



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

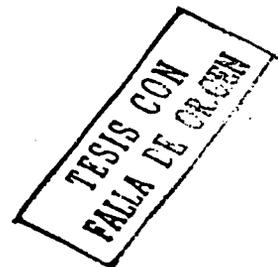
FACULTAD DE CIENCIAS

UNA NUEVA LOCALIDAD FOSILÍFERA DEL CRETÁCICO TEMPRANO EN EL ESTADO DE MICHOACÁN: ASPECTOS PALEONTOLÓGICOS, ESTRATIGRÁFICOS Y PALEOECOLÓGICOS.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
B I Ó L O G O  
P R E S E N T A:

CRISTINA EUGENIA VALDIOSERA MORALES

DIRECTOR DE TESIS:  
DR. PEDRO GARCÍA BARRERA





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA**  
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Ciencias  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: **Una Nueva Localidad Fosilifera del Cretácico Temprano en el Estado de Michoacán: Aspectos Paleontológicos, Estratigráficos y Paleoecológicos.**  
realizado por **Cristina Eugenia Valdiosera Morales**

con número de cuenta 9755150-6 , quién cubrió los créditos de la carrera de Biología  
Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis  
Propietario

Dr. Pedro García Barrera

Propietario

Dra. Gloria Alencáster Ybarra

Propietario

Dr. Miguel Carrillo Martínez

Suplente

Biól. Daniel Navarro Santillán

Suplente

Biól. Itzia Eréndira Nieto López

FACULTAD DE CIENCIAS  
U.N.A.M.

Consejo Departamental de Biología

Dra. Patricia Ramos Morales



DEPARTAMENTO  
DE BIOLOGÍA

**AGRADECIMIENTOS:**

Agradezco al Dr. Pedro García Barrera por toda su colaboración para este trabajo, así como a todos los compañeros del Museo de Paleontología por su ayuda y al Biol. Héctor Hernández por su paciencia para la toma del material fotográfico.

Dedico este trabajo a mis amigos y principalmente a mis padres.

UNA NUEVA LOCALIDAD FOSILÍFERA DEL CRETÁCICO  
TEMPRANO EN EL ESTADO DE MICHOACÁN: ASPECTOS  
PALEONTOLÓGICOS, ESTRATIGRÁFICOS Y  
PALEOECOLÓGICOS.

Índice	Páginas
Resumen	2
Introducción	3
-El Periodo Cretácico	
-Aspectos Evolutivos	
-Faunas del Cretácico	
-Distribución de los mares en el Cretácico Temprano del suroeste de México.	
Pertinencia del trabajo	8
Antecedentes	8
Objetivos	12
Localización del área de trabajo	12
Localidad El Martillo	13
-Localización geográfica	13
Marco Geológico	14
-Estratigrafía general del área	14
-Estratigrafía local	17
Resultados y Discusión	19
-Lista de especies	19
-Datos de ambiente de depósito	33
-Aspectos taxonómicos	35
Bibliografía	37

## RESUMEN

En este trabajo se dan a conocer datos más precisos acerca de la paleontología, estratigrafía y paleoecología de la localidad El Martillo, perteneciente al miembro superior de la Formación San Lucas en la región de Huetamo, Estado de Michoacán. El estudio se enfoca a la determinación de la edad y el ambiente de depósito de la localidad con base a sus asociaciones faunísticas y tipos de sedimento. Por otro lado, se detalla la descripción de la columna estratigráfica local y su contenido fósil. Se encuentran especies autóctonas y alóctonas indicativas de un ambiente marino lagunar de edad Aptiana. La asociación faunística está compuesta por equinodermos (*Holectypus planatus*) diversos moluscos como bivalvos (*Gryphaea sp*, *Crassatella sp*, *Granocardium sp*, *Pterotrignia plicatocostata*, *Neithea atava*), rudistas bivalvos (*Caprina douville*, *Amphitriscoelus pluriloculata*), gasterópodos (*Mesoglaucania burnsi*, *Gymnentome Craginia sp.*), escasos cefalópodos (*Pseudohaploceras liptoviense*), abundantes braquiópodos (*Burrirhynchia cf. parvirostris*, *Belothyris sp.*) y fragmentos de madera permineralizados.

## **INTRODUCCION**

### **El período Cretácico**

El periodo Cretácico comprende desde hace 245 hasta hace 66 m. a. de la era Mesozoica (Wicander y Monroe, 1993) y está representado en todos los continentes por un extenso registro de fósiles y sedimentos tanto no marinos como de aguas marinas poco profundas. Este registro también se encuentra ampliamente distribuido en los actuales mares profundos, lo cual contrasta con la poca extensión que muestra el registro de los periodos Triásico y Jurásico, lo que demuestra que los movimientos tectónicos sufridos en las superficies terrestres en este periodo fueron lo suficientemente rápidos como para desaparecer por medio de zonas de subducción a los sedimentos anteriores al Cretácico (Stanley, 1986).

Durante este periodo se dio una gran actividad geológica asociada con el principal evento de este tiempo, la desintegración completa de Pangea, que se había iniciado ya desde el Triásico (Hallam, 1994), que a su vez tuvo fuertes consecuencias en el cambio climático global y la evolución de las biotas terrestres y marinas debido al movimiento de masas continentales y el cambio de los patrones de circulación de las aguas (Wicander y Monroe, 1993). Durante el Cretácico Temprano, hubo explosiones volcánicas a escala masiva, provocando una gran corriente de calor y de material de manto profundo. Los basaltos crearon la mayoría de las placas oceánicas que hoy día están presentes en el Pacífico Occidental. Por otro lado, se provocó la emersión de tierras formando islas y la fragmentación de continentes formando nuevas masas, cambiando así la geografía mundial que como consecuencia tuvo una distribución biogeográfica distinta de la flora y fauna, aún evidente en las especies actuales (Briggs, 1995).

Debido a este movimiento de placas tectónicas y al cambio climático hacia temperaturas más altas, hubo un incremento en los niveles del mar. Estas aguas fueron invadiendo diversas masas continentales formando extensas plataformas de aguas someras, que permitieron la descarga de sedimentos y nutrientes causando la

producción de fitoplancton y diversas formas de vida. Estos altos niveles de fitoplancton y por lo tanto de productividad primaria, permitieron la evolución de una amplia variedad de formas de vida, tanto herbívoros como carnívoros. Durante el Cretácico Temprano y Tardío, los extensos mares continentales llegaron a cubrir el interior de Norteamérica, el sur de Europa y grandes porciones de Australia, África y Sudamérica. A su vez, los movimientos tectónicos tuvieron un impacto muy amplio para el curso de la vida sobre la Tierra, ya que trajeron consigo tanto la formación como la eliminación de barreras físicas; en el caso de las barreras, impidiendo la migración y el flujo génico de las especies, por ejemplo, al completarse la formación del mar de Tethys, se provocó la apertura del mar Caribe. En este periodo también se llevó a cabo la separación del sur de América y África, la apertura del Atlántico, alcanzando un 75% de su tamaño actual (Chávez-García, 1995), la formación de Beringia, el aislamiento de Australia y la fractura de África y Europa (Briggs, 1995).

Con respecto a la flora de este período, encontramos que en las etapas más tempranas sigue habiendo cierta carencia de angiospermas. Del Barremiano al Aptiano se muestra una gran diferencia entre las floras de las regiones ecuatoriales y las de altas latitudes hacia el norte y sur (Behrensmeyer *et al.*, 1992). Para el Cretácico Superior encontramos una fuerte explosión y diversificación de angiospermas, siendo ésta la vegetación dominante del hábitat terrestre (Behrensmeyer *et al.*, 1992)

Así como se produjeron importantes aislamientos genéticos en este periodo, también hubo una importante comunicación entre ecosistemas que anteriormente habían estado separados, provocando una alta competencia entre biotas marinas llevando a extinciones masivas, partición de nichos ecológicos y especialización entre organismos sobrevivientes (Chávez-García, 1995)

El alto grado de diversidad y endemismo de la región del Tethys fue incrementando debido a la introducción de algunos organismos de agua templada, los cuales

evolucionaron fuera del Tethys durante periodos climáticos favorables y, posteriormente migraron a los trópicos durante el deterioro climático.

