

21
Reg



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**" BIOESTRATIGRAFIA DE LA PARTE SUPERIOR
DE LA FORMACION MAL PASO (ALBIANO)
DEL AREA DE SAN LUCAS, MICHOACAN "**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

PRESENTA:

Luis Chávez García



México, D.F.



**FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR**

1995

FALLA DE ORIGEN

**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 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MEXICO

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

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

Luis Chávez García

con número de cuenta 7406772-3 con el Título:

BIOESTRATIGRAFIA DE LA PARTE SUPERIOR DE LA FORMACION MAL PASO

(ALBIANO) DEL AREA DE SAN LUCAS, MICHOACAN.

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

GRADO	NOMBRE(S)	APELLIDOS COMPLETOS	FIRMA
M. en C. Director de Tesis	Pedro	García Barrera	
Dra.	Blanca Estela	Buitrón Sánchez	
M. en C.	Francisco	Sour Tovar	
Dra. Suplente	Gloria	Alencaster Ybarra.	
Dra. Suplente	Sara Alicia	Quiroz Barroso	

Agradecimientos

Al M. en C. Pedro García Barrera: primero por su amistad; segundo, por aceptar la dirección de este trabajo; tercero, por apoyarme en todas las fases que implicaron su elaboración; y cuarto, por las fructíferas discusiones e intercambios de ideas (tanto en el campo como en el Museo), que han contribuido de manera importante a dar forma al manuscrito y a mi formación profesional.

Considero necesario reconocer los valiosos aportes hechos por el M. en C. Jerjes Pantoja Alor en lo referente a la geología del área de Huetamo, que han servido de base para los estudios paleontológicos realizados en los últimos años. Asimismo le agradezco el haber compartido conmigo sus conocimientos y experiencia durante el trabajo de campo.

A la Dra. Sara Quiroz y el M. en C. Francisco Sour, por su amistad y por aceptar la revisión del trabajo.

A las Doctoras Blanca E. Buitrón y Gloria Alencaster, por sus atinadas observaciones y comentarios al manuscrito original, así como por su constante disposición a auxiliarme en lo relativo a la taxonomía de los fósiles.

A mis compañeros del Museo de Paleontología: Itzia, Jorge, Chucho y Daniel.

Al Biól. Héctor Hernández, por el estupendo trabajo fotográfico con el material fósil y al Sr. Rosendo Martínez, por la cuidadosa elaboración de los mapas y las figuras.

Y last, but not least, a la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M. y a la Universidad Pedagógica Nacional, por haberme proporcionado las condiciones y el tiempo para llevar a cabo este cometido.

Dedicatorias

A la memoria de Doña Jane, de Don Chucho, el de La Estación y del Gral. Vicente Guerrero, jefe de las tropas insurgentes.

A mi esposa Lina.

A mis hijos Melisa, Andrea y Omar.

A mis hermanas y hermanos.

*Life is what happens to you
while you're busy making other plans.*

John Lennon, *Double Fantasy*, 1980.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
I. INTRODUCCIÓN.....	6
i) Aspectos generales del período Cretácico.....	6
ii) Bioestratigrafía y biogeografía del Cretácico....	14
II. ANTECEDENTES.....	20
III. OBJETIVOS.....	24
IV. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	24
V. MARCO GEOLÓGICO.....	26
i) Estratigrafía general del área.....	26
ii) Estratigrafía local.....	30
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
i) Lista de especies.....	33
ii) Paleoambiente.....	35
iii) Edad de la fauna.....	39
VII. CONCLUSIONES.....	43
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	44
IX. LÁMINAS.....	49

RESUMEN

Se estudia la bioestratigrafía de un afloramiento fosilífero en el Miembro Superior de la Formación Mal Paso, estado de Michoacán. Como resultado de ello se encontraron 21 especies fósiles en total: una de foraminíferos (*Orbitolina* (*Mesorbitolina*) *texana*), una de corales (*Stylina* sp.), cuatro de bivalvos (*Chondrodonta munsoni*, *Pterotrigonia plicatocostata*, *Sphaera corrugata* y *Toucasia hancockensis*) y 15 de gasterópodos (*Nododelphinula galeotti*, *Lunatia pedernalis*, *L. cragini*, *Natica gaultina*, *Tylostoma ovatum*, *Microschiza* (*Cloughtonia*) *scalaris*, *Paraglauconia* (*Diglauconia*) *macphersoni*, *Mesoglauconia* (M.) *burnsi*, M. (*Triglauconia*) *kleinpelli*, *Gymnentome* (G.) *zebra*, *Pyrazus* (*Echinobathra*) *valeriae*, *Plesioptyxis fleuriauui*, *Nerinea coquandi*, *N. aquilina* y *Peruviella dolium*); entre éstos últimos predominan los natícidos y los casiópodos.

Se reportan por primera vez para la Formación Mal Paso las siguientes especies: *Stylina* sp., *P. plicatocostata*, *S. corrugata*, *N. galeotti*, *L. cragini*, *L. pedernalis*, *T. ovatum*, *P. (D.) macphersoni*, *P. (E.) valeriae*, *N. coquandi* y *N. aquilina*.

El análisis de la fauna y de los sedimentos muestra que estas comunidades vivieron en un ambiente marino tropical de aguas someras, con facies lagunares o post-arrecifales.

Los alcances estratigráficos de las especies permiten establecer una edad de Albiano temprano para las rocas portadoras, así como claras afinidades con diversas localidades de México y de otras partes del mundo, dentro de lo que se conoce como el Dominio de Tethys.

I. INTRODUCCIÓN

i) Aspectos generales del período Cretácico

El Sistema Cretácico fue descrito por primera vez en 1822 por d'Omalius d'Halloy, con base en sus características litoestratigráficas. Corresponde al tercio superior de las "Rocas Secundarias" de Arduino. El área tipo se encuentra en la cuenca de París y regiones adyacentes de Bélgica y Holanda (Kauffman, 1979).

Diversos autores describieron fósiles del Sistema Cretácico durante la primera mitad del siglo pasado, pero la primera revisión exhaustiva de las biotas cretácicas características y sus divisiones bioestratigráficas fue la del paleontólogo francés d'Orbigny (1842-1843). Además de su gran labor sistemática, fue el primero en definir claramente los principales cambios en las faunas marinas cretácicas a través del tiempo, así como el hecho de que estos cambios no eran regulares.

Este autor reconoció que los grandes segmentos del Cretácico, fácilmente diferenciables desde el punto de vista estratigráfico, también estaban caracterizados por una fauna distintiva, de tal manera que cada conjunto faunístico era distinto a los de las secuencias adyacentes. Los límites entre las diferentes biotas están claramente definidos y ocupan intervalos estratigráficos muy estrechos; se trata de puntos que representan importantes cambios bióticos y que han sido

reconocidos como indicadores de eventos evolutivos a gran escala, o cambios ambientales marinos que ocurrieron en tiempos geológicos muy cortos. D'Orbigny denominó a estos segmentos como *pisos* ("étages") y les dió nombre con base en el lugar donde, en ese entonces, se conocía mejor su biota característica. Así, desde el principio, los pisos del Cretácico se caracterizaron por su contenido fósil y se definieron como grandes unidades bioestratigráficas.

Evolución

Cabe destacar que el Cretácico constituye uno de los períodos más activos y variados en la evolución de los organismos marinos y sus interacciones ecológicas. A este respecto fue particularmente importante la diversificación evolutiva entre los foraminíferos, radiolarios, corales escleractinios, briozoarios, arqueogasterópodos, bivalvos y equinoideos irregulares.

La diversificación taxonómica de los invertebrados cretácicos estuvo acompañada por un incremento similar en la complejidad de las interacciones ecológicas, y por importantes avances evolutivos en la estructura y diversidad de las unidades ecológicas a todos los niveles. Así, muchas unidades paleobiogeográficas marinas muestran un marcado incremento en número y complejidad durante este período. Cada unidad biogeográfica tuvo su propia historia evolutiva, la cual

refleja cambios climáticos, oceanográficos y paleogeográficos, relacionados a la tectónica de placas (Kauffman, 1973).

Por otro lado, a partir del variado y abundante registro fósil, el Cretácico se ha convertido en uno de los períodos clave para el desarrollo de conceptos evolutivos, paleoecológicos, paleobiogeográficos y bioestratigráficos. De esta manera, los paleoambientes cretácicos y las faunas asociadas se han estudiado con detalle en diversas partes del mundo, y la enorme cantidad de datos disponibles ha permitido la interpretación detallada de las relaciones entre organismos y ambientes (Kauffman, 1979).

La evolución de los invertebrados cretácicos se puede atribuir en parte al logro de un cierto grado de complejidad estructural, conductual y ecológica, lo cual, a su vez, es resultado de una larga historia previa que permitió su radiación amplia y rápida hacia nuevos nichos ecológicos.

Eventos tectónicos

La evolución orgánica durante el Cretácico también se vio parcialmente afectada por cambios rápidos en el ambiente a nivel planetario y, por lo tanto, en las diversas fuerzas selectivas naturales que actuaban sobre los organismos marinos. Así, este período fue uno de los de mayor actividad en lo referente a movimientos de placas tectónicas, expansión del fondo oceánico y deriva continental (Kauffman, 1979).

El Atlántico se abrió durante el Cretácico y, a fines de este período, alcanza un 75% de su tamaño actual, constituyendo una nueva cuenca oceánica cuya colonización y estructuración ecológica fueron eventos propios del Cretácico. Como resultado de dicha apertura se formaron nuevos sistemas de corrientes oceánicas, los cuales habrían de desempeñar un papel esencial en la redistribución de la fauna y en la evolución de las unidades biogeográficas durante este período geológico.

Los movimientos tectónicos de las placas hacia fines del Jurásico y durante el Cretácico también dieron como resultado la formación del Mar Caribe tropical, y el establecimiento de conexiones hacia el Pacífico y el Atlántico. El Caribe se convirtió así en un mar tropical nuevo, donde se introdujeron organismos invertebrados de aguas someras (Kauffman & Sohl, 1973).

Los movimientos de las placas tectónicas durante el Cretácico tuvieron un efecto mucho más directo sobre la historia evolutiva de diversos organismos marinos (Kauffman, 1973). Se formaron barreras físicas que, a gran escala, impidieron la migración y el flujo génico (por ejemplo, al cerrarse el Tethys mediterráneo), mientras que otras barreras se eliminaron (como en el caso de la apertura del Caribe). Los períodos de expansión rápida del fondo oceánico ensancharon el Atlántico en períodos de tiempo geológico lo suficientemente cortos como para crear un mecanismo de aislamiento para muchos invertebrados marinos de aguas someras, cuando la distancia

interatlántica excedía el potencial de deriva de sus larvas. Dicho aislamiento genético permitió la radiación independiente de comunidades de aguas someras en ambos lados de la cuenca Atlántica durante el Cretácico (Kauffman, 1979).

La tectónica de placas también puso en contacto ecosistemas que anteriormente estuvieron separados, produciendo mayor competencia entre biotas marinas que ya estaban bien estructuradas, lo cual condujo a extinciones masivas, partición de nichos ecológicos y especialización entre los sobrevivientes (Kauffman, 1979).

Cambios eustáticos

Otro evento, que se relaciona con la tectónica de placas durante el Cretácico y que afectó a la historia evolutiva de los invertebrados, fue el de las numerosas fluctuaciones eustáticas a nivel planetario, que dio como resultado la interconexión de cuerpos de agua que anteriormente habían estado aislados y las consiguientes mezclas faunísticas; ello representó la apertura de grandes oportunidades para la radiación adaptativa de los invertebrados marinos, al disponer éstos de nuevas áreas para colonizar (Kauffman, 1979).

