

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA**



**RUDISTAS CAPRINÍDOS EN EL CERRO DE LABRADORES,
GALEANA, NUEVO LEÓN, MÉXICO**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO

DE

MAESTRO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS

PRESENTA

JAVIER AGUILAR PÉREZ

LINARES, NUEVO LEÓN

NOVIEMBRE, 2002



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

LA TESIS

RUDISTAS CAPRÍNIDOS EN EL CERRO DE LABRADORES, GALEANA, NUEVO LEÓN, MÉXICO

ELABORADA POR

JAVIER AGUILAR PÉREZ

HA SIDO ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS

DR. JOSÉ GUADALUPE LÓPEZ OLIVA
Vo. Bo. ASESOR DE LA TESIS

DRA. GLORIA ALENCÁSTER YBARRA
Vo. Bo. CO-ASESOR DE LA TESIS
(INSTITUTO DE GEOLOGÍA, U. N. A. M.)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

LA TESIS

**RUDISTAS CAPRÍNIDOS EN EL CERRO DE LABRADORES,
GALEANA, NUEVO LEÓN, MÉXICO**

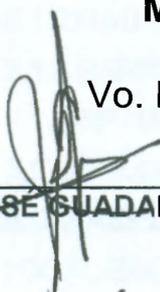
ELABORADA POR

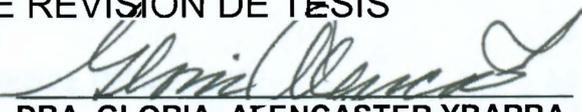
JAVIER AGUILAR PÉREZ

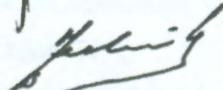
HA SIDO ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR
AL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS GEOLÓGICAS

Vo. Bo. LA COMISIÓN DE REVISIÓN DE TESIS


DR. JOSÉ GUADALUPE LOPEZ OLIVA

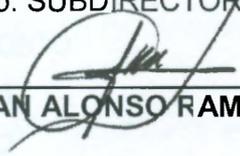

DRA. GLORIA ALENCASTER YBARRA
(INSTITUTO DE GEOLOGÍA, U.N.A.M.)


DR. FRANCISCO MEDINA BARRERA


DR. JUAN ALONSO RAMÍREZ FERNÁNDEZ


DR. HECTOR DE LEÓN GOMEZ

Vo. Bo. SUBDIRECTOR DE POSGRADO


DR. JUAN ALONSO RAMIREZ FERNANDEZ

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS, LÁMINAS Y TABLAS	1
RESÚMEN, ABSTRACT	1
CAPÍTULO 1 PRESENTACIÓN	2
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 OBJETIVOS	4
1.3 METAS	4
1.4 MATERIALES Y MÉTODOS	5
1.4.1 TRABAJO DE CAMPO	5
1.4.2 PREPARACIÓN EN LABORATORIO	5
1.4.3 TRABAJO DE GABINETE	5
CAPÍTULO 2 EL NORESTE DE MÉXICO DURANTE EL CRETÁCICO TEMPRANO	6
2.1 PALEOGEOGRAFÍA	7
2.1.1 BERRIASIANO-VALANGINIANO	7
2.1.2 HAUTERIVIANO	7
2.1.3 BARREMIANO	8
2.1.4 APTIANO	9
2.2 GEOLOGÍA HISTÓRICA DEL NORESTE DE MÉXICO	10
CAPÍTULO 3 ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO	12
3.1 LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO AL CERRO DE LABRADORES, GALEANA, N. L.	13
3.2 VEGETACIÓN	14
3.3 CLIMA	14
3.4 CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA	14
3.4.1 ANTECEDENTES	14
3.4.2 GENERALIDADES DEL ÁREA	15
3.4.3 ESTRATIGRAFÍA	16
3.4.4 PERFIL LITOLÓGICO	17
3.4.4.1 UNIDAD 1	18
3.4.4.2 UNIDAD 2	18
3.4.4.3 UNIDAD 3	18