Moore, en 1969, enlistó 161 géneros y subgéneros de bivalvos cretácicos como endémicos de la región del Tethys. Muchos de estos organismos rodeaban al Tethys o se encontraban muy cerca de él, otros se encontraban en las partes más antiguas del Tethys, en el área del Mediterráneo y en el Océano Indico del Norte, mientras que algunos estaban restringidos a zonas menos antiguas como el mar Caribe y América Central. Alrededor del 10% de éstos taxa se encontraban en zonas subtropicales de transición y en zonas cálidas en las cercanías del Tethys. (Hallam, 1973).

Actualmente, se sabe que a principios del periodo Cretácico, la región del Caribe y gran parte del territorio mexicano estuvieron cubiertos por la parte occidental del mar de Tethys. Esto se sustenta con base en la gran similitud de los invertebrados marinos con los de la provincia mediterránea. Posteriormente, durante el Aptiano, esta fauna se fue volviendo endémica de la región, acentuándose en el Albiano, cuando el mar cubrió una enorme región, ya que frecuentemente se pueden encontrar especies comunes de foraminíferos, gasterópodos, rudistas y otros grupos en las regiones de Texas, Baja California y en gran parte del territorio mexicano. La presencia de rudistas, constructores de arrecifes, asociados con otros tipos de bivalvos, equinodermos, foraminíferos y gasterópodos, sugieren un ambiente general de clima tropical y de aguas poco profundas. (Alencaster, 1980)

### **Aspectos Evolutivos**

Un ejemplo muy concreto sobre la relación que se establece entre los fenómenos geológicos y los seres vivos, lo tenemos en los bivalvos Cretácicos que muestran claramente cuatro patrones básicos de la evolución biogeográfica; todos están modificados a diferentes niveles por los movimientos tectónicos ocurridos en el Mesozoico. Los patrones básicos de desarrollo, excepto las modificaciones

tectónicas, son predecibles por la teoría evolutiva y debería ocurrir también en partes menos afectadas por las placas tectónicas en la columna geológica (McKerrow, 1978).

Los principales patrones evolutivos de las unidades biogeográficas del Cretácico son: 1) la radiación continua en un tiempo estable del medio ambiente como la historia del Tethys, 2) radiaciones repetitivas en un tiempo inestable, medio ambiente fluctuante como la historia de la región euroamericana del norte, 3) evolución a través del aislamiento (Provincia Austral) y 4) el decline evolutivo junto con el deterioro climático y la competencia forzada entre faunas similarmente adaptadas (Pacífico del Norte). (Hallam, 1973).

### **Fauna del Cretácico**

A grandes rasgos, las faunas del Cretácico son muy parecidas a las del Jurásico. En los medios ambientes marinos, se desarrollaron nuevas familias de amonites, incluyendo a los heteromorfos y dos grupos muy importantes de bivalvos: los rudistas, importantes formadores de rocas en regiones tropicales, y los inocerámidos, que fueron importantes dentro de los bivalvos más comunes en diversos ambientes. Fuera del mar, muchas plantas del Cretácico siguieron floreciendo, pero, el desarrollo y radiación de las angiospermas fue más importante dentro de la segunda parte de éste periodo (McKerrow, 1978).

Durante el periodo Cretácico existió una interesante mezcla de faunas, tanto modernas como arcaicas, entre las cuales encontramos grupos extintos como lo son los ammonoideos y algunas familias de bivalvos; por otro lado, encontramos grupos de moluscos aún existentes, equinodermos, otras familias de bivalvos y gasterópodos. (Stanley, 1986)

Con respecto al clima, la temperatura en este periodo cambiaron de diversas maneras y en distintos lugares, pero se ha demostrado a través de isótopos de oxígeno y plantas fósiles que la temperatura tendía a incrementarse (Stanley, 1986).

### **Distribución de los mares en el Cretácico Temprano del Suroeste de México**

En el Triásico y Jurásico Temprano y Medio, los mares cubrieron en general superficies limitadas, mientras que en el sur de México y el Caribe, las rocas precretácicas muestran en comparación una amplia extensión ocupada por tierras. Tal situación se modificó durante el Jurásico Tardío, cuando se llevó a cabo una transgresión que invadió una parte muy importante de ésta región (Alencaster 1980).

En el Cretácico Temprano, esta transgresión marina se hizo más extensa, lo cual se demuestra con la presencia de afloramientos uniformes de caliza margosa compacta con amonitas en gran parte de la superficie del norte de México, lo que indica condiciones de mar abierto. El mar llegó a cubrir desde el suroeste de México hasta las costas de los Estados de Oaxaca, Guerrero y Chiapas, extendiéndose hasta el norte de América Central. Dentro del Estado de Puebla, en la región de San Juan Raya, localidad altamente fosilífera, las formaciones del Neocomiano y del Aptiano están constituidas por conglomerado, lutita, arenisca y marga, con depósitos locales de sal y yeso. El contenido faunístico de la región se basa en corales y moluscos muy abundantes asociados con amonitas, esponjas, briozoarios, braquiópodos, equinodermos, ostrácodos y foraminíferos (Alencaster, 1980).

La litología, así como la fauna litoral sugieren depósitos de aguas someras cercanas a la costa, consideradas una evidencia de la existencia de una porción de tierra firme durante el Aptiano en el centro occidental de Oaxaca (Alencaster, 1980).

En el Estado de Oaxaca, en la región de Tlaxiaco se puede encontrar lutita margosa y arcillosa con amonitas y pelecípodos de Neocomiano. Así mismo, se encuentran restos de coníferas, indicando su cercanía a la costa. Por otro lado, al Norte de la

Ciudad de Oaxaca, existen depósitos de lutita margosa con radiolarios, los cuales indican faunas de mar abierto (Alencaster 1980).

### **Pertinencia del trabajo en Michoacán.**

La importancia de este trabajo radica en la aportación de nuevos datos, tales como una columna estratigráfica mejor definida con base en los tipos de depósitos y de su contenido fósil, pudiendo así contribuir a una descripción más completa del área de Huetamo, Michoacán, donde se han localizado extensos afloramientos fosilíferos pertenecientes al Cretácico Inferior. Así mismo, a través de los diferentes trabajos realizados en el área, tanto geológicos como paleontológicos, se proporciona mayor información acerca del ambiente de depósito, unidades geológicas, edades, asociaciones faunísticas y tipo de clima. Todo lo anterior, contribuye directamente a ampliar nuestro conocimiento acerca del pasado geológico y biológico del sur de México.

### **ANTECEDENTES**

Existen diversos trabajos publicados acerca de la región de Huetamo, Michoacán, dentro de los cuales se citan los siguientes:

Burckhardt (1930) realizó un estudio sobre el Mesozoico mexicano haciendo una recopilación de los aspectos paleontológicos y geológicos del área. Hace mención sobre una sección estudiada por Hall en 1903 entre Pungarabato, Gro. y Huetamo, Mich., en la cual se encuentra la presencia de areniscas, esquistos verdes y calizas.

Pantoja-Alor (1959) hizo una descripción de la secuencia de estratos mesozoicos en la región y parcialmente del contenido fósil para cada una de las formaciones descritas por él.

Ayala-Castañares (1960) describió una nueva especie de foraminífero del género *Orbitolina* encontrada en la formación descrita originalmente como Morelos y denominada actualmente como El Cajón.