Para comprender la historia evolutiva de los organismos del Cretácico, es particularmente importante tomar en cuenta el hecho de que, en general, no existieran grandes períodos de estabilidad ambiental ni se dieran muchos cambios graduales a largo plazo. Los eventos tectónicos y sus efectos climáticos,

oceanográficos y geográficos tuvieron una magnitud considerable y fluctuaron de manera irregular. Por ejemplo, se tienen registros fidedignos de hasta diez transgresiones y regresiones globales durante el período (Kauffman, 1977a).

El medio marino

Además de los factores que se acaban de mencionar, debe considerarse el carácter poco común del ambiente marino Cretácico comparado con su contraparte moderna, tanto en mar abierto como en los mares epicontinentales. Las aguas tropicales y templadas predominaron en casi todo el planeta; las diferencias verticales de temperatura en las grandes cuencas oceánicas eran pequeñas, en consecuencia, las aguas del fondo eran considerablemente más cálidas que en la actualidad. Existen también evidencias de que la circulación en los océanos era mucho menor que hoy en día, lo cual favoreció la formación de los extensos depósitos de lutita, caliza y arenisca que caracterizan a las rocas marinas del Cretácico (Kauffman, 1979). Asimismo, en los sedimentos cretácicos se encuentran intervalos con escasos restos de organismos epifaunales y carentes de fósiles infaunales, lo que es indicativo de lapsos en que se presentaban condiciones inadecuadas para la vida o para la fosilización, tanto en el sustrato como en el agua de mar circundante (Fischer & Arthur, 1977).

Muchos otros factores produjeron cambios importantes en la química del medio marino (salinidad, contenidos de oxígeno, de

dióxido de carbono, de carbonatos y de nutrientes) y provocaron las consiguientes respuestas biológicas en lo relativo a densidad poblacional, radiación, diversificación y extinción (Kauffman, 1976, 1977b, 1979; Fischer & Arthur, 1977).

Invertebrados marinos

Por lo que respecta a la fauna de invertebrados marinos del Cretácico, en términos generales se puede decir que estuvo caracterizada por diversos grupos de amonites; por un gran desarrollo entre los bivalvos rudistas, inocerámidos, trigónidos, así como ciertos ostrácodos; por una marcada radiación entre los gasterópodos, especialmente en los nerinéidos y acteonélidos tropicales; por el desarrollo de diversos grupos de foraminíferos; por una enorme diversidad entre los corales escleractinios y por una gran radiación entre los briozoarios y los equinoideos, de los cuales muchos grupos se restringen al Cretácico (Kauffman, 1979).

En particular, el Albiano (uno de los pisos en que se divide al período Cretácico) se caracteriza por la más amplia de las transgresiones del Cretácico Temprano, por una gran actividad tectónica, calentamiento climático y restringida circulación en los fondos oceánicos. La mayor radiación y diversificación ocurrieron entre los invertebrados planctónicos y los de aguas someras. Las radiaciones del Albiano involucraron a diversos grupos de foraminíferos bentónicos, corales, briozoarios, braquiópodos articulados, muchas familias de gasterópodos y de

equinodermos y numerosos grupos de bivalvos, incluyendo a los rudistas (Kauffman, 1979; Alencaster, 1984). La diversidad de amonites alcanzó su punto más alto durante la radiación albiana.

Sin embargo, ocurrieron también importantes extinciones, tales eventos fueron los más dramáticos de los que acontecieron durante el Cretácico Temprano, y afectaron principalmente a los habitantes de los mares tropicales, quizá como resultado de una repentina disminución en la temperatura del océano (Kauffman, 1979). Dichas extinciones afectaron a diversos grupos de amonites, foraminíferos, corales escleractinios, braquiópodos articulados, bivalvos rudistas y equinoideos irregulares.

En síntesis, puede decirse con certeza que el Cretácico fue un período de gran actividad física, química y biológica en nuestro planeta, y además constituyó una parte de la historia de la Tierra que habría de resultar esencial para la evolución de las formas actuales de vida.

ii) Bioestratigrafía y biogeografía del Cretácico

La bioestratigrafía del Cretácico comprende algunas de las zonaciones más detalladas y de mayor aplicación regional para el Fanerozoico, y constituye un modelo de metodología estratigráfica. Kauffman (1979) señala varias razones que contribuyen a ello, entre otras están las siguientes:

a) El Cretácico fue un período de traslape evolutivo entre algunos de los grupos más útiles para la zonación y la correlación. Las principales radiaciones de los foraminíferos ocurrieron en una parte del Cretácico en que los amonites y los bivalvos inocerámidos y ostreidos aún eran componentes importantes de la fauna marina, y los equinoideos se encontraban en una de sus fases más importantes de diversificación. Estos grupos constituyen los principales componentes invertebrados de la bioestratigrafía del Cretácico.

b) En épocas recientes se han hecho esfuerzos por desarrollar sistemas bioestratigráficos más integrados (Kauffman, 1970); los investigadores se interesan cada vez más por el estudio de conjuntos fosilíferos con múltiples taxa, que incorporen todos los elementos de la biota con potencial bioestratigráfico, definido éste en función de sus características biológicas, biogeográficas, evolutivas y ecológicas. Este enfoque ha hecho posible la incorporación de organismos de todas las

facies en el área de estudio, permitiendo así el establecimiento de amplias correlaciones a nivel regional.

c) El Cretácico muestra un registro biológico y estratigráfico amplio y bien conservado, con una extensa distribución en las áreas epicontinentales del planeta. En muchas de ellas es posible coleccionar material de diversas taxa capa por capa, lo cual permite llevar a cabo detallados estudios de análisis poblacional y taxonómicos y, en consecuencia, obtener divisiones finas de las secuencias Cretácicas (Kauffman, 1970).

d) Los datos radiométricos son abundantes debido a la presencia de cenizas volcánicas y de capas de bentonita y glauconita en las secciones marinas del Cretácico. Estos datos son particularmente abundantes en rocas del Albiano y más jóvenes (Kauffman, 1979). Ello permite una datación absoluta del tiempo, así como establecer la duración temporal de las zonas bioestratigráficas, y aporta datos para la medición de tasas evolutivas en linajes diversos.

e) Los taxa de invertebrados cretácicos están muy cercanamente relacionados con formas actuales, de tal manera que la utilidad bioestratigráfica de muchos grupos fósiles se puede deducir a partir del conocimiento de las características biogeográficas, ecológicas y genéticas de sus contrapartes modernas. Esto permite lograr una mayor

eficiencia en la construcción de los sistemas bioestratigráficos (Kauffman, 1970, 1977b).

f) Las tasas evolutivas entre los invertebrados cretácicos, especialmente las de amonoides y bivalvos (Kauffman, 1970), son de las más rápidas que se hayan registrado para metazoarios marinos, ello permite lograr una alta resolución en las correlaciones.

Por lo que se refiere a la biogeografía, cabe indicar que las unidades biogeográficas son grandes ecosistemas que responden a las variaciones en los parámetros ambientales. Se trata de cambios de naturaleza dinámica en el espacio y en el tiempo. Por ejemplo, durante el Cretácico el desarrollo y evolución de dichas unidades estuvieron muy relacionados a la expansión del suelo oceánico, las colisiones entre continentes y el emplazamiento o destrucción de cinturones orogénicos que actuaron como barreras paleobiogeográficas. Estos procesos dieron como resultado el aislamiento de biotas que anteriormente estuvieron asociadas, y la competencia entre biotas que habían permanecido aisladas (Kauffman, 1973; Valentine, 1973). Además, los efectos de las grandes fluctuaciones eustáticas, la severidad de los gradientes ambientales a lo largo de las zonas de contacto entre áreas, y el desarrollo de rutas de migración a través de los mares epicontinentales, contribuyeron de manera importante a los cambios dinámicos en las unidades paleobiogeográficas (Kauffman, 1979).

Ya se ha mencionado que un enfoque holístico en las reconstrucciones paleobiogeográficas tiene la ventaja de permitir la definición de las unidades biogeográficas en términos objetivos y su ubicación dentro de una estructura jerárquica. Este enfoque se basa en la demarcación clara de límites entre las unidades (Valentine, 1961) y en el establecimiento del porcentaje de endemismo dentro de ellas; reconoce también su naturaleza dinámica, en términos de sus constantes cambios espaciales, temporales y de composición faunística. En 1973, Kauffman aplicó un estándar cuantitativo para la definición de las unidades paleobiogeográficas del Cretácico basándose en géneros de bivalvos; las unidades que propone son: **Dominio** = de 75 a 100% de endemismo, **Región** = de 50 a 75%, **Provincia** = de 25 a 50%, **Subprovincia** = de 10 a 25%, y **Centro endémico** = de 5 a 10% de endemismo.

Así, la jerarquía de unidades paleobiogeográficas se representa de la siguiente manera:

Dominio
Región
Provincia
Subprovincia
Centro endémico

De los tres Dominios que se han definido para el Cretácico, el que nos interesa es el de Tethys, el cual incluye todas las aguas y biotas tropicales y subtropicales de la zona ecuatorial

y del Pacífico sur durante el Cretácico. Se trata de la unidad paleobiogeográfica con mayor diversidad en todo el período (Kauffman, 1973).

A fines del Jurásico y principios del Cretácico, el Mar de Tethys se extendió hacia el oeste mediante la apertura del Caribe, y se unió con el Pacífico oriental en lo que hoy es América Central, constituyendo así un cinturón tropical marino alrededor del planeta. Ello favoreció la distribución de los invertebrados tropicales, que posteriormente se vieron aislados en forma progresiva al ampliarse el Atlántico y reducirse las ramas mediterránea y caribeña de Tethys (Kauffman, 1979).

Se incrementó la diversidad en muchos grupos, especialmente en los bivalvos, corales y gasterópodos, ello en estrecha relación con los cambios eustáticos y el aumento de la influencia de Tethys sobre áreas epicontinentales que antes habían estado ocupadas por mares templados.

Entre los organismos típicos de Tethys se encuentran los rudistas, pectínidos y trigónidos (Kauffman, 1973), algunas familias de gasterópodos (acteonélidos y nerinéidos) (Sohl, 1971), amonites, foraminíferos bentónicos (Dilley, 1973), equinoideos y corales hermatípicos (Coates, 1973).

Según Kauffman (1979), la Provincia del Caribe se desarrolló durante el Aptiano y posteriormente se diferenció en dos subprovincias, la Antillana y la Occidental de Centroamérica; es en esta última donde queda incluido nuestro país. Cabe

mencionar aquí que Alencaster (1987) discute la posibilidad de dar a esta región el nombre de "Provincia de México", con base en la extensión que abarca y la edad de los fósiles que contiene.

II. ANTECEDENTES

No son muy numerosos los estudios que se han publicado sobre la región de Huetamo, Michoacán; por ejemplo, se pueden citar los siguientes:

Burckhardt, en su estudio sintético sobre el Mesozoico mexicano (1930) hace una recopilación de los aspectos geológicos y paleontológicos que hasta esa fecha se habían dado a conocer con respecto al área, y reporta una sección elaborada por Hall (1903) entre Pungarabato, Gro. y Huetamo, Mich., en la cual se describe la presencia de esquistos verdes, areniscas y calizas; a éstas últimas, encontradas en el Cerro del Fresno, Hall les asigna una edad de Cretácico Medio.

Por otro lado, Pantoja-Alor (1959) describe la secuencia de estratos mesozoicos en la región, define formalmente las unidades litoestratigráficas que afloran en una superficie aproximada de 800 km² y menciona el contenido fósil para cada una de las formaciones por él descritas.