3.4.4.4 UNIDAD 4	18
3.5 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL ÁREA	18
3.6 MICROFACIES	19
3.7 ANÁLISIS MICROFACIALES	19
3.7.1 Unidad 1	21
3.7.2 Unidad 2	21
3.7.3 Unidad 3	22
3.7.4 Unidad 4	22
3.7.5 CLASIFICACIÓN CON BASE EN LAS FACIES DE RUDISTAS DE CESTARI Y SARTORIO (1995)	23
CAPÍTULO 4 ASPECTOS GENERALES DE RUDISTAS	24
4.1 RUDISTAS (BIVALVIA–HIPURITACEA)	25
4.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	26
4.3 ORIGEN	27
4.4 DIVERSIFICACIÓN	28
4.5 PALEOECOLOGÍA	31
4.6 EVOLUCIÓN PALEOECOLÓGICA	33
4.7 MORFOLOGÍA	34
4.7.1 Tamaño y Forma de la Concha	34
4.7.2 Estructura de la Charnela	34
4.7.3 Umbón	34
4.7.4 Ligamento y Sifones	34
4.7.5 Cavidad Principal	35
4.7.6 Cavidades Accesorias	36
4.7.7 Marcas o Apófisis Miofóricas	36
4.7.8 Estructura de la Pared	36
4.7.9 Organización de los Rudistas	37
4.8 FACIES DE RUDISTAS	38
4.8.1 Facies con Rudistas en su Estado Original de Crecimiento (FRA)	38
4.8.2 Facies de Rudistas que no están en su Posición Original de Crecimiento (FRB)	38
4.8.2 Facies de Rudistas que no están en su Posición Original de Crecimiento (FRB)	39
4.8.4 Provincialismo	39

LISTA DE FIGURAS, LÁMINAS Y TABLAS

- FIGURA 1. Paleogeografía del Noreste de México durante el Berriasiano, Valanginiano y Hauteriviano (Modificado de Smith, 1981). 8
- FIGURA 2. Paleogeografía del Noreste de México del Barremiano al Aptiano Temprano. En el Golfo de Sabinas se acumularon depósitos de lutitas y calizas y hacia el oeste de Monclova se desarrolló un amplio cinturón arrecifal (Modificado de Smith, 1981). 9
- FIGURA 3. Mapa tectónico del Noreste de México, mostrando las plataformas calcáreas del Cretácico Temprano (Modificado de Lehmann, 1998) 11
- FIGURA 4. Localización y vías de acceso al área de Galeana, Nuevo León (Modificada de De León, 1991). 13
- FIGURA 5. La línea negra discontinua marca el límite entre las Formaciones Taraises – Cupido. La línea roja continua enmarca el área del banco de rudistas en el flanco este del Cerro de Labradores. 16
- FIGURA 6. Perfil geológico de la formación Cupido en el Cerro de Labradores 17
- FIGURA 7. Columna litoestratigráfica de la Formación Cupido en el Cerro de Labradores, Municipio de Galeana, Nuevo León. 20
- FIGURA 8. Sección delgada LJCu-27, “mudstone” o “micrita fosilífera” con abundante óxido de hierro. 21
- FIGURA 9. Sección delgada LJCu-29 “wackestone” o “biomicrita aislada” con presencia de foraminíferos biseriados y gran cantidad de pelets 21
- FIGURA 10. Sección LJCu-49, “packstone” o “biomicrita empaquetada” con presencia de espículas de esponjas, fragmentos de conchas y algas. 22
- FIGURA 11. Sección LJCu-56 “boundstone - bafflestone” o “bioesparita pobremente lavada”, se aprecian fragmentos grandes de conchas y corales. 22
- FIGURA 12. Facies de rudistas según su conservación y posición en los sedimentos (Modificado de Cestari y Sartorio, 1995). 23
- FIGURA 13. Las áreas punteadas muestran la distribución de bancos y arrecifes

de rudistas durante el Cretácico en el Dominio del Tethys (Modificado de Coogan, 1977).	26
FIGURA 14. Familia Megalodontidae; 1) Valva derecha de <i>Megalodon</i> sp.; 2) Ambas valvas; 3) Valva izquierda de <i>Megalodon</i> (<i>Neomegalodon</i>) sp. (Modificado de Alencáster, 1990).	27
FIGURA 15. Familia Diceratidae; 1) <i>Diceras arietina</i> Lamarck, ambas valvas; 2) Valva derecha; 3) Valva izquierda (Modificado de Alencáster, 1990)	28
FIGURA 16. Morfología de rudistas (Modificado de Cestari y Sartorio, 1995).	30
FIGURA 17. Organización de los rudistas según su “empaquetamiento” (Modificado de Cestari y Sartorio, 1995).	37
FIGURA 18. Características principales de la concha en la Familia Caprinidae (Modificado de Cestari y Sartorio, 1995).	41
FIGURA 19. Desarrollo del aparato mioforal en las dos subfamilias de Caprínidos; A) Caprininae; B) Coalcomaninae; (Lma) Lámina mioforal anterior; (Lmp) Lámina mioforal posterior; (Cap) Cavidad mioforal anterior; (Cmp) Cavidad mioforal posterior (Tomado de Chartrousse, 1998).	49
FIGURA 20. Vista esquema de la biofábrica interna en rocas con rudistas caprínidos provenientes de Trinidad (Tomado de Kauffman y Sohl, 1974).	63
FIGURA 21. Etapas de desarrollo de un arrecife de tipo marginal (Modificado de James, 1984).	65
FIGURA 22. Tipos de asociaciones de rudistas de acuerdo a su desarrollo (Modificado de Kauffman y Sohl, 1974).	66
LÁMINA I. <i>Amphitriscoelus waringi</i> Harris y Hodson; LJ-5, vista transversal de la valva derecha (x 1.6); LJ-6, vista transversal de la valva derecha (x 2); LJ-7, vista de un corte longitudinal de ambas valvas (x 1.3); LJ-8, vista de un ejemplar completo en matriz de caliza (x .3).	46
LÁMINA II. <i>Caprina massei</i> Alencáster y Pantoja-Aior. Todas las fotografías en vista transversal; LJ-1, valva izquierda (x 1.2); LJ-2, valva derecha (x 1.1); LJ-3, valva derecha (x 1.3); LJ-4, valva derecha (x 1.2).	50
LÁMINA III. <i>Praecaprina varians</i> Paquier. Todas las fotografías en vista transversal de la valva izquierda; LJ-9 (x 1); LJ-10 (x 1);	