Buitrón, en 1973 estableció una nueva especie de erizo de mar (*Tetragramma gloriae*) para la formación San Lucas con una edad que va desde el Hauteriviano al Aptiano.

En 1980, Valdez-Gomez describió nueve especies de gasterópodos pertenecientes al Cretácico Inferior de Cocoaro y Los Llanos, ubicados en la Formación San Lucas con una edad de Hauteriviano-Aptiano.

Romo de la Rosa (1981) trabajó en las Formaciones San Lucas y El Cajón registró 21 especies de gasterópodos pertenecientes al Cretácico Inferior del Cerro San Miguel. Estableció también las relaciones paleobiogeográficas entre diferentes localidades del Cretácico en México (Sonora, Baja California, Jalisco, Puebla y Guerrero) y de la Cuenca Mediterránea (España, Italia, Francia, Rumania, Líbano, etc.).

En 1981, Buitrón puso de manifiesto las relaciones paleobiogeográficas entre diferentes localidades fosilíferas del Cretácico Temprano de México, entre ellas las región de Huetamo, y el sureste de Estados Unidos.

Buitrón y Rivera (1985) mencionaron la existencia de once especies de gasterópodos nerinídeos pertenecientes al Aptiano, provenientes de las Formaciones San Lucas y Mal Paso.

En 1989, Pantoja-Alor vuelve a trabajar en el área, con el fin de elaborar un proyecto que abarcara aspectos geológicos, taxonómicos, bioestratigráficos y paleoecológicos de la región de Huetamo-San Lucas. Es a partir de entonces cuando los estudios faunísticos de esta región comienzan a tener mayor auge.

De esta manera, entre 1990 y 1991, García-Barrera y Pantoja-Alor con base en una serie de equinodermos fósiles que se encontraron en los alrededores del poblado Chumbitaro, asignaron una edad Albiana a la Formación Mal Paso.

Alencaster y Pantoja-Alor (1992) dieron a conocer por primera vez la presencia en México de *Amphitriscoelus*, un rudista caprínido del Aptiano inferior encontrado en el arroyo Los Hornos, cerca del poblado de Turitzio, y en 1993 anuncian la presencia de *A. waringi*, *A. pluriloculata*, *Caprina douvillei*, así como otros rudistas aptianos en estratos de la Formación Cumburindio.

Buitrón y Pantoja-Alor (1992) hicieron 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.

García-Barrera (1993a) menciona que las facies de aguas someras son muy comunes en el Miembro Superior de La Formación Mal Paso. Igualmente, puntualizó la variedad y abundancia de fósiles de invertebrados cretácicos que pueden encontrarse en esa región, dentro de los cuales se encuentran diferentes especies de equinodermos, celenterados, protozoarios, bivalvos y gasterópodos. Dicho autor (1993b; 1995)-Vol. 12 (2) da a conocer por primera vez para México, la presencia de *Toucasia hancockensis*, un rudista requiénido pertenecientes al Albiano inferior. Las calizas portadoras pertenecen al Miembro Superior de La Formación Mal Paso que son características de ambientes lagunares de plataforma interna.

Pantoja-Alor J., Schroeder R., Cherchi A., Alencáster G., y J.M. Pons, en 1994, describen la asociación de los rudistas, principalmente Caprínidos de la Formación Cumburindio, con los foraminíferos de la especie *Palorbitolina lenticularis*.

González-Arreola, et al., (1996) realizaron estudios en el miembro inferior de la Formación Cumburindio en el Estado de Michoacán y le asignan una edad de

Aptiano temprano con base a la presencia de *Pseudohaploceras liptoviense* (amonoideo) en asociación con *Palorbitolina lenticularis* (foraminífero).

Alencáster y Pantoja Alor, en 1996 describen los nuevos taxa de los rudistas caprinidos, *Pantojaloria sphaerica* y *Caprina massei*, de edad Aptiana de la región de Huetamo.

Alencaster y Pantoja-Alor, en 1996 propusieron una nueva especie del género *Amphitriscoelus* (*A. pluriloculata*), que se encontró en una gruesa secuencia de sedimentos cretácicos carbonatados del Cretácico Inferior intercalados con rocas siliciclásticas, volcanoclásticas y volcánicas del suroeste mexicano cerca de la región de Huetamo, Mich. Debido a la gran afinidad que presenta la fauna encontrada en las localidades mexicanas de Michoacán con la fauna de *Amphitriscoelus* del norte de América del Sur, Texas y Cuba, se sugiere la existencia de una gran provincia homogénea faunística durante el Cretácico temprano. Esta amplia distribución de fauna permite hacer relaciones biogeográficas e interpretaciones paleoecológicas.

Alencáster y Pantoja-Alor, en 1998 describen dos nuevos géneros y dos nuevas especies de rudistas, *Huetamia buitronae* y *Douvillelia skeltoni*, dentro de la Formación Cumburindio para la región de Huetamo.

González-Arreola, García-Barrera y Villaseñor-Martínez (2000) realizaron un trabajo de investigación en Huetamo, Mich. Obtuvieron datos nuevos de tipo bioestratigráfico a partir de especies amonoideos de edad Barremiano, principalmente de la Formación San Lucas.

Barragán-Manzo et al., (2001) dieron a conocer nuevos datos bioestratigráficos y paleoecológicos basados en análisis petrográficos y geoquímicos, así como en la presencia de amonoideos del miembro inferior Terrero Prieto de la Formación San Lucas, asignándole una edad de Barremiano.

### Objetivos

Caracterizar una nueva localidad fosilífera perteneciente al Cretácico Temprano, describir su fauna, hacer una relación de la asociación de especies, determinar el ambiente de depósito y detallar la columna estratigráfica.

### Localización del área de trabajo

La región de Huetamo se localiza al Oeste del río Cutzumala y al Norte del río Balsas en los límites de los Estados de Guerrero y Michoacán. En 1959 Pantoja-Alor mapeó el área que incluye los valles de Huetamo y San Lucas al Norte del río Balsas, y estableció la nomenclatura litoestratigráfica (Pantoja-Alor, 1993). Figura 1.

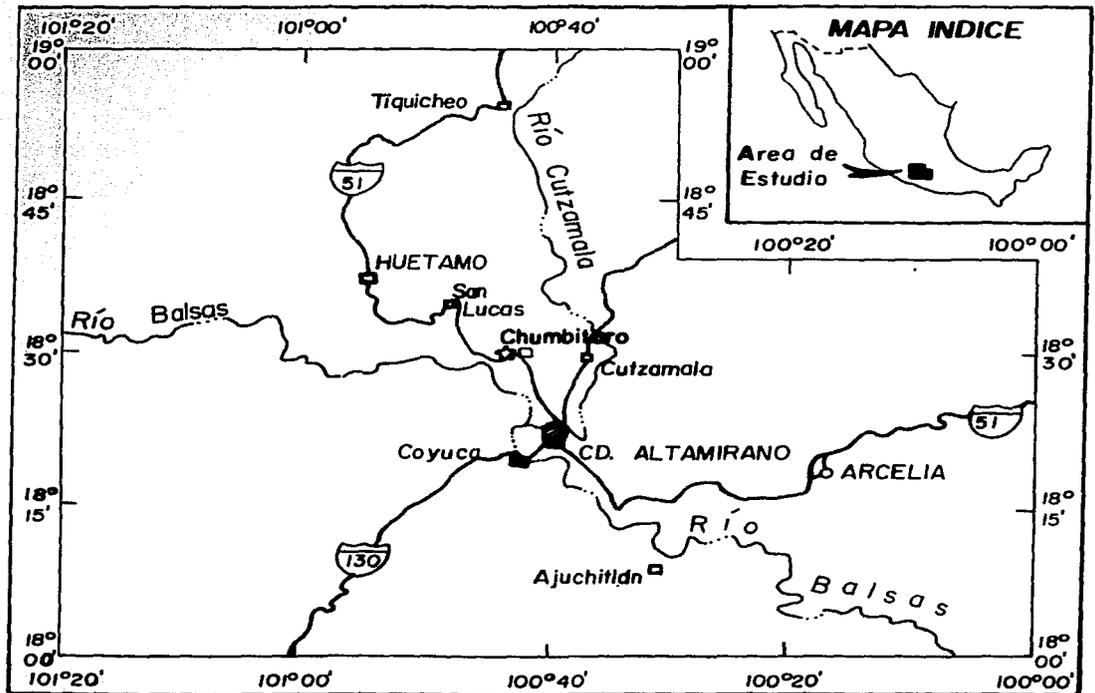


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el país y en la región de Huetamo.

