia dado que la mismas asociaciones fósiles se encuentran en las secciones 2, 3, 5, 6 y 7. Cabe señalar que entre ambas secciones una diferencia notable es que sólo en la Sección II se encuentra *Gryphaea vesicularis* Lamarck, *Spondylus globosus* D'Orbigny, así como a equinodermos y crustáceos. En las fotografías aéreas es además posible observar que el contacto basal de la sección II se encuentra cubierto por material reciente y por eso no se observa en el campo.

4.3.4. Correlación de las secciones con las unidades litoestratigráficas aflorantes en la región.

Para establecer las relaciones litoestratigráficas de las rocas estudiadas, se llevó a cabo una comparación entre las secciones realizadas y las descripciones de las formaciones que han sido reportadas para el estado de San Luis Potosí y regiones cercanas que han sido asignadas al Cretácico, periodo al que corresponden los afloramientos del área de Ciudad del Maíz. La comparación entre las unidades se dió en función de las características litológicas y principalmente con base en los patrones de distribución estratigráfica de la fauna fósil dentro de las unidades.

Las unidades litoestratigráficas que se han reportado para la región y que poseen rocas del Cretácico son del Grupo Tamasopo, las formaciones Tamasopo y Tamaulipas Superior (Albiano-Cenomaniano), Formación Abra (Albiano-Cenomaniano), Formación Agua Nueva (Turoniano), Formación San Felipe (Coniaciano-Santoniano), Formación Mendez (Campaniano-Maastrichtiano) y Formación Cárdenas (Maastrichtiano).

Las formaciones Tamasopo y Tamaulipas, pertenecientes al Grupo Tamasopo, son del Albiano-Cenomaniano y están constituidas predominantemente por calizas

que evidencian un ambiente de depósito de plataforma carbonatada con algunas características terrígenas.

En este caso las principales diferencias que se encuentran son la edad maastrichtiana de los afloramientos de Ciudad del Maíz, sus características terrígenas y su fauna predominante de bivalvos y gasterópodos.

La Formación El Abra, descrita por Heim (19240) y de edad albiano-cenomaniana, está constituida por calizas arrecifales con rudistas y abundante microfauna (miliólidos).

Las diferencias que se presentan entre esta formación y los afloramientos estudiados consisten en diferencias litológicas. La Formación El Abra está formada por caliza, mientras que en el área estudiada los estratos son en su mayoría de lutita y lutita calcárea. En el área de Ciudad del Maíz la fauna predominante son bivalvos y gasterópodos, y claramente se diferencia de la fauna de la Formación El Abra la cual se conforma por rudistas de edad Albiana-Cenomaniana.

La Formación Agua Nueva (Stephenson, 1921 y Muir, 1936), reportada para el Turoniano, presenta caliza laminar de color gris a negro y lutita carbonosa, la estratificación es delgada a mediana. Presenta abundantes bivalvos sobresalendo, entre otros, *Inoceramus labiatus* Schoth. Esta formación se encuentra cubierta concordantemente por la Formación San Felipe y las rocas presentan indicios de haber sido depositadas en mares neríticos tranquilos.

Las diferencias entre los afloramientos de Ciudad del Maíz y la descripción de la Formación Agua Nueva en su localidad tipo son, principalmente litológicas; en los afloramientos estudiados no se presenta caliza laminar, siendo primordialmente lutita y lutita calcárea; la presencia en la Formación Agua Nueva de fauna con un alcance estratigráfico amplio como es *Inoceramus labiatus* (Schoth), con una edad que va del Cretácico Inferior al Turoniano, también permite establecer diferencias en las asociaciones estudiadas.

La Formación San Felipe (Muir, 1936; Mulleried, 1946) que se asigna al Cenaciano Superior-Santoniano, está formada principalmente por una serie de caliza-arcillo-margosa, con buena estratificación, y presenta un contacto gradual con las formaciones Méndez y Agua Nueva. La Formación San Felipe se define en base a

microfauna.

Como en el caso antes mencionado, no es posible que los afloramientos de Ciudad del Maíz sean asignados a esta formación por la serie litológica que la define, y primordialmente por la diferencia de edad de la Formación San Felipe que corresponde al Santoniano-Conaciano. Los afloramientos estudiados son de edad maastrichtiana por la presencia de *Exogyra costata* Say, por lo que se concluye que estos afloramientos no son de esta Formación.

Formación Méndez.