Ayala-Castañares (1960) describe e ilustra una especie nueva de foraminífero del género *Orbitolina*, encontrada en la Formación Morelos (actualmente denominada El Cajón).

Buitrón (1973) describe una nueva especie de erizo de mar (*Tetragramma gloriae*) proveniente de la Formación San Lucas, y le asigna una edad que va del Hauteriviano al Aptiano.

Valdez-Gómez (1980) reporta nueve especies de gasterópodos del Cretácico Inferior de Cocoaro y Los Llanos, pertenecientes también a la Formación San Lucas, dándoles una edad de Hauteriviano-Aptiano.

Romo de la Rosa (1981) ilustra y describe 21 especies de gasterópodos del Cretácico Inferior del Cerro San Miguel, de las formaciones San Lucas y Morelos (El Cajón), y establece relaciones paleobiogeográficas con otras localidades cretácicas de México (en los estados de Sonora, Baja California, Jalisco, Puebla y Guerrero), de la Cuenca Mediterránea (España, Italia, Francia, Rumania, Líbano, etc.), de Texas, E.U.A. y de la India.

Buitrón (1981) señala también la existencia de relaciones paleobiogeográficas entre diversas localidades fosilíferas del Cretácico Temprano de México (incluyendo a la región de Huetamo) y del sureste de Estados Unidos, la Región Mediterránea y el Caribe.

Buitrón y Rivera (1985) mencionan la presencia de once especies de gasterópodos nerinédidos aptianos, provenientes de las formaciones San Lucas y Mal Paso.

Buitrón (1986) describe doce especies de gasterópodos del Cerro de Tuxpan, Jal. en afloramientos de la Formación Encino, de edad Aptiano superior-Albiano inferior, y establece afinidades con las faunas cretácicas de Punta China, B.C.; Arivechi, Son.;

Huetamo, Mich.; Utrillas, España; Texas, E.U.A.; Siria, Líbano y Japón.

En el año de 1989 Pantoja-Alor retoma los trabajos de campo en el área, desarrollando y coordinando un amplio proyecto que tiene entre sus propósitos abarcar diversos aspectos como la geología, taxonomía, bioestratigrafía y paleoecología de la región Huetamo-San Lucas. Es a partir de entonces que se empieza a generar un mayor número de publicaciones, en las que se describe y se estudia cada vez con mayor detalle la abundante fauna encontrada en los afloramientos fosilíferos de la región.

Así, García-Barrera y Pantoja-Alor (1990, 1991), con base en el hallazgo de equinodermos fósiles colectados en los alrededores del poblado de Chumbítaro, asignan una edad albiana a la Formación Mal Paso.

Alencaster y Pantoja-Alor (1992) reportan por primera vez para México el hallazgo de *Amphitriscoelus*, rudista caprínido del Aptiano inferior, encontrado en el arroyo Los Hornos, cerca del poblado de Turitzio. Posteriormente, los mismos autores (1993) indican la presencia de *A. waringi*, *A. pluriloculata* n. sp., *Caprina douvillei* y otros rudistas aptianos en estratos de la Formación Cumburindio.

Buitrón y Pantoja-Alor (1992) refieren el hallazgo de diversas especies de gasterópodos albianos (asociados a corales, rudistas y equinoideos) en las localidades de Las Latas, El

Encino y Cacánicua, pertenecientes a la Formación Mal Paso. Entre los géneros reportados se encuentran *Tylostoma*, *Natica*, *Diglauconia*, *Mesoglauconia*, *Triglauconia*, *Gymnentome*, *Microschiza* y *Peruviella*.

García-Barrera (1993a) menciona que en el Miembro Superior de la Formación Mal Paso son comunes las facies de aguas someras, y hace referencia a la variedad y abundancia de fósiles de invertebrados cretácicos que ahí se pueden encontrar, entre ellos diversas especies de equinodermos, celenterados, protozoarios, bivalvos y gasterópodos. El mismo autor (1993b) reporta, por primera vez para México, la presencia de *Toucasia hancockensis* (rudista requiénido) en rocas del Albiano inferior. Las calizas portadoras pertenecen al Miembro Superior de la Formación Mal Paso y son características de ambientes lagunares de plataforma interna.

Como se puede apreciar, el análisis de la bibliografía nos revela que en los últimos años se ha procurado enfatizar en lo referente a la bioestratigrafía, paleoecología y reconstrucción de los ambientes donde se desarrollaban las comunidades de invertebrados marinos cretácicos de la región. Es en esta tendencia dentro de la cual se puede ubicar el presente trabajo.

III. OBJETIVOS

- 1) Describir la secuencia estratigráfica local del afloramiento.
- 2) Situar taxonómicamente las especies fósiles encontradas.
- 3) Determinar el alcance estratigráfico de los fósiles, a fin de precisar la edad del afloramiento.
- 4) Establecer las condiciones paleoambientales bajo las cuales se formó el depósito, con base en el análisis de las evidencias mineralógicas, sedimentológicas, los procesos de fosilización y el estudio del conjunto fósil encontrado.

IV. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio se ubica en los $18^{\circ} 39' 45''$ latitud N y $100^{\circ} 44' 30''$ longitud W. Se trata de un afloramiento localizado en el paraje conocido como La Piñuela, aproximadamente 9 kilómetros al noreste de San Lucas, Michoacán, muy cerca del límite con el estado de Guerrero (Figura 1).

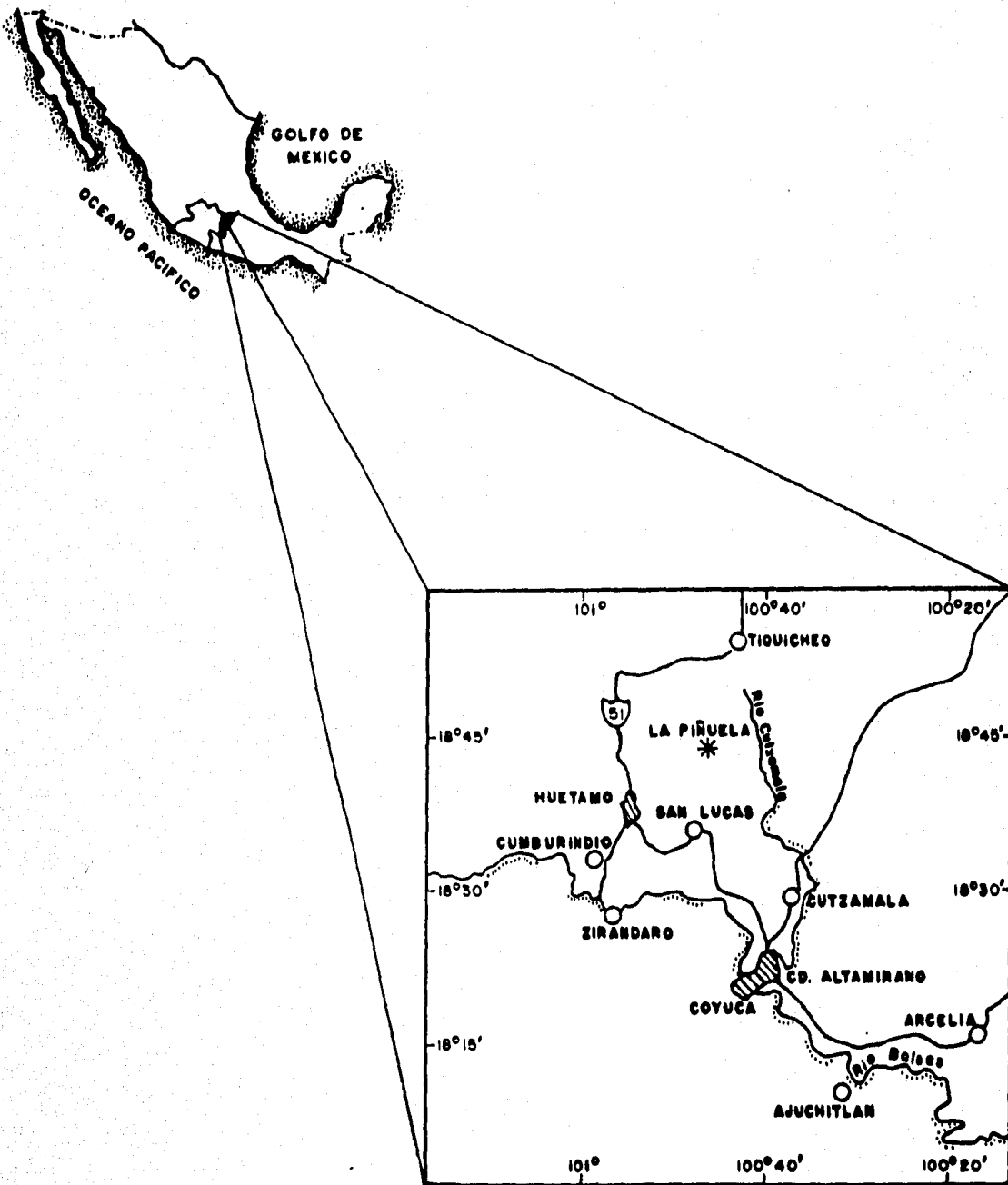


Figura 1. Mapa que muestra la ubicación geográfica del afloramiento La Piñuela.

V. MARCO GEOLÓGICO

i) Estratigrafía general del área

La secuencia de los estratos mesozoicos en la región de Huetamo ha sido establecida por Pantoja-Alor (1959, 1990, 1992, 1993a, 1993b). Las unidades litoestratigráficas definidas en la parte oriental del área son las siguientes (ver Figura 2):

a) En la base de la secuencia se encuentra la **Formación Angao**, con un espesor aproximado de 400 metros e integrada por clastos de origen marino (lutita, conglomerado y arenisca). Debido a su posición estratigráfica y contenido fósil se le asigna una edad de Jurásico Superior.

b) **Formación San Lucas**. Se trata de una secuencia de aproximadamente 600 metros, compuesta por clastos marinos (lutita, limolita, arenisca y conglomerado, con predominio de material fino) e intercalaciones de caliza, que descansan en discordancia paralela sobre los sedimentos jurásicos de la Formación Angao.

El contenido fósil de amonites ha permitido establecer una edad que va del Neocomiano al Aptiano inferior para los estratos de la Formación San Lucas, y la evidencia estratigráfica indica que se trata de facies infralitorales.

c) La **Formación El Cajón** está constituida por capas gruesas de caliza con intercalaciones de arcilla, que sobreyacen discordantemente a la Formación San Lucas.

Los estratos contienen numerosos gasterópodos, rudistas y otros bivalvos, además de *Orbitolina*; este contenido fósil ha permitido asignar una edad de Aptiano superior-Albiano inferior a la Formación El Cajón, la cual tiene un espesor cercano a los 500 metros.

d) **Formación Mal Paso**. Este nombre se ha utilizado para designar a una secuencia de clastos de origen marino que consta de lutita, arenisca, marga, caliza y conglomerado intercalado, que yace discordantemente sobre los estratos de la Formación El Cajón, formando el sinclinal de Mal Paso. El grosor de esta secuencia es de entre 750 y 1000 metros (Pantoja-Alor, 1992) y la fauna colectada indica una edad albiana.