## LOCALIDAD EL MARTILLO

### Localización geográfica:

La localidad se ubica entre los  $18^{\circ} 39'$  y  $18^{\circ} 40'$  de latitud Norte y los  $100^{\circ} 45' 30''$  y  $100^{\circ} 46' 30''$  de longitud oeste, aproximadamente 2 km al este del poblado de Angao, rumbo al rancho conocido como La Piña. Figura 2.

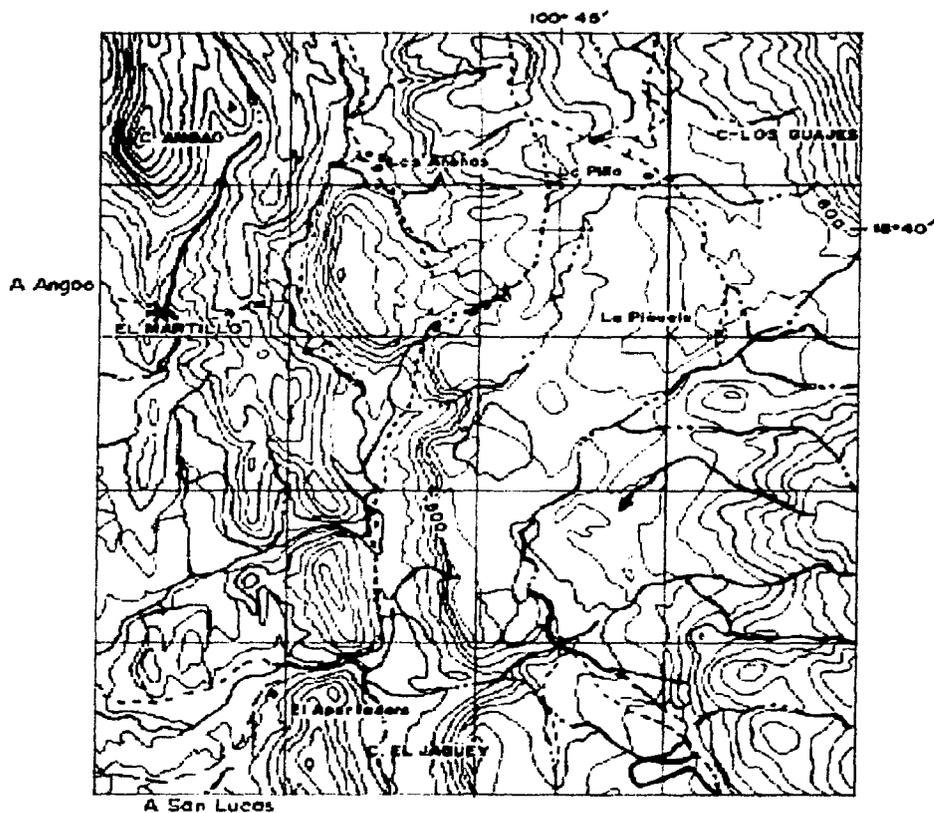


Figura 2. Situación geográfica de la localidad El Martillo.

## MARCO GEOLÓGICO

### 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:

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-Cenomiana.

La Formación Mal Paso ha sido dividida en dos miembros: el inferior clástico, de ambientes deltáicos, y el superior predominante 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.

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).



### Estratigrafía local

La localidad El Martillo se encuentra dentro de la Formación San Lucas y principalmente en la porción superior del Miembro Superior Las Fraguas.

Los primeros cinco metros de la secuencia están representados por estratos lutíticos y lutito-arenosos de color verde sumamente frágiles. Se encuentran intercalados por caliza delgada gris oscura-negro que intemperiza a gris claro. El espesor de los estratos de caliza es en promedio de 15 cm. (García-Barrera, 1997)

El material lutítico contiene restos de equinodermos exocíclicos, que debido a la fragilidad de la roca es casi imposible recolectar y mucho menos identificar.

Las capas intercaladas de caliza rara vez contienen restos fósiles, y en su caso son moldes o impresiones de bivalvos no identificables; la roca es microcristalina y sumamente dura.

Cubriendo al material lutítico hay una serie de estratos de material volcániclastico (arenisca feldespática) de grano medio a grueso, cuyos estratos varían de 10 a 20 cm de espesor.

En este caso las areniscas también se encuentran intercaladas por el mismo tipo de caliza de la parte inferior de la secuencia, además de limolita arenosa en la que se han encontrado restos mal conservados de bivalvos apenas reconocibles como "navajillas" y "pinnas". Es importante recordar que hasta el momento este tipo de bivalvos sólo se han encontrado en el nivel referido. La alternancia anterior se mantiene durante los siguientes 25 metros de la columna. Dicha porción es la parte más fosilífera, y contiene una asociación muy particular de invertebrados marinos, entre los que se encuentran braquiópodos rinconélidos (muy abundantes y bien conservados) escasos terebratulidos, bivalvos, gasterópodos, amonites (muy escasos y mal conservados); a pesar de lo cual, uno de ellos puede atribuirse a la especie *Pseudohaploceras liptoviense*, registrado ya por González-Arreola y colaboradores (1996) en capas de la Formación Cumburindio, dentro de la misma región de Huetamo. También se encuentran fragmentos de madera y equinodermos pertenecientes a una sola especie. La parte superior de la columna local la forman

estratos medianos a gruesos de caliza gris con abundantes restos de rudistas capríneos. (García-Barrera, 1997). Figura 4.



Estratos medianos a gruesos de caliza gris con abundantes restos de rudistas capríneos.

Alternancia de arenisca y caliza; contiene una asociación de invertebrados marinos, entre los que se encuentran braquiópodos rinconélidos del género *Burrirhynchia* cf. *Parvirostris*, escasos terebratúlidos, diversos bivalvos de los géneros *Gryphaea*, *Pterotrigonia*, *Crassatela*, *Neithea atava* y *Arca*; gasterópodos de los géneros *Mesoglauconia burnsi* y *Cassiope*; amonites atribuidos al género *Pseudohaploceras* cf. *Liptoviense*; equinodermos del género *Holectypus planatus* y fragmentos de madera

Material volcanoclástico (arenisca feldespática) de grano medio a grueso, cuyos estratos varían de 10 a 20 cm de espesor.

Las areniscas se encuentran intercaladas por el mismo tipo de caliza de la parte inferior de la secuencia, además de limolita arenosa en la que se han encontrado restos mal conservados de bivalvos reconocibles como "navajillas" y "pinnas".

Estratos lutíticos y lutito-arenosos de color verde, intercalados por caliza delgada gris oscura-negro que intertemperiza a gris claro. Espesor promedio de los estratos de caliza es de 15 cm.

Restos de equinodermos exocíclicos. Las capas intercaladas de caliza rara vez contienen restos fósiles; la roca es microcristalina.