LJ-11 (x 1.3); LJ-20 (x 1.2).	54
LÁMINA IV. <i>Offneria</i> sp. aff. <i>O. simplex</i> Chartrousse y Masse.	
Todas las fotografías en sección transversal. LJ-12, valva izquierda (x 1.2); LJ-14, valva izquierda (x 1.5); LJ-15, valva izquierda (x 1.1); LJ-17, valva derecha (x 1).	59
TABLA 1. Medidas (en mm) de <i>Amphitriscoelus waringi</i> .	
Abreviaciones: LJ- Labradores Javier; VI valva izquierda; A-P antero-posterior, D-V dorso-ventral.	45
TABLA 2. Medidas (en mm) de <i>Caprina massei</i> . Abreviaciones: LJ- Labradores Javier; VI valva izquierda, VD valva derecha; A-P antero-posterior, D-V dorso-ventral.	49
TABLA 3. Medidas (en mm) de <i>Praecaprina varians</i> . Abreviaciones: LJ- Labradores Javier; VI valva izquierda; A-P antero-posterior, D-V dorso-ventral.	53
TABLA 4. Medidas (en mm) de <i>Offneria</i> sp. aff. <i>O. simplex</i> .	
Abreviaciones: LJ- Labradores Javier; VI valva izquierda, VD valva derecha; A-P antero-posterior, D-V dorso-ventral.	57

RESÚMEN

Se describen cuatro especies de rudistas (Bivalvia-Hippuritacea) presentes en la Formación Cupido, así como la delimitación de las formaciones orgánicas fósiles en el Cerro de Labradores Galeana, Nuevo León, México.

Entre los rudistas identificados en el Cerro de Labradores se encuentran las especies *Amphitriscoelus waringi* Harris y Hodson, *Praecaprina varians* Paquier, *Caprina massei* Alencáster y Pantoja-Alor y *Offneria* aff. *O. simplex* Chartrousse y Masse. En el caso de *Offneria* aff. *O. simplex* es reportada por primera vez en México y *Praecaprina varians* es reportada por primera vez de forma inequívoca en América.

La ocurrencia de la misma fauna de rudistas es una evidencia de la existencia durante el Aptiano Temprano de una provincia homogénea en la cual las localidades de organismos se comunicaban y compartían las mismas o muy parecidas condiciones paleoecológicas.

La presencia de *Offneria* aff. *O. simplex* y *Praecaprina varians* en México y América confirma junto con los anteriores hallazgos de rudistas "europeos" que existía una relación mucho más estrecha entre las regiones mediterráneas y las del caribe del Dominio del Tethys, para las cuales se han determinado edades de Barremiano–Aptiano Temprano.

Se propone el uso del termino "banco de rudistas" como referencia a las estructuras orgánicas fósiles encontradas en el área de estudio.

1.1 INTRODUCCIÓN

Algunas de las plataformas calcáreas más grandes del mundo se encuentran en el Noreste y centro-este de la República Mexicana (Wilson y Ward, 1993). La Plataforma Cupido es una de las más importantes del Noreste de nuestro país, su localización y formación durante el Cretácico Temprano está estrechamente relacionada al período de "M" del Mesozoico Temprano y al desarrollo del Golfo de México (Wilson y Ward, 1993).