La Formación Mal Paso ha sido dividida en dos miembros: el Inferior clástico, de ambientes deltáicos, y el Superior predominantemente calcáreo, que representa ambientes lagunares de plataforma interna (Pantoja-Alor, 1992, 1993a). En este Miembro Superior se ha encontrado la mayor abundancia y diversidad de fósiles dentro de la formación, y es donde se localiza el afloramiento que constituye el objeto de estudio del presente trabajo.

e) Al NE de Huetamo y por encima de la Formación Mal Paso aflora la **Formación Cutzamala**, cuya edad es de Cretácico Superior y tiene un espesor de más de 2000 metros. Consta de sedimentos rojos (lutita, limolita, arenisca y conglomerado) de origen deltáico (Pantoja-Alor, 1993b).

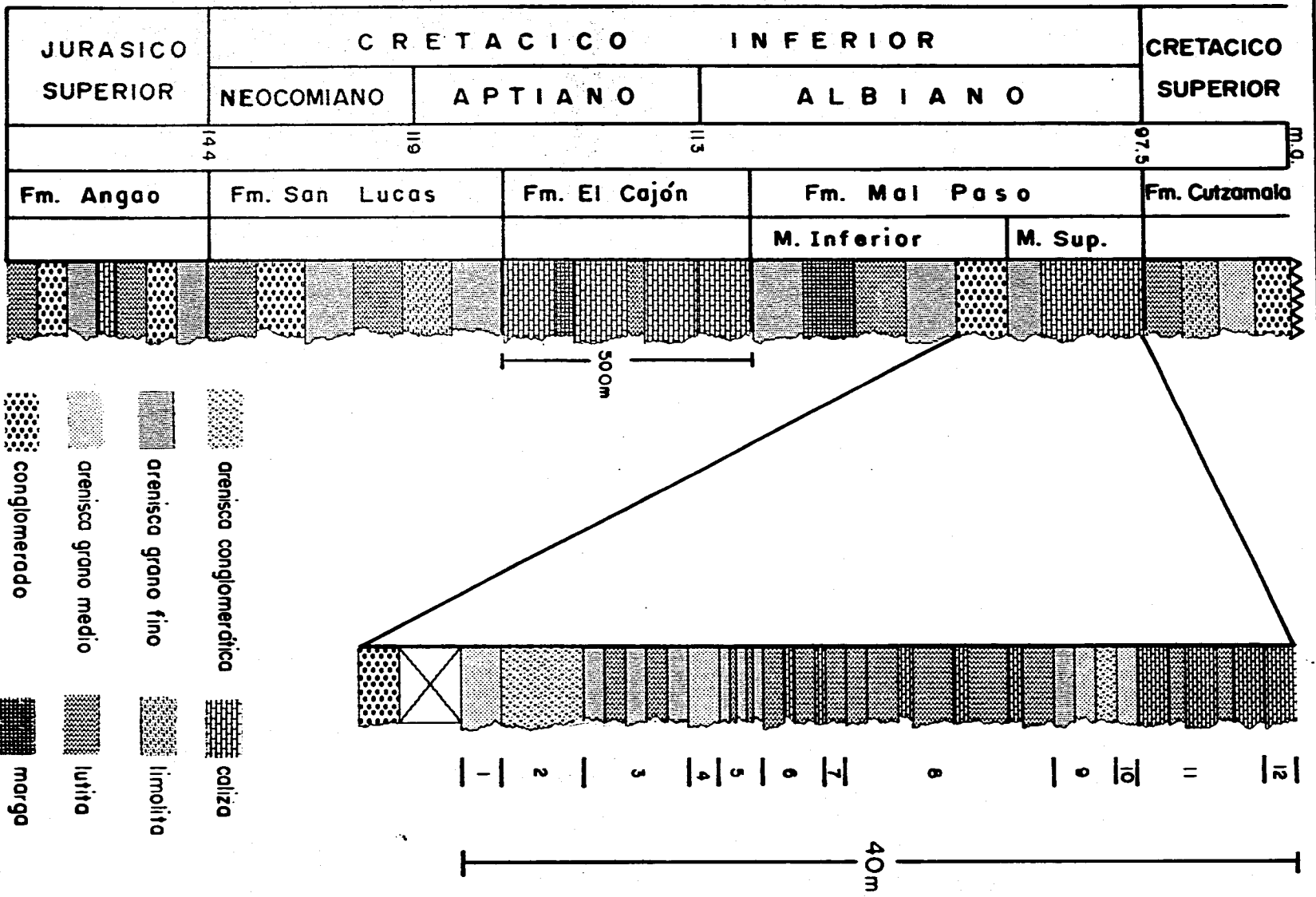


Figura 2. Esquema de las columnas estratigráficas general y local. La columna general está basada en Pantoja-Alor (1993b). Los números de la derecha corresponden a los incisos que se manejan en la descripción de la estratigrafía local.

ii) Estratigrafía local

Los sedimentos que afloran en La Piñuela pertenecen al Miembro Superior de la Formación Mal Paso y abarcan un espesor total cercano a los 40 metros (Figura 2). La secuencia de estratos que se encontró en la columna es la siguiente:

- 1) En su base consta de capas de arenisca poco consolidada de grano medio, de estratificación mediana y origen volcánico. Contienen gran cantidad de fósiles fragmentados de gasterópodos nerinéidos.
- 2) Estratos de arenisca conglomerática de grano medio, color amarillo claro con clastos subredondeados de pedernal.
- 3) Posteriormente se presenta una serie de arenisca feldespática de grano fino, de color amarillento, con intercalaciones de lutita sin fósiles.
- 4) Arenisca de grano medio, feldespática, con escasos fósiles de gasterópodos y fragmentos vegetales (troncos) mal conservados.
- 5) Alternancia de arenisca de grano fino con intercalaciones de lutita calcárea sin fósiles.
- 6) Capas de lutita muy deleznable con escasos fósiles del foraminífero *Orbitolina* (*Mesorbitolina*) *texana*, pequeños

bivalvos y gasterópodos e intercalaciones de caliza sin fósiles.

7) Estratos formados casi exclusivamente por fósiles de *O. (M.) texana*, con muy poca cantidad de limo. Corresponden aproximadamente a la parte media de la columna.

8) Secuencia de capas de lutita con intercalaciones de caliza microcristalina de color gris oscuro sin fósiles. La lutita es portadora de gran cantidad de restos de gasterópodos, predominando *Pyrazus*, *Natica*, *Mesoglauconia*, *Diglauconia*, *Tylostoma* y *Peruviella*, y bivalvos en menor proporción (trigónidos y condrodóntidos). Se encontraron también ejemplares escasos de corales del género *Stylina*. Aquí disminuye notablemente la abundancia de restos de *O. (M.) texana*. Esta secuencia es, sin duda, la parte más fosilífera de la columna.

9) Secuencia de estratos de arenisca, la cual pasa paulatinamente de grano fino a más grueso; disminuye considerablemente la abundancia y la diversidad de los restos fósiles; sin embargo, se encontraron algunos ejemplares de *Natica* y *Mesoglauconia*.

10) Arenisca de grano medio sin estratificación aparente; se trata de material muy deleznable, sin cementación y carente de fósiles.

11) Estratos de caliza con fósiles de rudistas requiénidos (*Toucasia hancockensis*) y gasterópodos (*Tylostoma*) *in situ*; intercalaciones de lutita con escasos restos de *O. (M.) texana*.

12) En la parte superior de la columna se encontraron capas de caliza con estratificación media, color gris sin fósiles y muy intemperizada.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

i) Lista de especies

La fauna que se enlista a continuación fue colectada en las distintas visitas realizadas a la localidad de estudio. La determinación de los ejemplares está basada en los trabajos de: Alencaster, 1956; Allison, 1955; Buitrón, 1986; Delpy, 1940; Kollmann & Sohl, 1979; Mennessier, 1984; Moore, 1956, 1964, 1969; Moullade & Saint-Marc, 1975; Nagao, 1934; Sharpe, 1849; Stanton, 1947 y Whitney, 1952.

El material fósil se encuentra depositado en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, bajo las siglas FCMP-Q10.

Phylum **PROTOZOA**
Subphylum Sarcodina
Orden Foraminiferida
Familia Orbitolinidae
Orbitolina (Mesorbitolina) texana (Roemer)

Phylum **COELENTERATA**
Subphylum Cnidaria
Clase Anthozoa
Orden Scleractinia
Familia Stylinidae
Stylina sp.

Phylum **MOLLUSCA**
Clase Bivalvia
Familia Chondrodontidae
Chondrodonta munsoni (Hill)

Familia Trigoniidae

Pterotrigonia plicatocostata (Nyst & Galeotti)

Familia Fimbriidae

Sphaera corrugata (Sowerby)

Familia Requienuidae

Toucasia hancockensis Whitney

Clase Gastropoda

Familia Nododelphinulidae

Nododelphinula galeotti (Aguilera)

Familia Naticidae

Lunatia pedernalis (Roemer)

Lunatia cragini Stanton

Natica gaultina (d'Orbigny)

Tylostoma ovatum Sharpe

Familia Pseudomelaniidae

Microschiza (Cloughtonia) scalaris (Conrad)

Familia Cassiopidae

Paraglauconia (Diglauconia) mac-phersoni (Vidal)

Mesoglauconia (Mesoglauconia) burnsi (Stanton)

Mesoglauconia (Triglauconia) kleinPELLI (Allison)

Gymnentome (Gymnentome) zebra (Gabb)

Familia Potamididae

Pyrazus (Echinobathra) valeriae (Verneuil & Løriere)

Familia Nerinellidae

Plesioptyxis fleuriaui (d'Orbigny)

Familia Nerineidae

Nerinea coquandi d'Orbigny

Nerinea aquilina Stanton

Familia Itieriidae

Peruviella dolium (Roemer)

ii) Paleambiente

Con respecto al conjunto fósil presente en el afloramiento (Figura 3), los gasterópodos son el grupo más abundante y con mayor diversidad; por lo general se hallan asociados a rudistas y otros bivalvos (Alencaster, 1986), foraminíferos bentónicos (Moullade & Saint-Marc, 1975) y corales. Lo anterior indica la cercanía de líneas de costa (Figura 4), así como la existencia de plataformas someras (con profundidades menores a 50 m) bien iluminadas (Kauffman & Sohl, 1979). Cabe mencionar que a los casiópodos se les ha encontrado sólo en el Dominio de Tethys (entre los 25° de latitud Norte y Sur), siempre asociados a corales, nerinéidos, naticidos, acteonélidos y trigónidos (Alencaster, 1984, 1987), como ocurre el caso que nos ocupa.