Inicialmente esta formación fué definida por Dumble (1911) y después redefinida por De Golyer (1916) y redescrita por Tovar (1964); está ubicada en el Campaniano-Maastrichtiano. Consiste en capas de margas de color café rojizo con potentes espesores y con fractura concoidal muy característica. La identificación de esta formación la constituye el género *Globotruncana* (Foraminifero). Al igual que los afloramientos estudiados, la Formación Méndez se ubica en una edad campaniana-maastrichtiana.

Algunos de sus estratos presentan lutita concrecional semejantes a los que conforman a la unidad 4 en nuestro estudio. Sin embargo la fauna reportada para la Formación Méndez, consiste exclusivamente en foraminíferos entre los que sobresale el género *Globotruncana*.

Siendo la unidad 4 del presente estudio la que se denominó como "Capas Méndez" (López Ramos, 1978), es de resaltar que el estudio tafonómico determinó que la fauna que en ella se encuentra, consistente principalmente del gasterópodo *Cerithium agulerae* Böse, ha sufrido un retrabajo y se piensa que su posible origen son estratos de la Formación Cárdenas que forman la base de la sección.

De acuerdo a estos datos se considera que la correlación hecha con anterioridad y que denomina a la unidad 4 como "Capas Méndez" no es válida y se postula que esta unidad debe ser redefinida.

Formación Cárdenas.

Esta formación ha sido descrita o definida en repetidas ocasiones. Actualmente ha sido asignada al Campaniano-Maastrichtiano, Böse (1906), Heim (1925),

Burckhardt (1930), Imlay (1944a y b) y Myers (1968).

Myers en 1968, la define como una unidad de rocas sedimentarias con predominio de clastos finos y algunos estratos de bioesparudita, cubierta discordantemente por la Formación Tabaco. A continuación se enuncian los miembros en los cuales Myers divide a la Formación Cárdenas.

Miembro Inferior.

Este miembro es rico en estratos de arcilla, arenisca, bioesparudita y predominantemente caliza. En una de las partes del miembro inferior se expone una secuencia distintiva de bioesparudita, intraesparita y arenisca.

La fauna reportada por Myers (1968) para este miembro consiste en *Durania ojanchalensis*, *?Linearia belli*, *Cerithium potosianum*, *Coralliochama gboehmi*, *Acteonella coniformis*, *Hardouinia potosiensis*, *Architectonica sp.*, *Ostrea tecticosta*, *Veniella conradi*, *Cymella bella mexicana*, *Arca securiculata armeriai*, *Inoperna sp.*, *Neithea youngi*, *Turritella guionae*, *Pholadomya sp.*, *Biradiolites aguilerae*.

Miembro Medio

El miembro medio consiste predominantemente de clastos de color verde olivo, con intercalaciones de lutita, arenisca y caliza. En las partes intermedias del miembro se presentan estratos de bioesparudita, además de presentarse estratos de lutita.

En este miembro la fauna que se ha descrito es *Anornia sp.*, *Briozorios*, *Exogyra costata*, *Lima cardenasensis*: *L. azteca*, *Paranomia guttiformis*, *Trochoseris sp.*, *Arctostrea sp.*, *A. aguilerae*, *Orbitoides*, *?Kingena sp.*, *Pycnodonte mutabilis*, *Durania ojanchalensis* y *Acteonella coniformis*.

Miembro superior

El miembro superior consiste en arenisca, lutita y caliza, con marcas de oleaje. La parte en la cual termina la secuencia se presentan estratos de lutita, biomicrorudita y limolita.

La fauna presente en este miembro es *Acteonella coniformis*, *Hippurites muelleri*, *M. perinsi*, *Longoconcha sp.*, *Cladocora sp.*, *Synastrea sp.*, *Coralliochama gboehmi*, *Biradiolites aguilerae*, *Pholadomya coahuilensis*, *?Aphrodina*

sp., *Lima azteca*, *L. cardenasensis*, *Architectonica roddai*, ?*Ephistreptophyllum sp.*, *Trochoseris sp.*, *Brizoarios*, *Tampsia floriformis*, *T. pouiliformis*, *Pseudamaura altilirata*, *Septifer aguajensis*, ?*Priscomactra sp. cf. P. cymba.*, *Lopha maccoyi*, *Pseudoptera stephensoni*, *Pholadomya sp.*, *Turritella potosiana*, *T. trilira*, *T. waitzi*, *Cerithium aff. C. simonyi*, *C. subcarnaticum*, *Anomia csemai*, *Barbatia sculpta*, *Exogyra costata*, *Linthia sp.*, *Rachiosona sp.*, *Orbitoides*, *Tellina sp.*, *Cyprina mondragoni*, *Cardium (Trachycardium) gordum*, *Leptoria sp.*, *Trochoseris sp.*, *Trigonia eufalensis*, *Arctostrea aguillerae*, *Flemingostrea sp.*, y ?*Kingena sp.*

Desde el punto de vista bioestratigráfico el mismo autor postuló la existencia de tres biozonas. La primera y basal que caracteriza al miembro inferior la nominó *Duranía ojanchalensis*, una intermedia llamada *Arctostrea aguillerae* y una superior caracterizada por *Tampsia floriformis*.