La Formación Cupido y la Plataforma de Coahuila del Noreste de México son parte del extenso sistema de plataformas que circundaron el ancestral Golfo de México durante el Barremiano-Aptiano (Lehmann et al., 1996).

El Cerro de Labradores en el municipio de Galeana, Nuevo León, es un anticlinal cuyo núcleo está formado por calizas de la Formación Cupido. En esta zona diversos autores (Padilla y Sánchez, 1978, 1982; Concha y Moore, 1977; Wilson, 1981; Gámez, 1990; De León, 1991; Lehmann, 1996, 1999), entre otros, han hecho mención de la fauna especial dada la presencia de fauna dominada por rudistas como componente principal con asociación de corales, algas y gasterópodos, principalmente, formando estructuras orgánicas rígidas.

CAPÍTULO 1 PRESENTACIÓN

Entre los rudistas arcaicos de Labradores están las especies *Amphitrocoelus waringi* Harris y Hodson, *Praeacrina varians* Pequeur, *Caprina massa* Alencaster y Pantaja-Alor, y *Offnera* aff. *O. simplex* Chartreuse y Masse. Las especies encontradas aquí, están también presentes en otras localidades de la Provincia Americana del Dominio del Tethys. *Amphitrocoelus waringi* ha sido reportada en varias regiones dentro de la República Mexicana (Carrasco, 1973; Ence y Stephens, 1983; Alencaster y Pantaja-Alor, 1995, 1996, 1998), así como en Texas (Perkins, in DeChaseaur, 1989; Steton, 1982), Cuba (Rojas et al., 1992), Trinidad (Harris y Hodson, 1922) y Venezuela (Hedberg y Pyre, 1944; Masse y Rossi, 1967). *Caprina massa* fue encontrada por primera vez en Huatamo, Michoacán y descrita por Alencaster y Pantaja-Alor (1998). *Offnera* aff. *O. simplex* es reportada por primera vez en este trabajo para México, siendo mencionado su presencia en Cuba (Rojas et al., 1992; Chartreuse y Masse, 1998). Para *Praeacrina varians* esta es el primer reporte claro de su presencia en América.

1.1 INTRODUCCIÓN

Algunas de las plataformas calcáreas más grandes del mundo se encuentran en el Noreste y centro-este de la República Mexicana (Wilson y Ward, 1993). La Plataforma Cupido es una de las más importantes del Noreste de nuestro país, su localización y formación durante el Cretácico Temprano está estrechamente relacionada al período de "riff" del Mesozoico Temprano y al desarrollo del Golfo de México (Wilson y Ward, 1993).

La Formación Cupido y la Plataforma de Coahuila del Noreste de México son parte del extenso sistema de plataformas que circundaron el ancestral Golfo de México durante el Barremiano-Aptiano (Lehmann *et al.*, 1999).

El Cerro de Labradores en el municipio de Galeana, Nuevo León, es un anticlinal cuyo núcleo está formado por calizas de la Formación Cupido. En esta zona diversos autores (Padilla y Sánchez, 1978, 1982; Conklin y Moore, 1977; Wilson, 1981; Götte, 1988; De León, 1991; Lehmann, 1998, 1999), entre otros, han hecho mención de la facies arrecifal dada la presencia de fauna dominada por rudistas como componente principal con asociación de corales, algas y gasterópodos, principalmente, formando estructuras orgánicas rígidas.

Entre los rudistas encontrados en el Cerro de Labradores están las especies *Amphitriscoelus waringi* Harris y Hodson, *Praecaprina varians* Paquier, *Caprina massei* Alencáster y Pantoja-Alor, y *Offneria* aff. *O. simplex* Chartrousse y Masse. Las especies encontradas aquí, están también presentes en otras localidades de la Provincia Americana del Dominio del Tethys. *Amphitriscoelus waringi* ha sido reportada en varias regiones dentro de la República Mexicana (Carrasco, 1973; Enos y Stephens, 1993; Alencáster y Pantoja-Alor, 1995, 1996, 1998), así como en Texas (Perkins, *in* Dechaseaux, 1969; Skelton, 1982), Cuba (Rojas *et al.*, 1992), Trinidad (Harris y Hodson, 1922) y Venezuela (Hedberg y Pyre, 1944; Masse y Rossi, 1987). *Caprina massei* fue encontrada por primera vez en Huetamo, Michoacán y descrita por Alencáster y Pantoja-Alor (1998). *Offneria* aff. *O. simplex* es reportada por primera vez en este trabajo para México, siendo mencionada su presencia en Cuba (Rojas *et al.*, 1992; Chartrousse y Masse, 1998). Para *Praecaprina varians* este es el primer reporte cierto de su presencia en América.