El análisis de las rocas en la localidad de estudio revela que durante la depositación de los sedimentos se dieron al menos dos eventos importantes de actividad volcánica, los cuales quedaron representados localmente por la presencia de arenisca feldespática de grano medio, tanto en la base como en la parte superior de la columna. Al respecto Pantoja-Alor (1993b) señala que los eventos volcánicos del Jurásico Superior y del Cretácico Inferior constituyen la expresión de un arco insular activo en la región, con facies sedimentarias sindeposicionales. Este autor menciona también que durante la depositación de los sedimentos albianos de la Formación Mal Paso, diversas intrusiones afectaron los patrones de

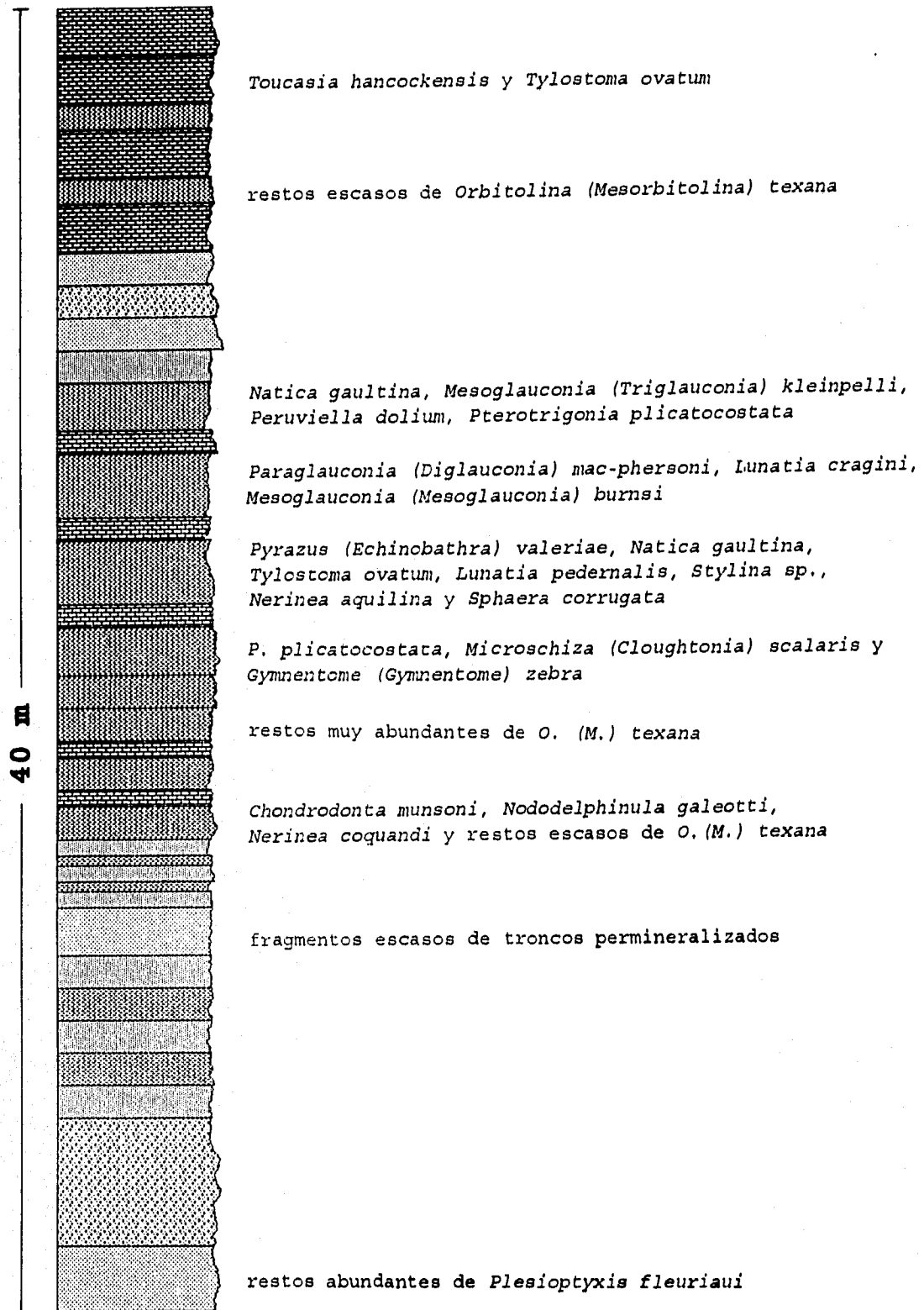


Figura 3. Distribución estratigráfica de la fauna en el afloramiento de La Piñuela.

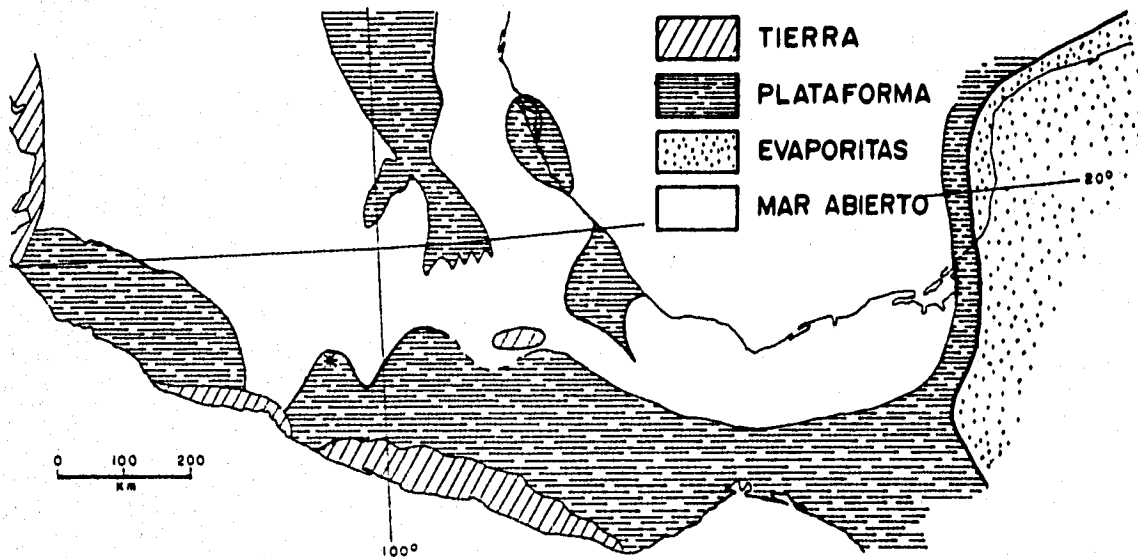


Figura 4. Distribución de tierras y mares en la parte sur de México durante el Albiano-Cenomaniano. El asterisco indica la ubicación aproximada del área de San Lucas (Tomado de Alencaster, 1987).

sedimentación, la tectónica y las condiciones ecológicas del área, ocasionando pequeños levantamientos dentro del arco insular mencionado, lo cual permite explicar el emplazamiento de lagunas post-arrecifales, que reunían las condiciones ambientales propicias para el desarrollo de los bancos de rudistas presentes en el área.

Al considerar los sedimentos y los tipos de fosilización encontrados en los restos, podemos darnos cuenta de que inicialmente la cuenca de depósito recibía aportes externos de material clástico, el cual cubría y rellenaba los huecos en las conchas de los moluscos, favoreciendo así la preservación autigénica que caracteriza a casi todos los fósiles del afloramiento. En cambio, el hallazgo de condrodóntidos en la parte media y de rudistas requiénidos en la parte más alta de la columna, indica que durante ciertos períodos en la historia de la cuenca, ésta se mantuvo cerrada, cesando así el aporte de terrígenos y permitiendo la concentración de carbonatos en el agua; ello favoreció la precipitación de dichos minerales y la fosilización de los bivalvos mencionados mediante el proceso conocido como permineralización.

iii) Edad de la fauna

Por lo que hace a la bioestratigrafía de la parte oriental del área de Huetamo (Figura 2), cabe señalar que en años recientes el estudio de los conjuntos fósiles ha permitido precisar o modificar las edades inicialmente asignadas a algunas de las formaciones geológicas o partes de ellas. Por ejemplo, García-Barrera y Pantoja-Alor (1990), con base en el hallazgo de equinoides fósiles en la parte superior de la Formación Mal Paso, establecen una edad albiana para dicha unidad, rectificando lo propuesto originalmente por Pantoja-Alor (1959), quien señaló entonces que la edad de dicha formación era cenomaniense. En este contexto, García-Barrera (1993b) reporta la presencia de *Toucasia hancockensis* en estratos del Miembro Superior de la Formación Mal Paso; esta especie ha sido reportada de la caliza Glen Rose (Whitney, 1952) y es característica del Albiano inferior. Asimismo, la presencia de *Amphitriscoelus waringi* y *A. pluriloculata* en la sección tipo de la Formación El Cajón (García-Barrera, comunicación personal) indica una edad de Aptiano temprano para la porción superior de esta unidad.

De modo similar, los alcances estratigráficos de las especies que integran el conjunto fósil analizado en el presente trabajo (Figura 5) muestran que el Miembro Superior de la Formación Mal Paso tiene una edad de Albiano temprano.

ESPECIES	CRETACICO								
	APTIANO			ALBIANO			CENOMAN.		
	T	M	t	T	M	t	T	M	t
Foraminíferos									
<i>Orbitolina (Mesorbitolina) texana</i>				*					
Corales									
<i>Stylina</i> sp.	*	*	*	*	*	*			
Bivalvos									
<i>Chondrodonta munsoni</i>				*	*	*	*	*	*
<i>Pterotrignonia plicatocostata</i>			*	*					
<i>Sphaera corrugata</i>			*	*					
<i>Toucasia hancockensis</i>				*	*				
Gasterópodos									
<i>Nododelphinula galeotti</i>			*	*					
<i>Lunatia pedernalis</i>				*					
<i>Lunatia cragini</i>				*	*	*			
<i>Natica gaultina</i>				*	*	*			
<i>Tylostoma ovatum</i>		*	*	*	*	*			
<i>Microschiza (Cloughtonia) scalaris</i>			*	*	*	*	*		
<i>Paraglauconia (Diglauconia) mac-phersoni</i>				*	*				
<i>Mesoglauconia (Mesoglauconia) burnsi</i>				*					
<i>Mesoglauconia (Triglauconia) kleinPELLI</i>	*	*	*	*	*				
<i>Gymnentome (Gymnentome) zebra</i>				*					
<i>Pyrasus (Echinobathra) valeriae</i>			*	*					
<i>Plesioptyxis fleuriaui</i>				*	*	*	*	*	*
<i>Nerinea coquandi</i>	*	*	*	*					
<i>Nerinea aquilina</i>			*	*					
<i>Peruviella dolium</i>				*	*				

Figura 5. Alcances estratigráficos de las especies encontradas en La Pifuela. Los datos se obtuvieron de las siguientes referencias: Alencaster, 1956; Allison, 1955; Buitrón & Rivera, 1985; Buitrón, 1986; Delpy, 1940; Kollmann & Sohl, 1979; Mennessier, 1984; Moore, 1956, 1964, 1969; Moullade & Saint-Marc, 1975; Moullade et al., 1985; Nagao, 1934; Shimer & Shrock, 1944; Stanton, 1947; Stephenson, L. et al., 1942; Whitney, 1952. (T = Temprano, M = Medio, t = tardío).

Por otro lado, la revisión bibliográfica de algunos de los trabajos que se han publicado sobre los fósiles marinos del Cretácico, permite plantear la posibilidad de establecer correlaciones con formaciones geológicas de otras partes de México y del mundo. A manera de ejemplo, se mencionan las siguientes: la Formación Glen Rose (Texas), el Grupo Trinity (Texas), la Arenisca Hiraiga (Miyako, Japón), la Formación Encino (Jalisco), la Formación Morelos (Guerrero, Morelos y Edo. de México), la Serie Cretácica de Coalcomán (Michoacán), la Formación Potrero (Sonora), el Miembro Inferior de la Formación Alisitos (Baja California) y la Formación San Juan Raya (Puebla).

Acerca de este último punto, es decir, la posibilidad de correlacionar al miembro superior de la Formación Mal Paso con una parte de la Formación San Juan Raya, es interesante destacar el hecho de que, del total de 19 especies de moluscos (bivalvos y gasterópodos) encontrados en La Piñuela, 7 son comunes a San Juan Raya (35%); además, los sedimentos en ambos casos tienen características en común.

Una vez que se hayan estudiado con mayor detalle los conjuntos fósiles de la región de Huetamo será posible confirmar o refutar el planteamiento anterior, aunque el porcentaje de similitud faunística encontrado es indicativo de que los sedimentos de ambas formaciones coincidieron en su depositación en algún momento durante el Albiano temprano.