Figura 4. Columna estratigráfica local de El Martillo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La siguiente lista de especies se conformó con material recolectado en diferentes prácticas de campo por los estudiantes de las materias de Paleontología y Paleobiología, así como por distintos integrantes del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Los ejemplares se determinaron con base en la información obtenida de diversos volúmenes del Treatise on Invertebrate Paleontology y bibliografía especializada como monografías y artículos científicos. Cabe aclarar que en los ejemplares que aparecen figurados no se observan todas las características descritas en su diagnosis. Su reconocimiento está basado en la observación de varios ejemplares de cada tipo. No obstante, la información presentada debe ser útil al lector para la identificación posterior de las formas ilustradas o de especies cercanas.

Los ejemplares están depositados en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias bajo las siglas FCMP y el número correspondiente.

### Lista de especies:

Phylum ECHINODERMATA

Clase Echinoidea

Superorden Gnathostomata

Orden Holecypoidea

Suborden Holecypina

Familia Holecypidae

Género Holecypus

Desor, 1842

Especie *Holecypus planatus*

Roemer, 1849

Diagnosis: la mayoría de los especímenes son subcirculares, sin embargo, en el caso de algunos, son distintivamente circulares, mientras que otros son claramente pentagonales. El borde en algunos es puntiagudo, en otros redondo, mientras que la superficie superior está claramente en el centro con los lados ligeramente prominentes. La superficie inferior es plana y ligeramente deprimida en la vecindad del peristoma.

Los ambulacros son estrechos, rectos, incrementando en ancho hacia el borde y de forma lanceolados. Las zonas poríferas son estrechas, los poros son pequeños y unigeminales. Presentan seis hileras de pequeños tubérculos en la porción más amplia de las áreas, las cuales se reducen a cuatro hacia el disco apical o peristoma.

Los interambulacros son alrededor de tres veces el ancho de los ambulacros en el borde. Las placas son estrechas, cada una con una hilera horizontal de pequeños tubérculos, cinco o seis en una hilera en el borde, menos arriba y abajo. Cada uno de ellos tiene una pequeña areola circular, pabellón crenulado, y mamelón perforado. Los tubérculos cubren la mayor parte de las placas, con diminutos gránulos interdispersos entre ellas. Los tubérculos son mucho más grandes en la superficie inferior y la diferencia en tamaño, vista entre aquellos del ambulacro y el interambulacro de la superficie superior desaparece.

El sistema apical es pequeño. Las cinco placas ováricas están todas perforadas. La madreporita es grande e indistintamente separada de las otras placas.

El peristoma es pequeño, oval, con pequeñas incisiones que le dan un margen pentagonal, y se extiende desde la vecindad de la boca hasta el borde donde inician las zonas ambulacrales. Figura 5.

Alcance stratigráfico: Jurásico Inferior-Cretácico Superior.



Figura 5. *Holoctypus planatus* (X 2) a) Vista aboral; en la parte inferior izquierda, se observan las placas que forman la concha y las zonas ambulacrales. b) Vista oral; nótese la gran abertura anal en la parte inferior izquierda. Ejemplar 02/151

Phylum MOLLUSCA

Clase Bivalvia

Suborden Ostreina

Superfamilia Ostreacea

Familia Gryphaeidae

Subfamilia Gryphaeinae

Género Gryphaea sp. Lamarck, 1801

Diagnosis: tamaño de la concha de mediano a grande (arriba de 16 cm de largo y 14 cm de alto) La valva izquierda varía de alta a estrecha (altura de alrededor de 178 por ciento de la longitud), en algunas especies la forma es de orbicular a horizontal-oval (altura aproximadamente del 70 por ciento de la longitud) o de bilobada a triangular, (altura, 80 % de la longitud) en otras va de ortoclina a ligeramente opistoclina, convexa y espaciosa, variando de altamente convexa a ampliamente convexa transversalmente; no es comprimida y está desprovista de quilla radial. En la valva izquierda hay un surco posterior radial que varía de desvanecido a hundido, reborde posterior pobremente o bien establecido a partir del cuerpo principal de la valva (formas bilobadas) y umbo pequeño, afilado que va de opistogiro a cercanamente ortogiro, altamente enrollado con una pequeña cicatriz en algunas especies y otras especies están menos enrolladas y con cicatrices más grandes; valva izquierda lisa o con líneas de crecimiento concéntricas, irregulares, bajas y lisas, espaciadas regularmente, mayoritariamente con laminillas de crecimiento compactas o rara vez sin compactar, ya sea desprovisto de costillas radiales u ornamentadas.. La valva derecha es cóncava, de vertical-oval a espatulada, orbicular, elíptica-horizontal o bilobada, truncada por una charnela, sin costillas o con algunas incisiones o filamentos radiales y estrechos, presenta laminillas de crecimiento compactas o no compactas. El resilifer varía en tamaño desde cinco veces la longitud de cada burrelete del ligamento, excavado en la valva izquierda y que se presenta desde muy plano hasta ligeramente excavado en la valva derecha. La cavidad umbonal se localiza por debajo de la placa charnelar dentro de la valva izquierda, la cual se encuentra cubierta por el engrosamiento de la concha. La

cicatriz del músculo abductor presenta una forma que va desde orbicular hasta oval, con el margen dorsal claramente convexo y el límite ventral proyectándose oblicuamente hacia arriba en la cavidad de la concha. Figura 6.

Alcance estratigráfico: Triásico Superior-Jurásico Superior



Figura 6. *Gryphaea* sp. a) Valva derecha (X 2). b) Valva izquierda (X 1.5); nótese líneas de crecimiento. Ejemplares 02/153 y 02/ 154

Subclase Heterodonta

Orden Verenoidea

Superfamilia Crassatellacea

Familia Crassatellidae

Subfamilia Crassatellinae

Género *Crassatella* sp.

Lamarck, 1799

Diagnosis: concha trapezoidal, gruesa; umbo prosogiro. Costillas concéntricas formando un ángulo hacia la parte posterior. Lúnula y escudo profundamente hundidos. El ápice del ligamento interno es grande, pero no alcanza el margen inferior de la placa. Las cicatrices son amplias, la interior reniforme y la posterior ovalada y truncada. Los márgenes de las valvas están crenulados finamente. Figura 7.

Alcance estratigráfico :Cretácico Medio-Mioceno de Europa y Norteamérica.



Figura 7. *Crassatella* sp. a) Obsérvese costillas concéntricas formando un ángulo hacia la parte posterior (X 1). b) Nótese forma trapezoidal de la concha (X 2). Ejemplares 02/145 y 02/149.

Orden Trigonioida

Superfamilia Trigoniacea

Familia Trigonidae

Género *Pterotrigonia plicatocostata*

Van Hoepen, 1929

Diagnosis: forma de mazo, globosa, umbones opistogiros elevados y estrechos. Carina y escudos marginales mal definidos, excepto cerca del umbo; área muy estrecha, lisa o con costillas transversales muy curvadas, presenta una cavidad encarando hacia arriba; escudo amplio, bien impreso cerca del umbo, con costillas transversas; flanco con costillas oblicuas, marcadas, simples o tuberculadas; crestas radiales internas coincidiendo aproximadamente con la parte media del área. Figura 8.

Alcance estratigráfico: Cretácico Temprano.



Figura 8. *Pterotrigonia plicatocostata* (X 2). Nótese el escudo amplio, carina definida y costillas bien marcadas y oblicuas en la parte central. Ejemplares 02/155.

Orden Pterioida

Suborden Pteriina

Superfamilia Pectinacea

Familia Pectinidae

Género *Neithea*

Drouet, 1825

Especie *Neithea atava*

Roemer, 1903

Diagnosis: Costillas radiales iguales o muy parecidas o con cuatro o seis costillas radiales protuberantes separadas por tres o cuatro más pequeñas o con estrías radiales; aurículas iguales o la anterior más grande, charnela con dos dientes cardinales divergiendo, transversalmente estriados, uno en cada lado de la cavidad del ligamento y dos lamelas correspondiendo a cada uno de estos en la valva izquierda; hileras de pequeños dentículos a lo largo de la parte interna del margen superior de las aurículas. Figura 9.