Comparando las características de los afloramientos de Ciudad del Maíz con los de la Formación Cárdenas en su localidad tipo se encontraron los siguientes puntos en común.

Tanto en el área de trabajo como en la Formación Cárdenas se tiene secuencias litológicas similares de lutita, arenisca y algunos estratos de limolita.

Se reconoce el contacto basal con la Formación El Abra.

En ambos casos se observa una sucesión de unidades litológicas repetidas y parcialmente invertidas dada la existencia de un sinclinal recumbente.

La fauna presente en común consiste principalmente de *Exogyra costata* Say, *Arctostrea aguillerae* (Böse), *Lima azteca* Böse, *Trigonia eufalensis* Gabb, *Cucullaea (Idonearca) vulgaris* (Morton) y *Cucullaea (Idonearca) carolensis* (Gabb), *Pinna cf. laqueata* Conrad así como de *Turritella trilira* Böse, *Turritella potosiana* Böse y *Turritella vertebroides* Stephenson.

Las relaciones observadas en definitiva permiten considerar que las unidades aflorantes en las cercanías de Ciudad del Maíz son estratos asignables a la Formación Cárdenas (fig. 8) y en particular la existencia de *Exogyra costata* Say, *Arctostrea aguillerae* Lamarck y *Gryphaea vesicularis* hacen posible determinar que los afloramientos estudiados son correlacionables con la biozona de *Arctostrea*

aguilerae y por lo tanto al Miembro Medio de la Formación Cárdenas.

De acuerdo a los análisis descritos, se piensa que el esquema propuesto por López Ramos (1982) para el área de Ciudad del Maíz, se debe modificar postulándose como se observa en la figura 9-II, que el núcleo que caracteriza a la región, esta compuesto por rocas del miembro medio de la Formación Cárdenas y que en su parte superior se encuentra una unidad de material reabajado.