En otro sentido, también es necesario profundizar en las investigaciones sobre la microfauna encontrada en las distintas formaciones del área, a fin de verificar o corregir las edades que se han asignado con base en los invertebrados.

En resumen, el estudio detallado de los fósiles que se encuentran en los numerosos afloramientos del área de Huetamo habrá de permitir una definición cada vez más fina en lo referente a la estratigrafía y a las edades de las formaciones geológicas ahí descritas. Asimismo habrá de hacer factible el establecimiento de correlaciones estratigráficas precisas con otras localidades fosilíferas mexicanas, lo cual se reflejará en un mejor conocimiento sobre la historia de la vida marina durante el Cretácico en nuestro país.

VII. CONCLUSIONES

- 1) De acuerdo a los alcances estratigráficos de las especies fósiles encontradas, la edad del afloramiento corresponde al Albiano temprano.
- 2) El análisis de los sedimentos y el conjunto faunístico indican que se trata de un ambiente marino tropical, de plataforma somera, cercana a la costa.
- 3) Los productos de la actividad volcánica regional durante el Albiano tuvieron una gran influencia en el área, alterando de manera importante las condiciones del ambiente local (Pantoja-Alor, 1993b). Por ejemplo, la presencia de areniscas feldespáticas y el hallazgo de fósiles de individuos juveniles y adultos en el afloramiento, son indicativos de episodios de muerte masiva, debidos al repentino aporte de dichos materiales hacia la cuenca.
- 4) La presencia de *Toucasia hancockensis* y *Orbitolina* (*Mesorbitolina*) *texana* indica facies lagunares o post-arrecifales, en un medio protegido del oleaje, sujeto a regímenes de baja energía, dentro de una de las plataformas calcáreas típicas del Cretácico.
- 5) La fauna de la localidad (Provincia Caribeña) muestra afinidades claras con especies de las Provincias Mediterránea y Norteamericana (en este último caso, particularmente del sur de Texas), todas ellas dentro del Dominio de Tethys.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Alencaster, G., 1956. **Pelecípodos y Gasterópodos del Cretácico Inferior de la región de San Juan Raya-Zapotitlán, Estado de Puebla.** Paleontología Mexicana No. 2, Inst. de Geol. UNAM. 47 p., 7 láms.

---, 1984. **Late Jurassic-Cretaceous molluscan paleogeography of the southern half of Mexico.** Geol. Assoc. of Canada, Special Paper 27, pp. 77-88.

---, 1986. **Moluscos fósiles de México.** Mem. II Reun. Nal. Malacología y Conquiliología, Fac. Ciencias, UNAM, pp. 296-323.

---, 1987. **Moluscos bentónicos de la mitad meridional de México durante el Cretácico.** Revista de la Soc. Mex. Paleont., Vol. 1 (1), pp. 1-23.

--- y Pantoja-Alor, J., 1992. **Amphitriscoelus (Bivalvia-Hippuritacea) en el Cretácico Inferior de la región de Huetamo, Michoacán.** Soc. Geol. Méx., XI Convención Geológica Nacional, Veracruz, Ver., Libro de resúmenes, pp. 9-10.

--- y ---, 1993. **Early Aptian rudists from the Huetamo region, southwestern Mexico.** in Alencaster, G. & Buitrón, B. (eds.) Proceedings 3rd. International Conference on Rudists, Mexico, D.F., UNAM, Inst. Geol, p. 4.

Allison, E., 1955. **Middle Cretaceous Gastropoda from Punta China, Baja California, Mexico.** Journal of Paleontology, vol. 29, No. 3, pp. 400-432.

Ayala-Castañares, A., 1960. **Orbitolina morelensis sp. nov. de la Formación Morelos del Cretácico Inferior (Albiano) en la región de Huetamo, Michoacán, México.** Paleontología Mexicana No. 6, Inst. de Geol. UNAM.

Buitrón, B., 1973. **Tetragramma gloriae n. sp., equinoide de la Formación San Lucas (Hauteriviano-Aptiano) de la región de Huetamo, Michoacán.** Paleontología Mexicana No. 36, UNAM, Inst. Geol.

---, 1981. **Gasterópodos del Cretácico temprano de México occidental y sus implicaciones paleobiogeográficas.** Anais II Congresso Latino-Americano Paleontologia. Porto Alegre, Brasil, pp. 343-357.

---, 1986. **Gasterópodos del Cretácico (Aptiano tardío-Albiano temprano) del Cerro de Tuxpan, Jalisco.** Bol. Soc. Geol. Méx., Tomo XLII, No. 1, pp. 17-30, 1 lám.

--- y Rivera, E., 1985,. **Nerinéidos (Gastropoda-Nerineidae) cretácicos de la región de Huetamo-San Lucas, Michoacán.** Bol. Soc. Geol. Méx., Tomo XLVI, Nos. 1 y 2, pp. 65-78.

--- y Pantoja-Alor, J., 1992. **Los gasterópodos albianos del sinclinal de Mal Paso, estado de Michoacán, México.** Soc. Geol. Mex., XI Convención Geológica Nacional, Resúmenes, p. 39.

Burckhardt, C., 1930. **Etude synthétique sur le Mésozoïque mexicain.** Mém. Soc. Paléont. Suisse, vols XLIX-L, 280 p.

Coates, A., 1973. **Cretaceous Tethyan coral-rudist biogeography related to the evolution of the Atlantic Ocean in Organisms and continents through time.** N. F. Hughes (ed.) Special Paper in Paleontology, no. 12, Syst. Assoc. Publ. 9, p. 169-174.

Delpey, G.; 1940. **Les gastéropodes mésozoïques de la région libanaise.** Notes et Mem. Haut Comm. de la Rép. Française en Syria et au Liban, T. III, pp. 121-292.

Dilley, F., 1973. **Cretaceous larger Foraminifera in Atlas of palaeobiogeography,** A. Hallam (ed.), p. 403-419, Elsevier Sci. Publ. Co. (Amsterdam).

Fischer, A. & Arthur, M., 1977. **Secular variations in the pelagic realm in Basinal facies in carbonate sediments,** H. E. Cook & P. Enos (eds.), Soc. Econ. Paleont. & Mineral, Special Paper 25.

García-Barrera, P., 1993a. **Fossil assemblage of Mal Paso Formation in San Lucas region, Michoacan, Mexico,** in Pantoja-Alor, J., Alencaster, G. and Gómez-Caballero, A. (eds.) Geology and rudist communities of the Huetamo region, State of Michoacan, Mexico. UNAM, Inst. Geol., 3rd. Int. Conf. on Rudists, Guidebook of field trip B, pp. 41-45.

---, 1993b. **Toucasia hancockensis (Hippuritacea-Requienidae) in southwestern Mexico.** in Alencaster, G. & Buitrón, B, (eds.) Proceedings. 3rd. International Conference on Rudists, Mexico, D.F., UNAM, Inst. Geol., p. 26.

--- y Pantoja-Alor, J., 1990. **Equinodermos cretácicos (albianos) de la Formación Mal Paso, de la región de Huetamo-Cd. Altamirano, estados de Guerrero y Michoacán.** Soc. Geol. Mex., Resúmenes de la X Conv. Geol. Nal.

--- y ---, 1991. **Equinoides del Albiano tardío de la Formación Mal Paso, de la región de Chumbitaro, estados de Guerrero y Michoacán, México.** Revista de la Soc. Mex. de Paleontología, v. 4, p. 23-41.

Hall, C., 1903. **Notes on a geological section from Iguala to San Miguel Totolapa, State of Guerrero, Mexico.** *Memorias Soc. Antonio Alzate*, 13, No. 7-8, p. 327.

Kauffman, E., 1970. **Population systematics, radiometrics and zonation-a new biostratigraphy.** *North Am. Paleontol. Conv. Proc.*, Chicago, 1969, v. 1, pt. F, p. 612-666. Allen Press (Lawrence, Kansas).

---, 1973. **Cretaceous Bivalvia** in *Atlas of paleobiogeography*, Anthony Hallam (ed.), p. 351-383, Elsevier Sc. Publ. Co. (Amsterdam).

---, 1976. **Plate tectonics: a major force in evolution.** *The Science Teacher*, v. 43, no. 3, p. 12-17.

---, 1977a. **Geological and biological overview: Western Interior Cretaceous basin.** *Mt. Geol.*, v. 14, p. 75-99.

---, 1977b. **Evolutionary rates and biostratigraphy** in *Concepts and methods of biostratigraphy*. E. G. Kauffman & J. E. Hazel (eds.), Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. (Stroudsburg, Pa.).

---, 1979, p.A418-A487. In R. A. Robison & C. Teichert (eds.) **Treatise on Invertebrate Paleontology**, Part A Introduction. Geological Society of America and The University of Kansas Press, Lawrence, Kansas.

--- & Sohl, N., 1973. **Structure and evolution of Antillean Cretaceous rudist frameworks.** *Naturforsch. Gesell. Basel, Verhandl.*, v. 48, no. 1, p. 399-467.

--- & ---, 1979. **Rudists** in Fairbridge, R. & Jablonsky, D. (eds.) *The Encyclopedia of Paleontology*, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc., Stroudsburg, Pa., p. 723-736.

Kollmann, H. & Sohl, N., 1979. **Western hemisphere cretaceous itieriidae gastropods.** *Shorter contributions to Paleontology*. U. S. Geol. Surv., Prof. Paper 1125-A, 15 p.

Mennessier, G., 1984. **Révision des gastéropodes appartenant à la famille des Cassiopidae Kollmann (= Glauconiidae Ptchelintsev).** Département de Géologie, Université de Picardie, France.

Moore, R. C. (ed.), 1956. **Treatise on Invertebrate Paleontology**, Part F (Coelenterata). The Geol. Soc. Amer. & The Univ. of Kansas.

---, (ed.), 1964. **Treatise on Invertebrate Paleontology**, Part C (Protista 2, vol. 1). The Geol. Soc. Amer. & The Univ. of Kansas.

---, (ed.), 1969. **Treatise on Invertebrate Paleontology**, Part N (Mollusca 6, Bivalvia, vols. 1-3) The Geol. Soc. Amer. & The Univ. of Kansas.

Moullade, M. & Saint-Marc, P., 1975. **Les Mésorbitolines: révision taxinomique, importance stratigraphique et paléobiogéographique**. Bull. Soc. Geol. France, 7e serie, Tome XVII, No. 5, pp. 828-842.

---, Peybernes, B., Ray, J. & Saint-Marc, P., 1985. **Biostratigraphic interest and paleobiogeographic distribution of early and mid Cretaceous mesogean Orbitolinids (Foraminiferida)**. Journal of Foraminiferal Research, vol. 15, p. 149-158.

Nagao, T., 1934. **Cretaceous Mollusca from the Miyako District, Honshū, Japan**. Jour. Fac. Sci., Hokkaido Imp. Univ., Ser. IV, vol. II, No. 3, pp. 177-277, XVII plates.

Omalius d'Hallo, J. B. d', 1822. **Observations sur un essai de carte géologique de la France, des Pays-Bas et des contrées voisines**: Ann. Mines, v. 7, p. 353-376.

Orbigny, A. d', 1842-43. **Paléontologie française, terrains crétacés**. Vol. II Gasteropodes, Paris.

Pantoja-Alor, J., 1959. **Estudio geológico de reconocimiento de la región de Huetamo, estado de Michoacán**. Bol. Cons. Rec. Nat. No Renov. No. 50, 36 p.

---, 1990. **Redefinición de las unidades estratigráficas de la secuencia mesozoica de la región de Huetamo-Altamirano, estados de Michoacán y Guerrero**. Soc. Geol. Mex., Resúmenes X Convención Geol. Nal., p. 66.