1.2 OBJETIVOS Y MÉTODOS

1.- Elaboración de una cartografía detallada escala 1:10, 000.

2.- Establecer las características taxonómicas de los especímenes de rudistas colectados del Cerro de Labradores.

3.- Ubicar el ambiente deposicional de las calizas de la Formación Cupido en el área de trabajo en el Cerro de Labradores, de acuerdo a la clasificación de facies propuestas por Wilson (1975).

4.- Correlacionar el área de trabajo con otras áreas que compartan la misma fauna en América.

1.3 METAS

1.- Ubicar el área de máxima concentración (banco de rudistas) de los especímenes presentes en la zona del Cerro de Labradores con el apoyo de la cartografía 1:10, 000.

2.- Determinar hasta nivel específico los rudistas colectados en el área de estudio.

3.- Establecer el desarrollo facial de la Formación Cupido en el área de estudio y su implicación en la formación del banco de rudistas.

4.- Establecer la edad del área de estudio tomando como base sus relaciones faunísticas con otras áreas de la Provincia Caribeña del Tethys.

1.4 MATERIALES Y MÉTODOS

1.4.1 Trabajo de Campo

Se realizó una cartografía geológica escala 1:10,000 basada en la carta geológica 1:50,000, Hoja G14C56 "Galeana", 1ra. edición de la DETENAL (1978), para identificar las Formaciones geológicas presentes en el Cerro de Labradores y con la intención de ubicar plenamente el área de máxima concentración de rudistas dentro de las mismas.

El estudio paleontológico estuvo basado en muestras de fósiles invertebrados en una matriz de roca caliza colectada de los afloramientos de la Formación Cupido en el área del Cerro de Labradores. Las muestras fueron tomadas en algunos casos directamente de los estratos de dicha Formación y en otros casos colectadas a partir de los escombros próximos a ellos. Se descarta que pudieran pertenecer a otras Formaciones cercanas debido a que el buzamiento es entre 60° a 90°, lo cual hace totalmente imposible el transporte cuesta arriba.

Así mismo se llevó a cabo el levantamiento de un perfil litológico con toma de muestra cada 1.5 m para preparar secciones delgadas.

1.4.2 Preparación en Laboratorio

Las rocas con contenido macrofósil fueron cortadas, pulidas y limpiadas. Los fósiles se estudiaron de cortes transversales y longitudinales.

A partir de las muestras obtenidas durante el levantamiento litológico, se prepararon secciones delgadas para su estudio microscópico.

El trabajo de preparación en ambos casos se realizó en el Laboratorio de Preparación de la Facultad de Ciencias de la Tierra, de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Tanto las muestras fósiles como las secciones delgadas se depositaron en la colección de la misma facultad.

1.4.3 Trabajo de Gabinete

Se consultó el material bibliográfico publicado acerca de estos temas y se realizó una revisión del material paleontológico depositado en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Después de dicha revisión se procedió al análisis, comparación y descripción de las características taxonómicas de los fósiles en las secciones preparadas.

2.1 PALSOGEOGRAFÍA

El Noroeste de México es esencialmente la unión de dos provincias tectono-estratigráficas: el Este de la provincia del Golfo de México y el oeste de la provincia Mexicana del Pacífico. El área entre Saltillo y Monterrey contiene elementos relacionados tanto al margen tectónico convergente relacionado al Pacífico como al desarrollo del margen pasivo del Golfo de México. En esta última provincia, la evolución tectónica estuvo dominada por el desarrollo del margen pasivo asociado a la apertura del Golfo de México y la zona mid - Atlántica, y a su vez sobrecubierta por la acción de la orogénica andina.

La fase de "hiel" del Golfo de México se completó a comienzos del Cretácico y la región cayó en un enfriamiento y subsidencia durante el Cretácico Temprano (Ondrhomeier et al., 1995). El bloque de Coahuila permaneció como un alto estructural pero dejó de acumular sedimentos silicoclásticos, controlando los patrones de distribución y degradación de las faunas carboníferas (Wilson et al., 1984). Durante este tiempo más de 100 m de carbonatos de plataforma fueron depositados alrededor del ancestral Golfo de México (Lehman et al., 1995). La mayoría de las plataformas calcáreas más grandes del mundo

CAPÍTULO 2

EL NORESTE DE MÉXICO DURANTE EL CRETÁCICO

TEMPRANO

EL BERRIASIANO-VALANGINIANO
Durante este período, cesó la actividad tectónica en el Noroeste de México y continuó la deposición de grandes cantidades de material terrígeno y orgánico que conforman las arenas y areniscas de la Formación La Cuesta en áreas marplatás en el Noroeste de México (Figura 1). Esta deposición persistió más allá del margen sur de la Península de Coahuila hasta el Hauteriviense (Wilson y Peck, 1977). En diversas áreas el contacto entre La Cuesta y Taxisas parece ser transicional. Sin embargo en ciertos lugares no ha sido encontrado evidencia del Berrasiense por lo cual puede existir una discontinuidad (De la Peña, 1970).