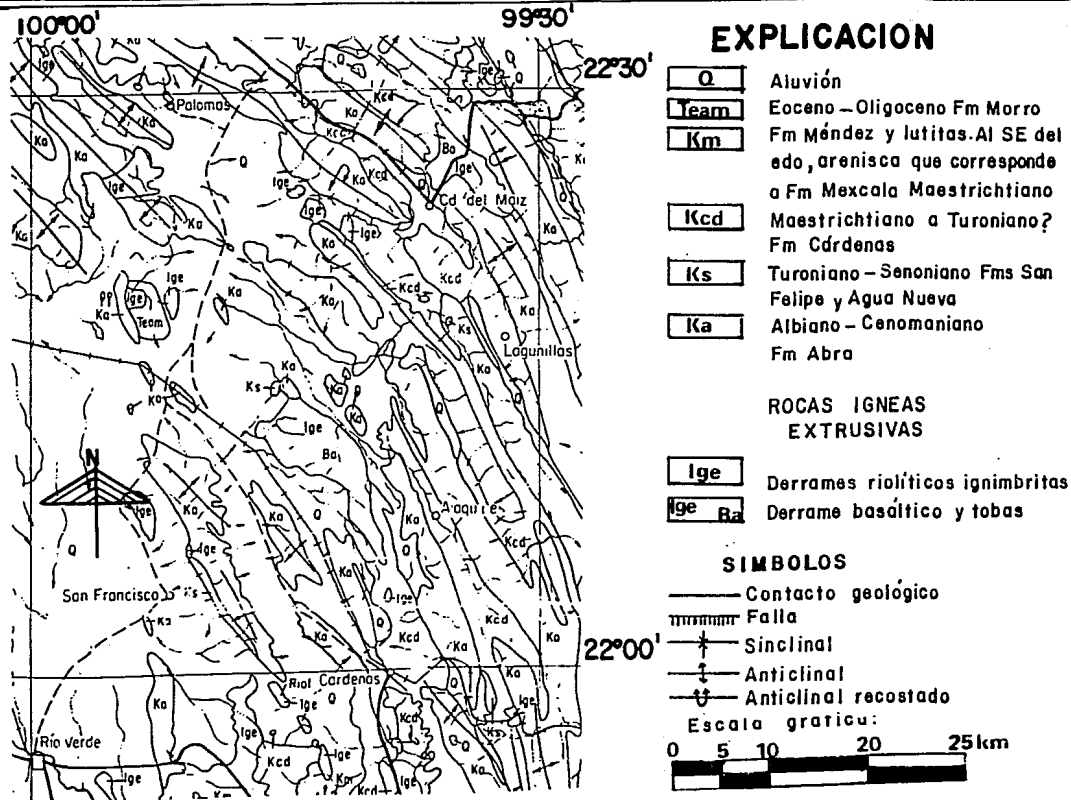


Fig. 7 MAPA GEOLOGICO QUE MUESTRA LAS FORMACIONES EN LA REGION CERCANA A CD. DEL MAIZ, S.L.P.
(Tomado de la Carta Geol6gica de L6pez Ramos, 1978)

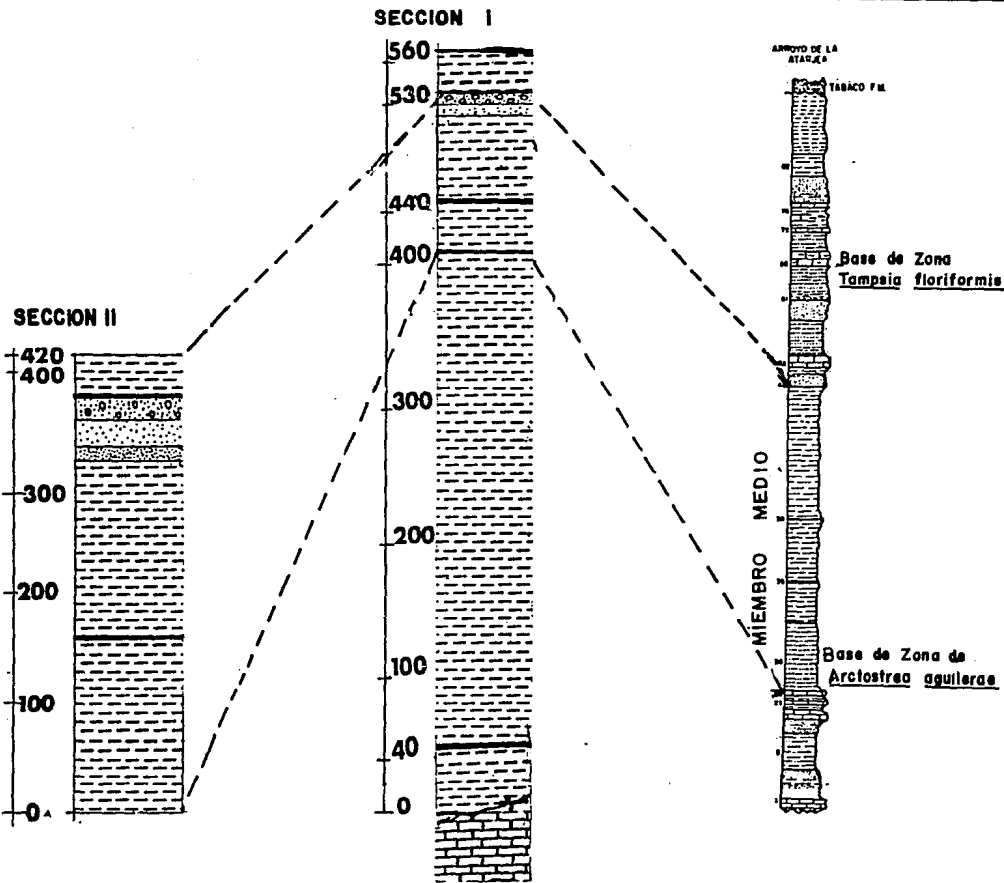


Fig 8. CORRELACION ENTRE LAS SECCIONES DE CD.DEL MAIZ Y LA SECCION TIPO DE LA FM. CARDENAS ELABORADA POR MYERS(1988)EN EL ARROYO DE LA ATARJEA, S.L.P