---, 1992. **La Formación Mal Paso y su importancia en la estratigrafía del sur de México**. Resúmenes de la XI Convención Geol. Nal., Soc. Geol. Méx., Veracruz, Ver., pp. 149-151.

---, 1993a. **Geology of the Huetamo region, State of Michoacan, Mexico**. in Alencaster, G. & Buitrón, B. (eds.) Proc. 3rd. International Conference on Rudists, Mexico, D.F., UNAM, Inst. Geol, pp. 44-45.

---, 1993b. **Description of the localities visited in the field trip B**, in Pantoja-Alor, J., Alencaster, G. and Gómez-Caballero, A. (eds.) Geology and rudist communities of the Huetamo region, State of Michoacan, Mexico, UNAM, Inst. Geol., 3rd. Int. Conf. on Rudists, Mexico, D.F., Guidebook of field trip B, pp. 11-40.

Romo de la Rosa, E., 1981. **Gasterópodos (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico temprano de la región de Huetamo, estado de Michoacán.** Tesis Profesional, Univ. Aut. de Aguascalientes.

Sharpe, D., 1849. **On Tylostoma, a proposed genus of gasteropodous mollusks.** Quart. Jour. Geol. Soc. London, vol. V, pp. 376-380.

Shimer, H. & Shrock, R., 1944. **Index fossils of North America.** The Technology Press, M.I.T., John Wiley, New York, pp. 277-518.

Sohl, N., 1971. **North American Cretaceous biotic provinces delineated by gastropods.** N. Am. Paleont. Conv. Proc., Chicago 1969, v. 2, pt. L, p. 1610-1638. Allen Press (Lawrence, Ka.).

Stanton, T., 1947. **Studies of some Comanche pelecypods and gastropods.** U. S. Geol. Surv., Prof. Paper 211.

Stephenson, L., King, P., Monroe, W. & Imlay, R., 1942. **Correlation of the outcropping Cretaceous Formations of the Atlantic and Gulf Coastal Plain and Trans-Pecos Texas.** 3rd. Reprint, 1958. Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 53, pp. 435-448, 1 plate.

Valentine, J. W., 1961. **Paleoecological molluscan geography of the California Pleistocene.** Univ. Calif. Publ. Geol. Sci., v. 34, no. 7, p. 309-442.

---, 1973. **Evolutionary paleoecology of the marine biosphere.** Prentice-Hall (Englewood Cliffs, N.J.)

Valdez-Gómez, M., 1980. **Gasterópodos (Mollusca-Gastropoda) del Cretácico Inferior de Cocuaro, Michoacán.** Tesis Profesional, Fac. de Ciencias, UNAM, 38 pp.

Whitney, M., 1952. **Some new pelecypoda from the Glen Rose Formation of Texas.** Jour. Paleont. V. 26, No. 5, 697-707.

L Á M I N A S

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

L Á M I N A 1

Figura 1. *Orbitolina (Mesorbitolina) texana* (Roemer). Vista general de los ejemplares en diferentes posiciones. Ejemplar Q10-7, X1

Figura 1a. *O. (M.) texana*, Mismo ejemplar. Corte de la roca portadora mostrando secciones longitudinales y transversales de los foraminíferos, X1.

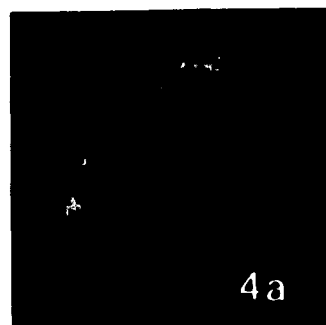
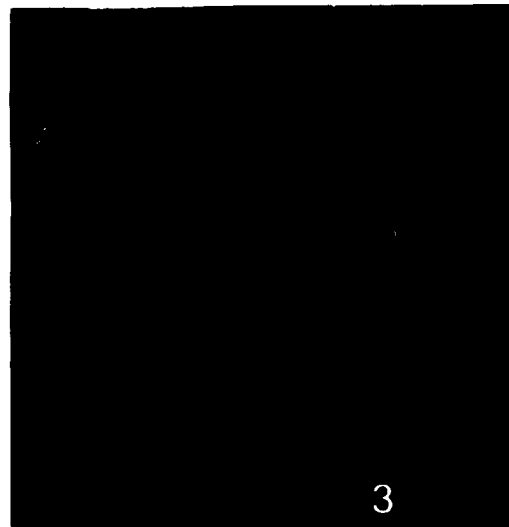
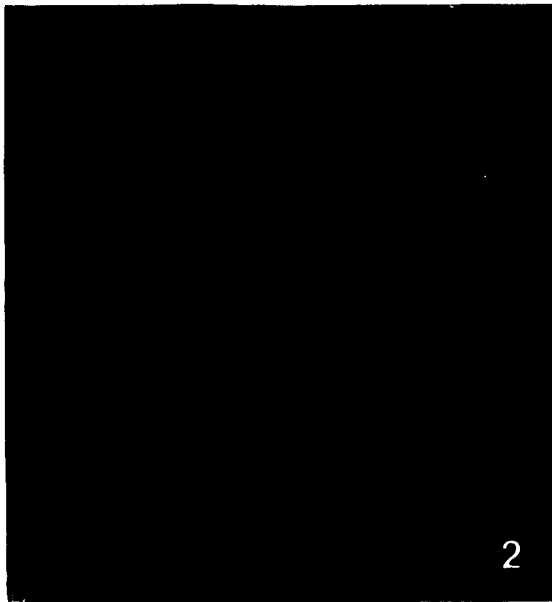
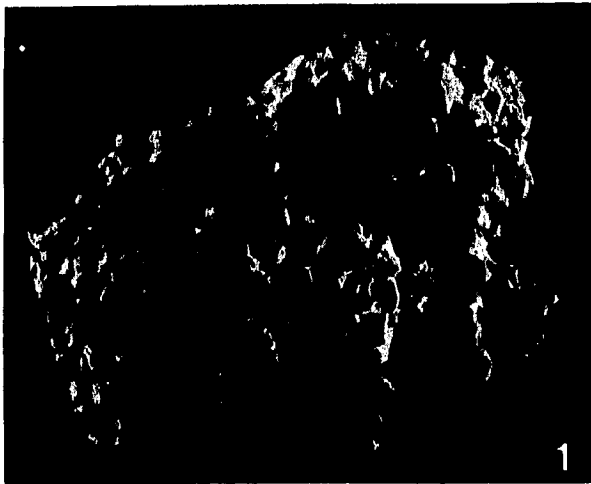
Figura 2. *Stylina sp.* Se observan claramente los cálices de los coralitos, con un diámetro aproximado de 3 mm. Ejemplar Q10-8, X1.

Figura 3. *Chondrodonta munsoni* (Hill). Fragmento de la valva superior. Ejemplar Q10-9, X1.

Figura 4. *Pterotrigonia plicatocostata* (Nyst & Galeotti). Fragmento de la valva derecha mostrando la ornamentación típica de la especie. Ejemplar Q10-10, X1.

Figura 4a. *P. plicatocostata*. Fragmento de la valva izquierda. Ejemplar Q10-11, X1.

LAMINA 1



L Á M I N A 2

Figura 1. *Sphaera corrugata* (Sowerby). Valva izquierda.
Ejemplar Q10-12, X1.

Figura 1a. *S. corrugata*. Mismo ejemplar, vista lateral, X1.

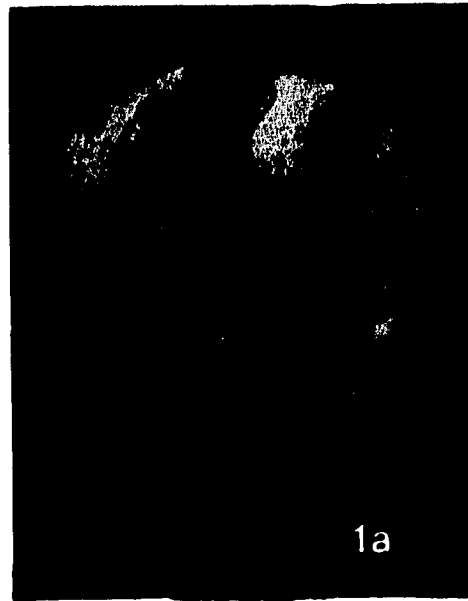
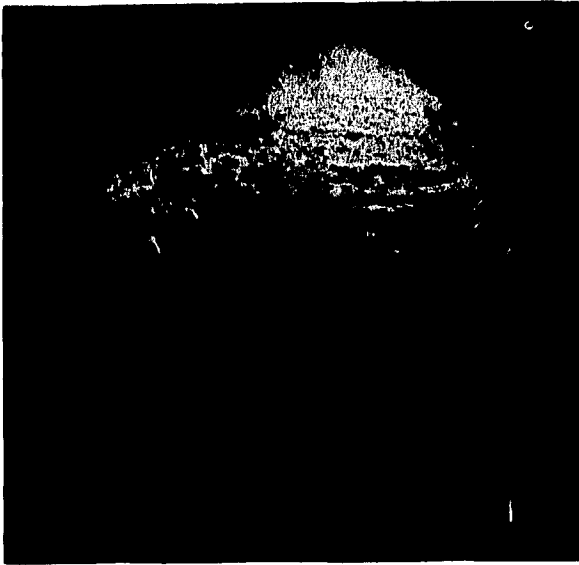
Figura 2. *Toucasia hancockensis* Whitney. Corte transversal,
valva inferior. Ejemplar Q10-1, X1.

Figura 2a. *T. hancockensis*. Vista lateral de ambas valvas.
Ejemplar Q10-2, X1.

Figura 3. *Nododelphinula galeotti* (Aguilera). Vista lateral.
Ejemplar Q10-13, X1.

Figura 3a. *N. galeotti*. Mismo ejemplar, vista superior, X1.

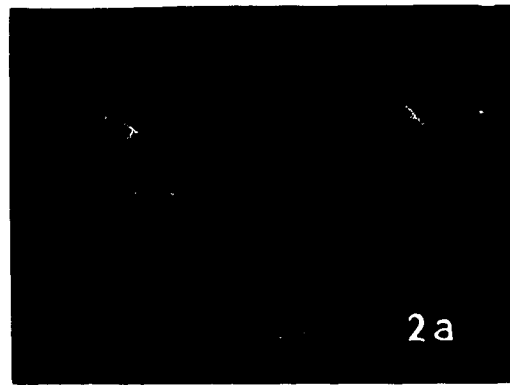
LAMINA 2



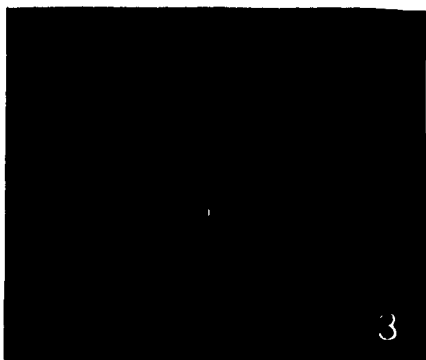
1a



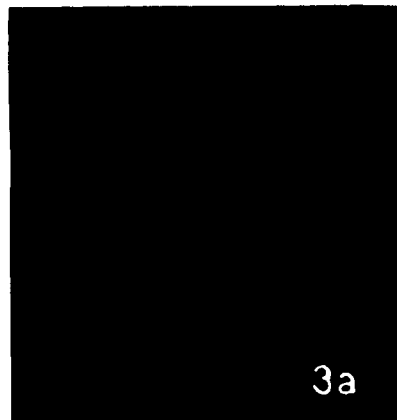
2



2a



3



3a

L Á M I N A 3

Figura 1. *Lunatia pedernalis* (Roemer). Vista anterior de la concha. Ejemplar Q10-14, X1.