Alcance estratigráfico: Neocomiano.



Figura 9. *Neitheia atava* (X 2.5). Obsérvese costillas radiales similares y protuberantes. Ejemplar 02/156.

Suclase Heterodonta

Orden Veneroïda

Superfamilia Cardicea

Familia Cardiidae

Subfamilia Cardiinae

Género *Granocardium* sp.

Gabb, 1869

Diagnosis: Costulación suave a espinosa, con una o tres costillas intercaladas entre las costillas primarias o con fosetas internas en espacios intercostales. Figura 10.

Alcance estratigráfico: Cretácico Inferior-Cretácico Superior



Figura 10. *Granocardium* sp. Gabb, 1869 (X 2.5). Nótese costulación suave y radial. Ejemplar 02/150.

Orden Hippuritoida

Superfamilia Hippuritacea

Familia Caprinidae

Género *Caprina*

d'Orbigny, 1822

Especie *Caprina douville*.

Paquier, 1899

Diagnosis: Valva fija cónica, enrollada, recta, sin canales paliales; presenta un diente que se proyecta anterior al surco del ligamento en la valva fija; mióforo anterior en un área engrosada de la pared de la concha; mióforo posterior en una lámina sub recta separada de la pared de la concha por una cavidad accesoria dividida en cavidades más pequeñas por láminas verticales dispuestas radialmente. El mióforo anterior de la valva libre se encuentra en una lámina conectando el diente anterior con la pared de la concha; la cavidad accesoria anterior es grande y está dividida por láminas delgadas verticales y radiales; el mióforo posterior está en la pared de la concha; una lámina vertical conecta el borde antero ventral del diente anterior con la pared ventral de la concha, formando una gran cavidad separada de la cavidad del cuerpo.

La valva libre presenta una o dos series de canales paliales piriformes dispuesta en las regiones anterior, posterior y ventral de la concha. Figuras 11 y 12

Alcance estratigráfico: Aptiano



Figura 11. *Caprina douville*. Paquier, 1899 (X1). Ejemplar 02/158

Género *Caprina* sp. d'Obrigni, 1822

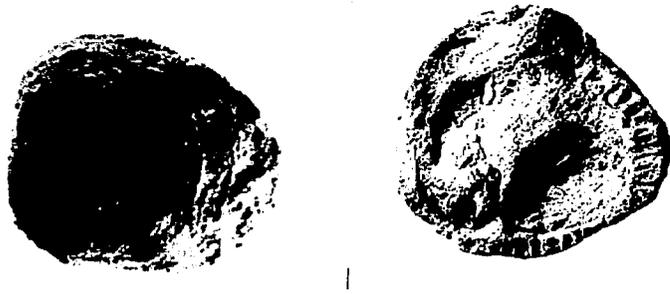


Figura 12. *Caprina* sp. d'Obrigni, 1822 ( X 1). a) Valva superior. b) Valva superior; obsérvese canales paliales. Ejemplar 02/146

Clase Gastropoda

Orden Caenogastropoda

Superfamilia Cerithiacea

Familia Cassiopidae

Género *Mesoglauconia* Mennessier, 1984

Especie *Mesoglauconia burnsi* Stanton, 1947

**Diagnosis:** La concha es de tamaño medio, cónica, ligeramente pupoide, con la espira alta formada por siete vueltas de lados rectos con sutura impresa; la vuelta del cuerpo es ligeramente más grande que la vuelta precedente, con canal sutural. La abertura es oval y presenta un ombligo pequeño. La ornamentación de la espira consiste en la presencia de dos cordones lisos o con tubérculos redondos poco notables, entre ellos hay espacios con dos a tres líneas espirales tenues; la vuelta del cuerpo presenta cuatro a cinco cordones con tubérculos cuadrangulares inconspicuos. Las líneas de crecimiento son sinuosas y están marcadas con bandas que se hacen notables al atravesar los cordones espirales. Figura 13.

Alcance estratigráfico: Aptiano Tardío-Albiano Temprano.



Figura 13. *Mesoglauconia burnsi*. Stanton, 1947 (X 1.5). Se observa claramente la ornamentación de las vueltas en forma de cordones. Ejemplar 02/152.

Suborden Mesogastropoda

Superfamilia Cerithiacea

Familia Cassiopidae

Género *Gymnentome*

Cossmann, 1909

Subgénero *Gymnentome (Craginia) sp.*

Stephenson



Figura 14. *Gymnentome (Craginia) sp.* Stephenson (X 1). Ejemplar 02/147.

Clase Cefalópoda

Orden Ammonoidea

Familia Desmoceratidae

Género *Pseudohaploceras*

Hyatt, 1890

Especie *Pseudohaploceras liptoviense*

Zeuschner, 1856

Diagnosis: Concha semi involuta con flancos ligeramente aplanados, pero convergentes. Venter amplio y redondeado. La sección de la vuelta va de sub redondeada a oval amplia. El ombligo es moderadamente grande y profundo con el borde umbilical redondeado y las paredes verticales. La ornamentación está más o menos acentuada y constituida por rebordes y constricciones someras, en número de siete a trece en la última vuelta; entre estas se desarrollan las costillas normales. Entre los rebordes se encuentran de cinco a seis costillas sigmoidales que se bifurcan de manera irregular dentro de la tercera parte externa del flanco a diferente altura. Las costillas secundarias atraviesan la región ventral sin interrupción. Las costillas simples se presentan como uniones de costillas en los flancos internos. Figura 15.

Alcance estratigráfico: Aptiano temprano.



Figura 15. *Pseudohaploceras liptoviense* Zeuschner, 1856 (X 1. a) Vista lateral, donde se observa la última vuelta. b) Vista dorsal; nótese las pequeñas y finas costillas. Ejemplar 02/157.

Phylum BRACHIOPODA  
 Clase Articulata  
 Orden Rhynchonellida  
 Superfamilia Rhynchonellacea  
 Familia Rhynchonellidae  
 Subfamilia Cyclothyridinae

Género *Burrirhynchia*

Owen, 1972

Especie *Burrirhynchia cf. Parvirostris*

J. De C. Sowerby

Diagnosis: Rinconélido biconvexo de tamaño pequeño a mediano. Contorno general casi siempre alargado-triangular. Umbo masivo, subrecto; las crestas del pico son redondeadas. Foramen pequeño, circular, hipotírido. Las placas deltidiales están separadas y formando una estructura ciclotirida. La comisura anterior presenta una amplia extensión linguiforme trapezoidal. Presenta un pliegue débil sobre la valva braquial. Las placas de la charnela son estrechas y están ventralmente arqueadas. Septo medio robusto y persistente. La ornamentación consta de costillas finas y redondeadas (mas de 50 sobre cada valva)

El género difiere de *Cyclothyris* en su contorno más alargado-triangular, septo medio persistente y robusto, foramen pequeño, crestas de pico redondeado, placas charnelares estrechas que no están terminalmente divididas. El contorno transversal se asemeja a *Sulcirhynchia* Burri (1953) del Neocomiano Suizo, de donde probablemente evolucionó. No obstante, se puede distinguir de éste género por su septo medio más robusto y persistente, las placas de la charnela son más estrechas y menos dobladas ventralmente, los dientes cardinales son más cortos y están menos profundamente insertados y las crestas de la foseta interna y externa están más claramente definidas. Figura 16.

Alcance estratigráfico: Aptiano inferior-Albiano inferior. (Owen, 1962).