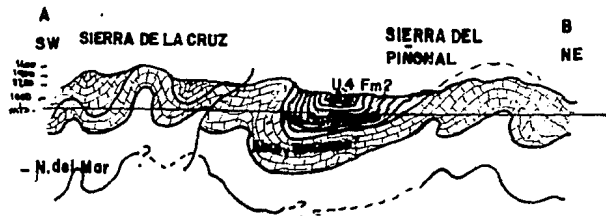
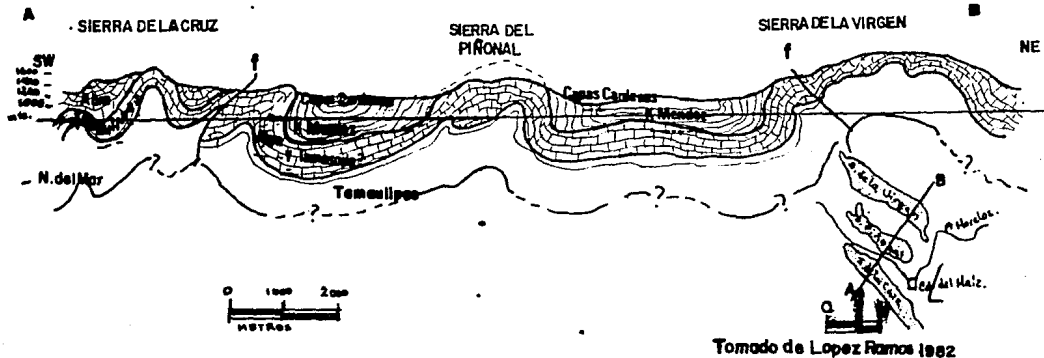


Fig. 9 - I SECCIÓN ESQUEMÁTICA AL N-W DE CD. DEL MAÍZ, S.L.P. (SEGÚN LOPEZ RAMOS, 1982)
II SECCIÓN PROPUESTA PARA LAS UNIDADES DEL MIEMBRO MEDIO DE LA FM. CÁRDENAS EN CD. DEL MAÍZ, S.L.P.

5. CONCLUSIONES

Se obtuvieron dos secciones estratigráficas para los afloramientos del área de Ciudad del Maíz, San Luis Potosí. La primera se analizó a partir de 4 unidades (1, 2, 3 y 4) y posee un espesor de 560 metros aproximadamente. La segunda midió 420 metros y en ella se estudiaron tres unidades (5, 6 y 7).

Se determinó la existencia de *Trigonia eufalensis*, *Crassatella vadosa*, *Exogyra costata*, *Cucullaea (Idonearca) vulgaris*, *Cucullaea (Idonearca) caroliensis*, *Turritella trilira*, *Turritella vertebroides*, *Turritella potosiana*, *Lima azteca*, *Pinna cf. laqueata*, *Arctostrea aguillerae* y *Anatimya virgata* en las unidades 1, 2, y 3 en la sección I

En la unidad 4 sólo se encontró a *Cerithium aguillerae*.

La fauna de la Sección II (unidades 5, 6 y 7) esta compuesta por *Trigonia eufalensis*, *Crassatella vadosa*, *Exogyra costata*, *Cucullaea (Idonearca) vulgaris*, *Cucullaea (Idonearca) caroliensis*, *Spondylus globolus*, *Gryphaea vesicularis*, *Arctostrea aguillerae*, *Turritella trilira*, *Pinna cf. laqueata*, *Anatimya virgata*,

A partir de las similitudes litológicas, (series de lutita, lutita calcárea, limolita y arenisca) y de la distribución estratigráfica de la fauna se estableció que la sección I es la base de la columna I y que sus unidades 1, 2 y 3 son correlacionables con la totalidad de la sección II.

Las unidades 1, 2, 3, 5, 6 y 7 presentan principalmente fauna de hábitos bentónicos (infaunales y epifaunales), en buen estado de conservación. De ellas se interpreta un ambiente lagunar, con influencia marina y en el que el material se depositó *in situ*. Lo que refleja una asociación de vida o biocenosis de fondo.

Dado que de los depósitos se infiere una sedimentación lenta de material de grano fino, con cantidad moderada de estructuras orgánicas, una bioturbación intensa sin llegar a alterar la estratificación y un predominio de biota autóctona, las asociaciones se pueden considerar, dentro del esquema de biofacies propuesto por Shäffer (1972) como pantostratos vitales.

A partir del estudio tafonómico se determinó que la fauna presente en la unidad 4 de los afloramientos estudiados es material retrabajado, lo que corrobora la importancia de los estudios tafonómicos previos a interpretaciones paleoecológicas,

estratigráficas o paleoambiental

La presencia de *Exogyra costata* Say y *Gryphaea vesicularis* Lamarck permite establecer que la edad de los afloramientos del Campaniano-Maastrichtiano.