Es muy probable que la actividad tectónica de la parte sur de la Península de Coahuila llevó a la deposición de las areniscas de Formación La Cuesta.

1.3 HAUTERVIANO

Cerca del poblado de Galeana, Nuevo León, se presentó una gruesa unidad de arenas dentro de la Formación Taxisas. Humphrey y Díaz (1956) nombraron a esta unidad "Formación Galeana". El origen de estas areniscas es difícil de explicar debido a que se extienden lateralmente y se encuentran en contacto con los carbonatos y lutitas

2.1 PALEOGEOGRAFÍA

El Noreste de México es esencialmente la unión de dos provincias tectono-estratigráficas, el Este de la provincia del Golfo de México y el oeste de la provincia Mexicana del Pacífico. El área entre Saltillo y Monterrey contiene elementos relacionados tanto al margen tectónico convergente relacionado al Pacífico como al desarrollo del margen pasivo del Golfo de México. En ésta última provincia, la evolución tectónica estuvo dominada por el desarrollo del margen pasivo asociado a la apertura del Golfo de México y la dorsal mid – Atlántica, y a su vez sobreimpresa por la acción de la orogenia Laramídica.

La fase de “rift” del Golfo de México se completó a comienzos del Cretácico y la región cayó en un enfriamiento y subsidencia durante el Cretácico Temprano (Goldhamer *et al.*, 1995). El Bloque de Coahuila permaneció como un alto estructural pero dejó de suministrar sedimentos siliciclásticos, controlando los patrones de distribución y progradación de las facies carbonatadas (Wilson *et al.*, 1984). Durante este tiempo más de 2,000 m de carbonatos de plataforma fueron depositados alrededor del ancestral Golfo de México (Lehmann *et al.*, 1999), dando lugar a una de las plataformas calcáreas más grandes del mundo.

2.1.1 BERRIASIANO-VALANGINIANO

Durante este período cesó la subsidencia en el Noreste de México y continuó la deposición de grandes cantidades de material terrígeno y orgánico que conforman las margas y areniscas de la Formación La Casita en áreas marinas en el Noreste de México (Figura 1). Esta deposición persistió más allá del margen sur de la Península de Coahuila hasta el Hauteriviano (Wilson y Piali, 1977). En diversas áreas el contacto entre La Casita y Taraises parece ser transicional. Sin embargo en ciertos lugares no ha sido encontrada fauna del Berriasiano por lo cual puede existir una disconformidad (De Cserna, 1970).

Es muy probable que la actividad tectónica de la parte sur de la Península de Coahuila llevó a la deposición de las areniscas de Formación La Casita.

2.1.2 HAUTERIVIANO

Cerca del poblado de Galeana, Nuevo León, se presentó una gruesa unidad de areniscas dentro de la Formación Taraises. Humphrey y Díaz (1956) nombraron a esta unidad “Formación Galeana”. El origen de estas areniscas es difícil de explicar debido a que no se extienden lateralmente y se encuentran en contacto con los carbonatos y lutitas