Figura 16. *Burrirhynchia* cf. *parvirostris*. J. De C. Sowerby. a) Vista dorsal; obsérvese septo bien marcado que alcanza hasta la parte media. b) Vista ventral; nótese forma triangular de la concha. c y d representan variantes a las formas ya descritas y que probablemente pudieran describirse como una especie nueva. Todos los ejemplares (X 2). Ejemplares 02/142 y 02/144

Orden Terebratulida	Waagen, 1883
Suborden Terebratellidina	Muir-Wood, 1955
Superfamilia Terebraellacea	King, 1850
Familia Dallinidae	Beecher, 1893
Subfamilia Kingeninae	Elliott, 1948
Género ? <i>Belothyris</i> sp.	Smirnova, 1960

Especie tipo: *Belothyris plana* Smirnova, 1960.

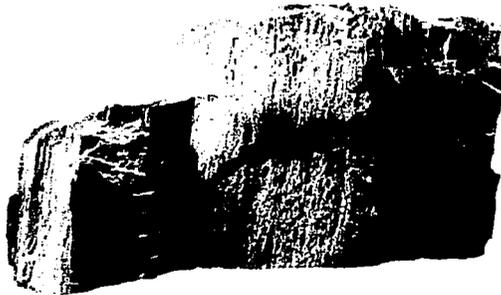
Diagnosis: Las formas del contorno de la concha van desde subcircular, elongado-oval hasta subpentagonal; claramente biconvexo, siendo la valva pedicelar ligeramente más convexa que la valva braquial; comisura anterior rectimarginada a uniplicada. El umbo se proyecta ligeramente y es subrecto. Presenta un pequeño foramen circular permesotirido. El septo medio se extiende hasta aproximadamente dos tercios de la longitud de la concha; la superficie de la concha es lisa, pero con marcas de crecimiento bastante claras. Este género ha sido comprado, por el momento, con *B. Plana*, *B. Pseudojurensis* y *B. Nettletonensis*. También presenta algunas similitudes con otros géneros, por ejemplo, *Dzirulina*.

Figura 17

Alcance estratigráfico: Cretácico Inferior.



Figura 17. *Belothyris* sp. Smirnova, 1960 (X 2). a) Valva dorsal; nótese foramen pequeño y circular (X 2). B) Valva ventral; nótese concha lisa con finas líneas de crecimiento concéntricas (X 2.) Ejemplar 02/143.



Fragmento de Madera Fossilizada X.75. Ejemplar 02/148.

Figura 18. El material está completamente permineralizado y no presenta características con las que se pueda clasificar.

### Datos de Ambiente de Depósito

Durante el Aptiano inferior, en la región de Huetamo, se mantuvieron las condiciones ambientales que según Kauffman y Johnson (1988), eran comunes en los arrecifes Neocomianos, esto es, que estuvieron limitados a ambientes de plataformas protegidas o zonas lagunares, lo cual coincide con el tipo de fauna acompañante y la litología presente en cada localidad estudiada. (García-Barrera, 1997)

Se sabe que los erizos Holectipoides se encuentran en sedimentos calcáreos finos y comúnmente presentan una gran diversidad y contienen elementos de afinidad a aguas templadas. Durante el Jurásico Tardío y a lo largo del Cretácico se fueron diversificando y dispersando geográficamente. (Moore, 1966)

Las formas de *Gryphaea* presentan características que las distinguen del resto de las ostras y muestran una menor variabilidad de la forma de la concha.

Una característica importante del medio ambiente en donde se desarrollaron las *Gryphaeas* es la salinidad normal, pudieron haber sido tanto eurihalinas como de aguas salobres. Estando asociados en diversos lugares con amonites, corales, equinoides, braquiópodos u otros animales de aguas de salinidad normal. Las *Gryphaeas*, sus descendientes y sus homeomorfos estuvieron siempre adaptados para vivir en aguas eurihalinas o cercanamente euihalinas de mares epicontinentales. Generalmente se les asocia a sedimentos de tipo arcilloso, margas, limos calcáreos, caliza y margas paragaluconíticas. (Moore, 1971)

Los gasterópodos *Mesoglauconia* y *Gymnentome* se encuentran dentro de asociaciones de gasterópodos del Cretácico Temprano, compartiendo el ambiente con especies comunes que fueron depositadas en aguas someras y templadas procedentes de varias localidades del occidente de México. (Buitrón, 1986).

Generalmente, los braquiópodos fósiles son más abundantes en sedimentos que se piensa que fueron acumulados en aguas poco profundas, y en un lugar donde la salinidad era variable, algunos pueden adaptarse a aguas salobres, otros en aguas marinas salinas y otros en sitios de salinidad normal (Rudwick, 1974).

El fragmento de madera encontrado en la localidad sugiere el arrastre por corriente de éste ejemplar, ya que no coincide con el ambiente, lo que nos indica la cercanía de dicha localidad a la costa.

A través de la información citada en los párrafos anteriores, es posible concluir que los depósitos encontrados en la Localidad El Martillo, se formaron dentro de un ambiente marino lagunar de clima tropical. Sus aguas eran poco profundas y estaba cerca de la costa, protegido por barras de arena y bancos de corales y rudistas.

Respecto a los aspectos sedimentológicos y la edad del depósito, el terreno Guerrero se caracteriza por presentar restos magmáticos, sedimentos vulcanoclásticos y rocas sedimentarias típicas de los arcos insulares. Este terreno se dividió en tres unidades: Teloloapan-Ixtapan, Zihuatanejo y Huetamo. Actualmente se sabe que representan cambios de facies más que divisiones tectono-estratigáficas.

Lo anterior explica la presencia de las arenas feldespáticas dentro de la columna general y local, siendo también la causa de cambios ambientales y en particular reflejados en las asociaciones faunísticas; ésto se observa muy claramente a lo largo de la columna local de El Martillo, puesto que en la base se encuentran principalmente lutitas intercaladas con calizas delgadas y posteriormente se detecta un cambio y predomina la arenisca y los limos. Al parecer, en la localidad El Martillo se podían establecer comunidades biológicas durante períodos cortos, las cuales resultaban afectadas por los depósitos vulcanoclásticos que propiciaban la muerte de los organismos.

Lo anterior se deduce por la existencia de especies con numerosos restos bien conservados como *Holcetypus*, los braquiópodos y las *Gryphaeas* que disminuyen drásticamente o desaparecen cuando los sedimentos se hacen más gruesos y llegan a la cuenca en cantidades considerables.

Cuando cesa esta actividad volcánica, de nueva cuenta se percibe un cambio importante en la sedimentación y en general en el ambiente, ya que la secuencia local se ve coronada por caliza de estratificación gruesa con abundantes rudistas caprínidos formando bancos. En este aspecto se puede concluir que el depósito de la localidad El Martillo se llevó a cabo en tres etapas representadas claramente por los cambios litológicos y faunísticos descritos.

Por otro lado, en la asociación de especies se observan elementos ajenos al medio donde originalmente se depositaron los sedimentos, tal es el caso de los fragmentos de madera y de los restos de amonoideos; de los cuales después de varios años de colectas, sólo se han obtenido tres muestras en muy mal estado de conservación, por lo que no sería válido tratar de establecer la edad de los depósitos por la presencia de estos restos como lo señalaban Pantoja y Sandy (1998 pp. 67-68); si no más bien se debe utilizar la asociación faunística en su conjunto, que en este caso si corresponde al Aptiano como se deriva de los alcances estratigráficos de tales taxones.

### **Aspectos Taxonómicos**

Dentro del grupo de los braquiópodos rinconélidos y después de una minuciosa observación, es posible distinguir tres formas diferentes, lo cual podría deberse a una amplia variación intraespecífica o que en la realidad fueran especies distintas. El estudio particular de estos braquiópodos se lleva a cabo en este momento por el Biólogo Daniel Navarro Santillán quien amablemente ha proporcionado la información taxonómica con la que contamos hasta el momento.