Se estableció que la sección I se encuentra suprayaciendo, en discordancia angular, a gruesas capas de caliza de la Formación El Abra.

La existencia de secuencias litológicas similares, el contacto basal con la Formación El Abra y la gran similitud faunística de las unidades basales de la Sección I (unidades 1, 2 y 3) y a la totalidad de la Sección II posibilitan la correlación de los afloramientos con la Formación Cárdenas. En particular la existencia de *Gryphaea vesicularis*, *Exogyra costata* y *Arctostrea agullerae* permite establecer que los afloramientos del área de Ciudad del Máz son asignables al miembro medio de la Formación Cárdenas.

Las dos secciones medidas se asignan a la biozona de *Arctostrea agullerae* propuesta por Myers (1968) para la Formación Cárdenas.

La unidad 4 sólo se localiza en las depresiones del núcleo del sinclinal y que de acuerdo al análisis tafonómico realizado está compuesta por material retrabajado, cuyo posible origen provengan de las rocas de la Formación Cárdenas. Esta interpretación implica que esta unidad, que ha sido nominada con anterioridad como "Capas Mendez" (López Ramos, 1982), debe ser redefinida.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, J. D., 1982. **Algunas Irregularidades tafonómicas y paleoecológicas en una secuencia Tortonense de Torreblanca (Castellón)**. Estudios geol., No. 38, pp. 61-73
- Adkins, S.W., 1928. **Handbook of Texas Cretaceous Fossils**, Texas University, Bull. 2838, 385 p.
- Ager, D.V., 1963. **Principles of Paleocology**: New York, McGraw-Hill, 317 p.
- Böse, E., 1906. **La fauna de moluscos del Senomiano de Cárdenas San Luis Potosí**. Inst. de Geología, México. Bol. 24, 95 p., 18 pls.
- Böse, E. y Cavins, 1927. **The Cretaceous and Tertiary of Southern Texas and Northern México**. Univ. of Texas Bull., No. 2748, p. 7-142.
- Burckhardt, C., 1930. **Etude synthétique sur le Mésozoïque mexicain**. Mem. Soc. Paleont. Suisse: 49-50, pp. 217-252. No. LI.
- Carta topográfica, edición 1978 CETENAL, "La Libertad" (F-14-A-17), Escala 1:500,000.
- Conrad, T.A., 1860. **Descriptions of new species of Cretaceous and Eocene fossils of Mississippi and Alabama**. Jour. Philadelphia Acad. Nat. Sci., 2nd., ser., v. 4, pp. 275-298, 2 pls.
- Craig G. Y. y A. Hallam, 1963. **Size frequency and growth-ring analyses of *Mytilus edulis* and *Cardium edule*, and their palaeoecological significance**. Palaeontology, v. 6, part 4, pp. 731-750.
- Cserna, Z. De y A. Bello-Barradas, 1963. **Geología de la Sierra de Alvarez, Municipio de Zaragoza, Estado de San Luis Potosí**. Bol. 71, Univ. Nat. Autón. México., F. revista Instituto de Geología, pp. 23-63.
- Chave, K.E., 1964. **Skeletal durability and preservation**. In: Imbrie, J., and Newell, N., *Editors*, Approaches to paleoecology: New York, John Wiley, pp. 377-387.
- Dodd, J.R. y R. J. Stanton, 1985. **Paleoecology, concepts and applications**. John Wiley, New York, 559p.
- Dumble, E.T., 1918. **Geology of the Northern and of the Tampico embayment area**. Proc. Calif. Acad. Sci. Ser. 4, v. 8, pp. 113-156.
- Fagestrom, S.A., 1964. **"Fossil Communities in Paleoecology: their Recognition and Significance"**. Bull. Soc. Geol. of America, v. 75 pp. 1197-1216.
- Fries, C., 1960. **Geología del estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México**; Univ. Nat. Autón. México, Inst. de Geol., Bol. 60, 236 p.
- Gabb, W.M., 1861. **Synopsis of Mollusca of the Cretaceous Formation**. Am. Philos. Soc. Proc. 8, 201 p.