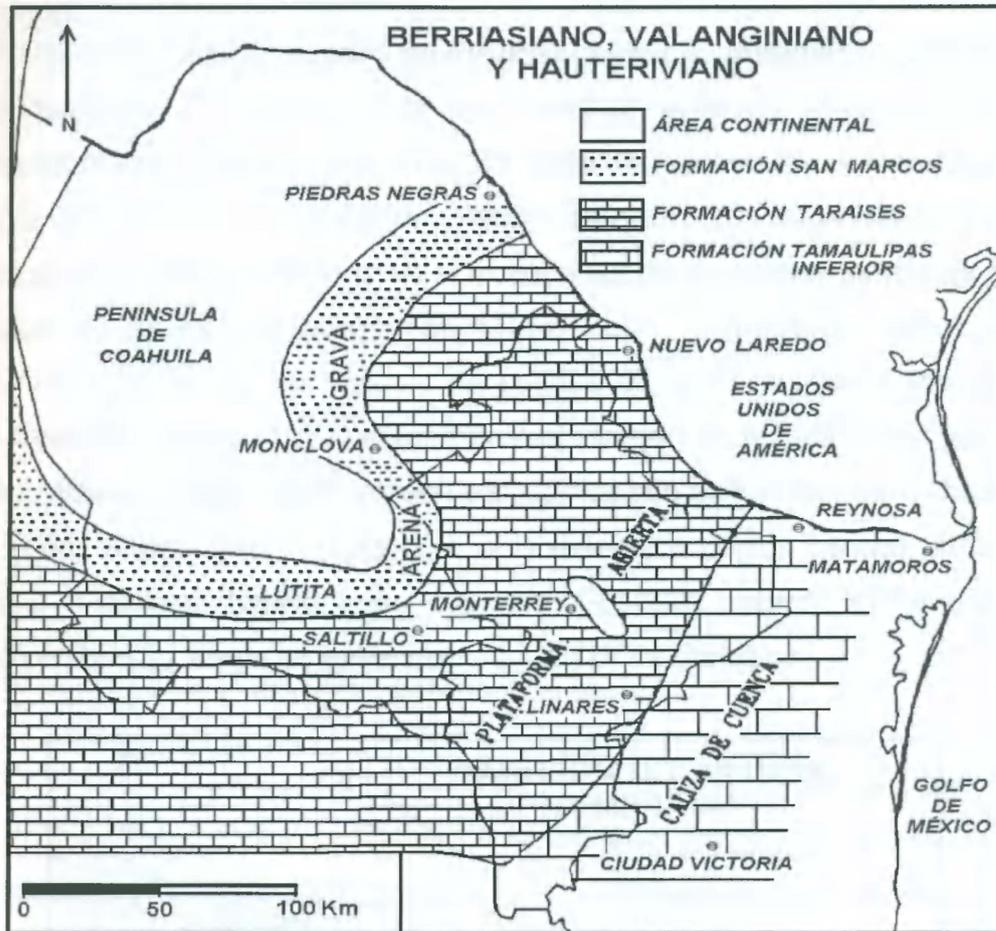


Figura 1. Paleogeografía del Noreste de México durante el Berriasiano, Valanginiano y Hauteriviano (Modificado de Smith, 1981).

característicos de la Formación Taraises.

Es posible que estas areniscas se formaran a partir de un canal submarino (Padilla y Sánchez, 1982).

2.1.3 BARREMIANO

A inicios de este, carbonatos de aguas someras de la Formación Cupido comenzaron a depositarse desde el suroeste de Saltillo (Wilson y Piali, 1977; Wilson, 1981), hacia todo el norte de Nuevo León (Charleston, 1974) hasta el norte de Texas (Formación Sligo). Hacia la línea de costa las calizas de la Formación Tamaulipas se fueron acumulando. En virtud de una rápida producción de carbonatos, el margen marino de los ambientes de aguas someras progradaron hacia el este durante el Barremiano.

Al final de este piso, bancos orgánicos y arrecifes se desarrollaron a lo largo del margen abierto de ambientes de aguas más profundas hacia el este. Hacia el oeste se depositaron calizas propias de un ambiente del Interior de la Plataforma (Smith, 1981).

2.1.4 APTIANO

La Plataforma Cupido alcanzó su máximo desarrollo durante la parte temprana del Aptiano (Bedouliano). El margen de la plataforma se extendió desde el sur de Laredo, Texas hasta Monterrey, Nuevo León. El tercio oeste de Nuevo León y todo Coahuila fueron cubiertos por calizas de una plataforma interior con excepción de la isla de Coahuila, que permaneció como un alto estructural en el margen sur de la antigua península (Charleston, 1974). Todas las áreas del margen en Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí y Zacatecas fueron cubiertas por calizas de cuenca de la Formación Tamaulipas Inferior (Figura 2). Conklin y Moore (1977) extendieron el margen de la plataforma hasta Galeana, Nuevo León. Wilson y Pialli (1977) extendieron el margen desde Monterrey hasta Galeana, en Nuevo León. Wilson (1981) propuso que la extensión de los bancos de la Formación Cupido hasta Galeana, Nuevo León y Saltillo, Coahuila ocurren a manera de bancos aislados; sin embargo, estos se extienden más al sur de Galeana.