Con respecto a los terebratulidos, la única forma encontrada se asigna tentativamente al género *Belothyris* exclusivamente por su morfología externa, como sería el tipo de contorno (que va de elongado a pentagonal), por las líneas

de crecimiento, la forma de la concha (elongada-oval) y el tipo de foramen; sin embargo, falta realizar el estudio de la morfología interna. Cuando se haya realizado éste, podrá darse una asignación definitiva. Por el momento, ha sido comparada con *B. plana*, *B. pseudojurensis* y *B. nettletonensis*. También presenta algunas similitudes con otros géneros, por ejemplo, *Dzirulina*.

**Bibliografía:**

Alencáster G. 1980. Distribución de Faunas Marinas del Sur de México y del Norte de América Central Durante el Cretácico. In Ferrusquia, V.I., Editor. Conexiones Terrestres entre Norte y Sudamérica. Boletín 101 Instituto de Geología. UNAM

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

---, 1996. New early Aptian rudists (Bivalvia-Hippuritacea) from the Huetamo area in southwestern Mexico. *Rev. Mex. De Ciencias Geológicas*. Vol. 12 No. 2 (1995)

---, 1996. The Rudist *Amphitriscoelus* (Bivalvia-Hippuritacea) In The Lower Cretaceous Of Southwestern Mexico. *Journal of Paleontology*. Vol.70, No.3, The Paleontological Society.

---, 1998. Two new lower Cretaceous rudists (Bivalvia-Hippuritacea) from the Huetamo region; southwestern México. *GEOBIOS*, M.S. No. 22: 15-28. Villeurbanne, France.

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

Barragán-Manzo R., González-Arreola C, Villaseñor A. B., and García-Barrera P. 2001. Biostratigraphic data of Barremian (Lower Cretaceous) ammonoids and paleoecological aspects of The Terrero Prieto Lower Member of The San Lucas Formation, Southwest México. *International Conference on Paleobiogeography and Paleoecology*. Abstracts. p. 32-33. Piacenza, Italy.

Behrensmeyer A., Damuth J. D, Dimichele W. A., Potts R., Hans-Dieter S. and Scott L. Wing. 1992. *Terrestrial Ecosystems Through Time. Evolutionary Paleoecology Of Terrestrial Plants And Animals*. Chicago. pp. 360-370

Briggs J. C. 1995. *Global Biogeography. Developments in Paleontology and Stratigraphy*. 14 Elsevier.

- Buitrón, B., 1973. *Tetragrama 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 Congreso Latino-Americano Paleontología*. Porto Alegre, Brasil. p.343-357
- y Rivera, E., 1985,. Nerinéidos (Gastropoda-Nerineidae) cretácicos de la región de Huetamo-San Lucas, Michoacán. *Bol. Soc. Geol. Mex.*, Tomo XLVI, Nos. 1 y 2. p. 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.
- Bullock W., C. and Twitchell M., W. 1915. *Monographs of the United States Geological Survey*. Vol. LIV. P. 66. Government Printing Office, Washington.
- Burckhardt, C., 1930. *Etude synthétique sur le Mésozoïque mexicain*. *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, vols XLIX-L. p. 280
- Chávez García Luis. 1995. *Bioestratigrafía de la parte superior de La Formación Mal Paso (Albiano) del área de San Lucas, Michoacán*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- García Barrera P. 1997. *Bioestratigrafía y Biogeografía local de los rudistas Cretácicos (Hippuritacea) de la región de Huetamo, Michoacán*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM.
- 1993<sup>a</sup>. Fósil assemblage of Mal Paso Formation in San Lucas region, Michoacán, México, in Pantoja-Alor, J., Alencáster, G. and Gómez-Caballero, A. (eds.) *Geology and rudists communities of the Huetamo region, State of Michoacán, Mexico*. UNAM, Inst. Geol., 3rd. Int. Conf. on Rudists, Guidebook of field trip B, pp. 41-45.
- González-Arreola C., Pantoja-Alor J., Olóriz F., Villaseñor A.B. and García-Barrera P. 1994. Lower Aptian Ammonitina *Pseudohaploceras* *liptoviense* (Zeuschner) In The Cumburindio Formation (Southwestern México). *GEOBIOS*, Vol. 29, 1. p. 35-43

- González-Arreola C., García-Barrera P., And Villaseñor A. B., 2000. New biostratigraphic data of some barremian ammonoid species from San Lucas Fm. SW Mexico. Abstracts, 6<sup>th</sup> International Cretaceous Symposium. University of Vienna, Austria p. 37.
- Hall, C., 1903. Notes on a geological section from Iguala to San Miguel Totolapa, State of Guerrero, México. *Memorias Soc. Antonio Alzate*, 13, No. 7-8. p. 327
- Hallam A. 1973. *Atlas of Paleobiogeography*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. P.353-354.
- , 1994. *An Outline of Phanerozoic Biogeography*. Oxford University Press, NY.
- McKerrow W.S. 1978. *The Ecology of Fossils*. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts.
- Moore C.R. Ed. 1969. *Treatise On Invertebrate Paleontology. MOLLUSCA 6 Bivalvia*. Vols. 1-3 (N). The Geological Society of America, Inc. and The University of Kansas Press. p. 471-487; 563-574; 1097-1098
- Moore C.R. Ed. 1965. *Treatise On Invertebrate Paleontology. BRACHIOPODA. Vol. 2 (H)*. The Geological Society of America, Inc. and The University of Kansas Press. P. 597-616.
- Moore C.R. Ed. 1966. *Treatise On Invertebrate Paleontology. ECHINODERMATA. Vol. 2 (U)*. The Geological Society of America, Inc. and The University of Kansas Press. P 440-444.
- Owen E. F. 1962. The Brachiopod Genus *Cyclothyris*. *British Museum (Nat. History), Bull*, Vol. 7, No2. P. 39-63.
- Pantoja-Alor, J., 1959. Estudio geológico de reconocimiento de la región de Huetamo, estado de Michoacán. *Bol. Cons. Rec. Nat. No Renov. No. 50*. p. 36.
- , 1990. Redefinición de la unidades estratigráficas de la secuencia mesozóica 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. Mex., Veracruz, Ver.*, pp. 149-151.

- y Schroeder R., Cherchi A., Alencáster G., J.M. Pons. 1994. Fossil assemblages mainly foraminifers and rudists from the Early Aptian of southwestern Mexico- Paleobiographical consequences for the Caribbean region. *Revista Española de Paleontología*, 9: 211-219.
- , 1993<sup>a</sup>. Geology of the Huetamo region, State of Michoacán, Mexico. In Alencaster, G. and Buitrón, B. (eds.) Proc. 3<sup>rd</sup>. International Conference on Rudists, Mexico, D.f., UNAM, Inst. Geol, pp. 44-45
- , 1993<sup>b</sup>, Description of the localities visited in the field trip B, in Pantoja-Alor, Jerjes; Alencáster, Gloria; and Gómez-Caballero, Arturo, eds., Geology and rudists communities of the Huetamo region, State of Michoacán, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Third International Conference on Rudists, México, D.F., Guide Book of field trip B, p. 11-40.
- Rudwick M. J. S. 1974. Living and fossil Brachiopods. Hutchinson University Library, London.
- Sandy, M. R., and J. Pantoja-Alor. 1998. Early Cretaceous Rhynchonellid Brachiopods from San Lucas, Michoacán, México. Resúmenes, Memoria del VI congreso nacional de paleontología.
- Stanley S., M. 1986. Earth and Life Through Time. 2<sup>nd</sup> Ed. W. H. Freeman and Company, New York.
- Wicander R. and Monroe, J. S. 1993. Historical Geology. Evolution of the Earth and Life through Time. 2<sup>nd</sup>. Ed. West Publishing Company, San Francisco.