Figura 1a. *L. pedernalis*. Mismo ejemplar. Vista posterior, X1.

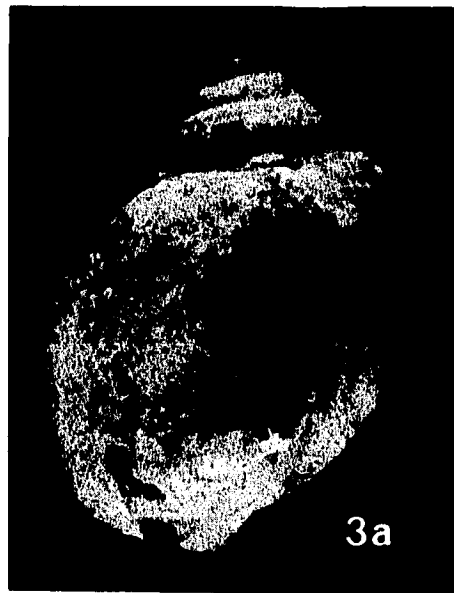
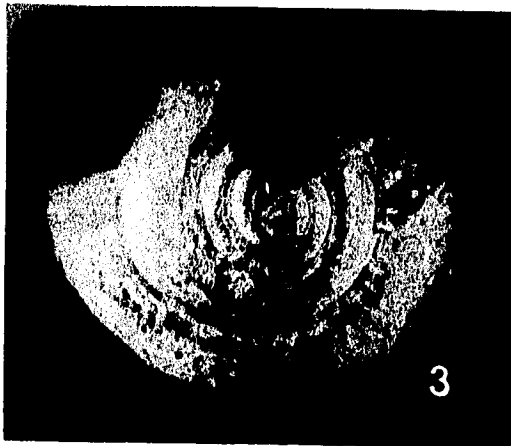
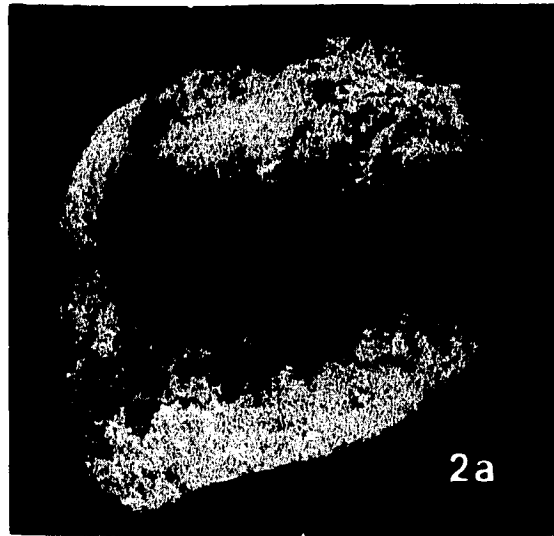
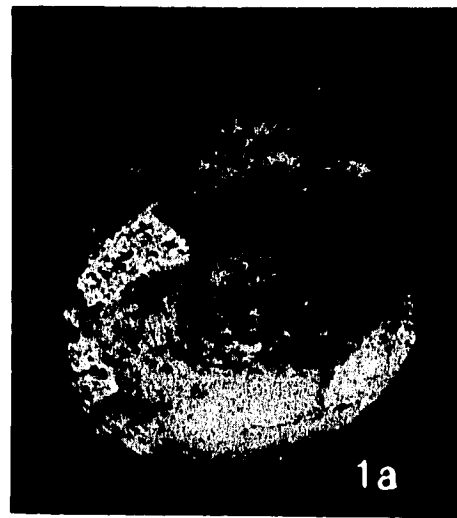
Figura 2. *Natica gaultina* (d'Orbigny). Vista anterior. Ejemplar Q10-15, X1.

Figura 2a. *N. gaultina*. Mismo ejemplar, vista posterior, X1.

Figura 3. *Tylostoma ovatum* Sharpe. Vista superior de la concha. Ejemplar Q10-16, X1.

Figura 3a. *T. ovatum*. Mismo ejemplar. Vista posterior, mostrando las várices características del género. X1.

LAMINA 3



L Á M I N A 4

Figura 1. *Microschiza (Cloughtonia) scalaris* (Conrad). Vista superior de la concha. Ejemplar Q10-16. X1.

Figura 1a. *M. (C.) scalaris*. Vista posterior de la concha. Ejemplar Q10-17, X1.

Figura 2. *Lunatia cragini* Stanton. Vista posterior. Ejemplar Q10-18, X2.

Figura 3. *Paraglauconia (Diglauconia) mac-phersoni* (Vidal). Vista posterior. Ejemplar Q10-19, X1.

Figura 4. *Mesoglauconia (Triglauconia) kleinPELLI* (Allison). Vista posterior. Ejemplar Q10-20, X2.

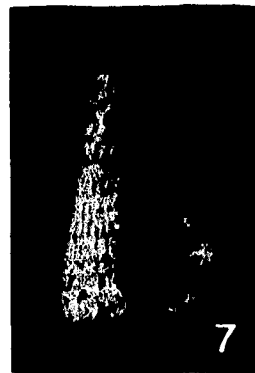
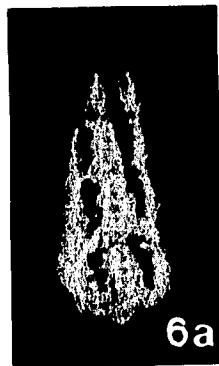
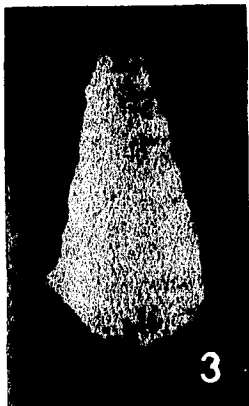
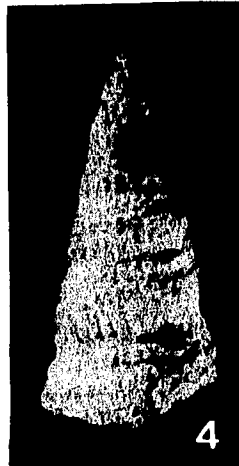
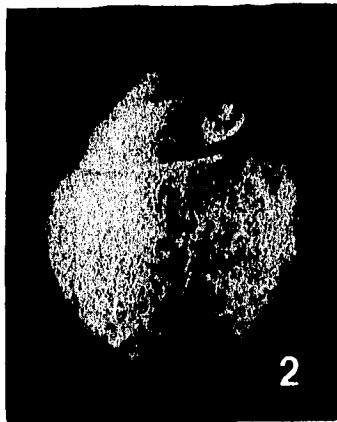
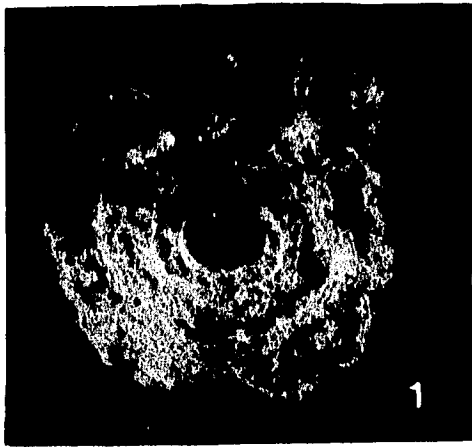
Figura 5. *Gymnentome (Gymnentome) zebra* (Gabb). Vista posterior. Ejemplar Q10-21, X1.

Figura 6. *Pyrazus (Echinobathra) valeriae* (Verneuil & Lòriere). Vista posterior. Ejemplar Q10-22, X1.

Figura 6a. *P. (E.) valeriae*. Vista posterior de la concha. Ejemplar Q10-23, X1.

Figura 7. *Mesoglauconia (Mesoglauconia burnsI)* (Stanton). Vista posterior de la concha. Ejemplar Q10-24, X1.

LAMINA 4



L Á M I N A 5

Figura 1. *Plesioptyxis fleuriauxi* (d'Orbigny). Corte longitudinal. Ejemplar Q10- 25, X 8/7.

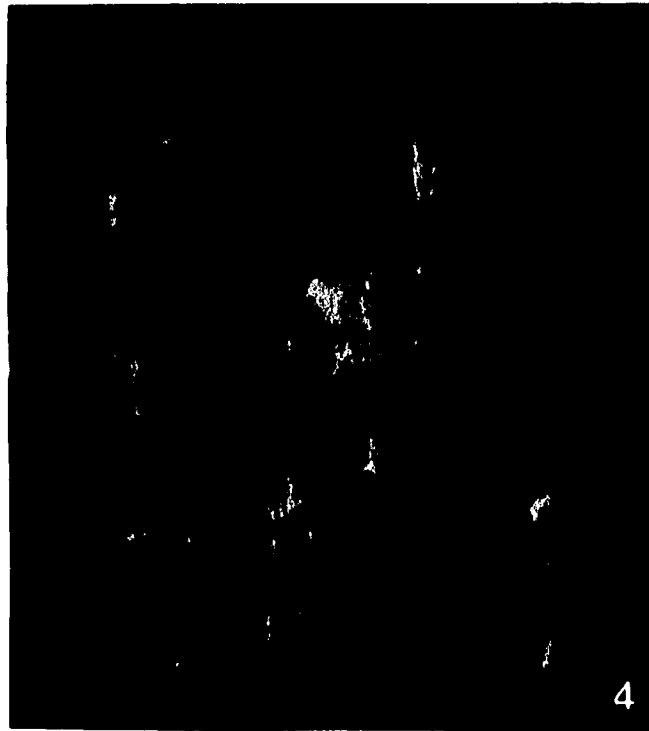
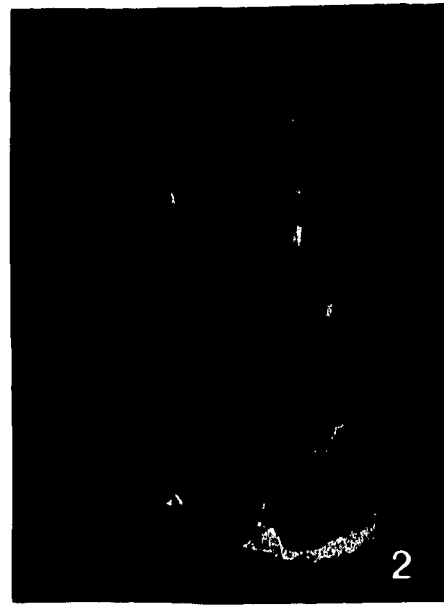
Figura 1a. *P. fleuriauxi*. Mismo ejemplar. Vista posterior de la concha, X 8/7.

Figura 2. *Nerinea coquandi* d'Orbigny. Corte longitudinal de un fragmento de concha. Ejemplar Q10-26, X 8/7.

Figura 3. *Nerinea aquilina* Stanton. Vista lateral, espécimen roto por ambos extremos. Ejemplar Q10-27, X1.

Figura 4. Fragmento permineralizado de madera. Ejemplar Q10-28, X1.

LAMINA 5



L Á M I N A 6

Figura 1. *Peruviella dolium* (Roemer). Vista posterior de la concha. Ejemplar Q10-29, X1.

Figura 1a. *P. dolium*. Mismo ejemplar. Corte longitudinal de la concha, X 13/11.

LAMINA 6