- Gabb, W.B., 1869. **Notes on some Mexican fossils with descriptions of new species.** Paleont. California, v. 2, California Geol. Survey, pp. 257-276.
- García, M.E. 1986. **Apuntes de climatología.** Offset Larios, 5ta. edición, 155 p.
- Hanley, J. H., 1976. **Paleosynecology of nonmarine Mollusca from the Green River and Wasatch Formations (Eocene), Southwestern Wyoming and Northwestern Colorado.** In: Structure and classification of paleocommunities (R.W. Scott y R. R. West, edit.). Dauden, Hutchinson and Ross, pp. 235-261.
- Heim, A., 1940. **The front ranges of Sierra Madre Oriental, México from Cd. Victoria to Tamzunchale.** Eclog. Geol. Helvetiae, v. 33, pp. 313-362.
- Hurtado González, B., 1985. **Implicaciones paleoecológicas de los moluscos cretácicos (Bivalvia-Gastropoda) de la región de Ciudad del Maíz, San Luis Potosí, México.** In: Mem. III Congr. Latin. de Paleontología, pp. 415-424.
- Imlay, R., 1944a. **Cretaceous formations of Central America and Mexico.** Bull. American Assoc. Petrol. Geol., v. 28, pp. 1077-1195
- 1944b. **Correlation of the Cretaceous formations of the Greater Antilles, Central America, and México.** Bull. Geol. Soc. America, v. 55, pp. 1005-1045.
- Johnson, R. G., 1960. **Models and methods for analyses of the mode of formation of fossil assemblage.** Bull. Geol. Soc. Amer., No. 71, pp. 1075-1086
- López Ramos, E., 1978. **Carta geológica del estado de San Luis Potosí.** Instituto de Geología, U.N.A.M.
- López Ramos, E., 1982. **Geología de México.** Tomo II, 454 p.
- López Sancho, J.L., Acuña, J.D. y Robles, F., 1984. **Tafonomía y paleoecología de una secuencia turriense de Tolosa, Albacete,** Estudios geológicos (Madrid): 40 (3-4), pp. 210-213.
- Moore, (ed). 1964. **Treatise on Invertebrate Paleontology,** Phylum Mollusca, v. 2 y 3. Geol. Soc. Am. Boulder, Colo., U.S., Univ. Kansas, Lawrence Kansas U.S.
- Muir, J.M., 1936. **Geology of the Tampico region México.** Am. Assoc. Petrol. Geol., 280 p., 15 pls., 40 figs.
- Mullerried, F.K.G., 1941. **La Sierra Madre Oriental en México.** Revista Mexicana Geog., pp. 13-52.
- Myers, R.L., 1968. **Biostratigraphy of the Cardenas Formation (Upper Cretaceous) San Luis Potosí, México.** Paleontología Mexicana No. 24. Inst. de Geol. U.N.A.M., pls. 16.
- Puig Muñoz, J, M.A. Muñoz y J.D. Acuña, 1984. **Observaciones sobre algunos criterios tafonómicos usados en la interpretación de asociaciones malacológicas fósiles.** Estudios Geológicos (Madrid): 40 (5-6), pp. 381-398.

- Renzi De, M., 1978. **La problemática de la fundamentación de la Paleoeología.** Estudios geológicos, No. 34, pp.559-570.
- Schäffer, 1972. **Ecology and Palaeoecology of Marine environments:** Chicago, Univerity of Chicago Press, 568 p.
- Segestrom,K.,1956.**Estratigrafía y Tectónica del Cenozoico entre México,D.F. y Zimapán Hidalgo:**Congreso Geol. Internal. 20,México., Libreto-Guía Excursiones A-1 4 y C-6, pp. 311-323.
- Stephenson, L.W., 1952. **Larger Invertebrate fossil of Woodbine Formation (Cenomanian of Texas):** E.E. Geological Survey Profesional Paper 274, 226 p.
- Tovar,J.C., 1964. **Geología de la Sierra de la Silla.** Tesis Profesional. Fac de Ingeniería, U.N.A.M., 40 p.
- Trewin, N. H.y W. Welsh,1976. **Formation and compositlum of a graded stuarine shell bed.** Paleogeo. Paleoclim. Paleoecol., v. 19, pp. 219-230.

LÁMINA I

Fig. 1 *Arctostrea aguileræ* Böse

Ejemplar FCMPN₁-979. Vista anterior de ambas valvas
(X 1/2)

Fig. 2 *Exogyra costata* Say

Ejemplar FCMPN₁-509 Valva derecha (X 1)



fig. 1



fig. 2

LAMINA 1

LÁMINA II

Fig. 1 *Gryphaea vesicularis* Lamarck

Ejemplar FCMPN₁-962 Vista valva derecha (X 1)

Fig. 2, 3. *Cucullaea (Idonearca) vulgaris* Morton

Fig. 2 Ejemplar FCMPN₁-817 Valva derecha (X 1)

Fig. 3 Ejemplar FCMPN₁-867 Valva derecha . Detalle
de dientes centrales y laterales (X 1)

Fig. 4, 5. *Cucullaea (Idonearca) carolensis* (Gabb)

Fig. 4 Ejemplar FCMPN₁-730 Valva derecha

Fig. 5 Ejemplar FCMPN₁-731 Valva derecha. Detalle
de dientes laterales.

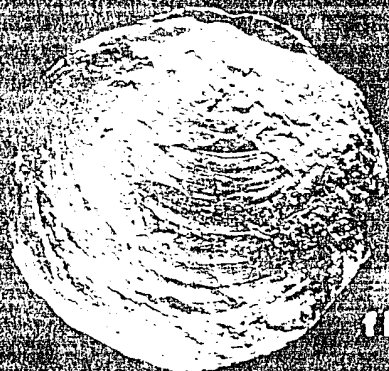


fig. 1



fig. 2



fig. 3



fig. 4



fig. 5

LAMINA II

LÁMINA III

Fig. 1 *Pinna cf. laqueata* Lamarck

Ejemplar FCMPN₁-981 Valvas derechas e izquierdas.

(X 1/2)

Fig. 2 *Inoceramus* sp.

Ejemplar FCMPN₁- 562 Valva derecha (X 1)

Fig. 3 *Spondylus globosus* D'Orbigny

Ejemplar FCMPN₁-511 Valva derecha (X 1)



fig. 1

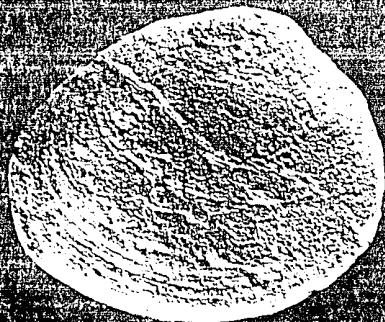


fig. 2



fig. 3

LAMINA III

LÁMINA IV

Fig. 1, 2. *Trigonia eufalensis* Gabb

Fig. 1 Ejemplar FCMPN₁-1046 Valva izquierda

Fig. 2 Ejemplar FCMPN₁-1046 Vista anterior .Detalle
umbón y corcelete. (X 1)

Fig. 3 *Crassatella vadosa* Conrad

Ejemplar FCMPN₁- 491 Valva derecha (X 1)

Fig. 4 *Veniella conradi* (Morton)

Ejemplar FCMPN₁- 564 Margen anterior (ambas valvas)
(X 1)

Fig. 5 *Pholadomya* sp.

Ejemplar FCMPN₁-804 Valva derecha (X 1)

Fig. 6. *Anatimya virgata* Stephenson

Ejemplar FCMPN₁-937 Valva izquierda. Detalle
de líneas de crecimiento en región anterior
concéntricas y región posterior radiales (X 1)

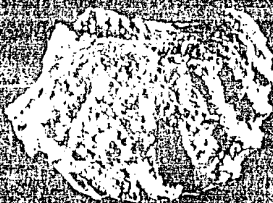


fig. 1

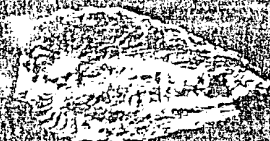


fig. 2



fig. 3



fig. 4



fig. 5



fig. 6

LAMINA IV

LÁMINA V

Fig. 1 *Architectonica* sp.

Ejemplar FCMPN₁-566 Vista anterior (X 1)

Fig. 2 y Fig. 3 *Cerithium aguilerae* Böse

Ejemplar FCMPN₁-755 Detalle del labrum (X 1)

Ejemplar FCMPN₁-754 Detalle de la arquitectura de la
concha (X 1)

Fig. 4 *Turritella trillira* Böse

Ejemplar FCMPN₁- 579 Detalle de la arquitectura (X 1)

Fig. 5 *Turritella potosiana* Böse

Ejemplar FCMPN₁-466 Detalle de la ornamentación (X 1)

Fig. 6 *Turritella vertebroides* Stephenson

Ejemplar FCMPN₁-745 Detalle de la arquitectura (X 1)



fig. 1



fig. 2



fig. 3



fig. 4



fig. 5



fig. 6

LAMINA V