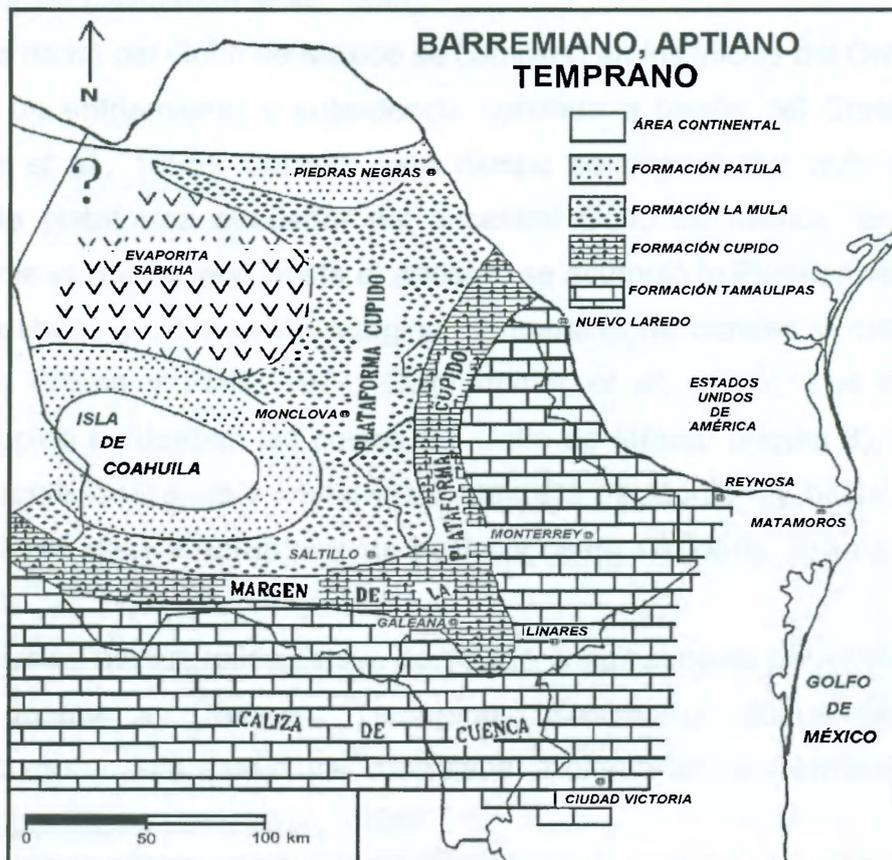


Figura 2. Paleogeografía del Noreste de México del Barremiano al Aptiano Temprano. En el Golfo de Sabinas se acumularon depósitos de lutitas y calizas y hacia el oeste de Monclova se desarrolló un amplio cinturón arrecifal (Modificado de Smith, 1981).

2.2 GEOLÓGIA HISTÓRICA DEL NORESTE DE MÉXICO

La historia geológica del Noreste de México está directamente ligada a la geodinámica de la placa de Norteamérica, la evolución de Mesoamérica y la región del Golfo de México y el Caribe (Longoria, 1998).

Los estratos del Cretácico están espectacularmente plegados formando las estructuras apretadas de la Sierra Madre Oriental, como resultado de la orogenia Laramídica (Padilla y Sánchez, 1978; Wilson, 1999).

En la provincia del Golfo de México, la evolución tectónica estuvo dominada por el desarrollo de un margen pasivo asociado con la apertura del Golfo de México, sobreimpresa por los efectos no ígneos de la orogenia Laramídica (Goldhammer, 1999). La evolución estratigráfica estuvo dominada principalmente por el nivel eustático y la subsidencia durante el Cretácico Temprano, mientras el bloque de Coahuila que permanecía como un alto estructural controlaba la orientación del arrecife marginal de la Formación Cupido (Lehman *et al.*, 1999).

La fase de rift del Golfo de México se completó en los inicios del Cretácico, cayendo la región en un enfriamiento y subsidencia continua a través del Cretácico Temprano (Goldhammer *et al.*, 1995). Durante este tiempo se depositaron más de 2,000 m de carbonatos de plataforma alrededor del ancestral Golfo de México. En el Noreste de México, durante el Barremiano hasta el Aptiano, se acumuló la Plataforma Cupido entre el bloque de Coahuila y un arrecife marginal compuesto de corales y rudistas (Conklin y Moore, 1977; Wilson y Pialli, 1977; Goldhammer *et al.*, 1995). Los márgenes de la Formación Cupido bordeaban las costas del Golfo de México (Figura 3), desde el sur de Louisiana a través de Texas y hasta el sur más allá de Monterrey hacia la Sierra Madre Oriental donde se desvía abruptamente hacia el oeste en forma de una "pata de perro" (Wilson, 1990).

La evolución estratigráfica estuvo dominada principalmente por el nivel eustático y la subsidencia durante el Cretácico Temprano, mientras el bloque de Coahuila que permanecía como un alto estructural controlaba la orientación del arrecife marginal de la Formación Cupido (Lehman *et al.*, 1999).

Figura 3. Mapa Tectónico del Noreste de México, mostrando las plataformas marginales del Cretácico Temprano (Modificado de Lehmann, 1995).

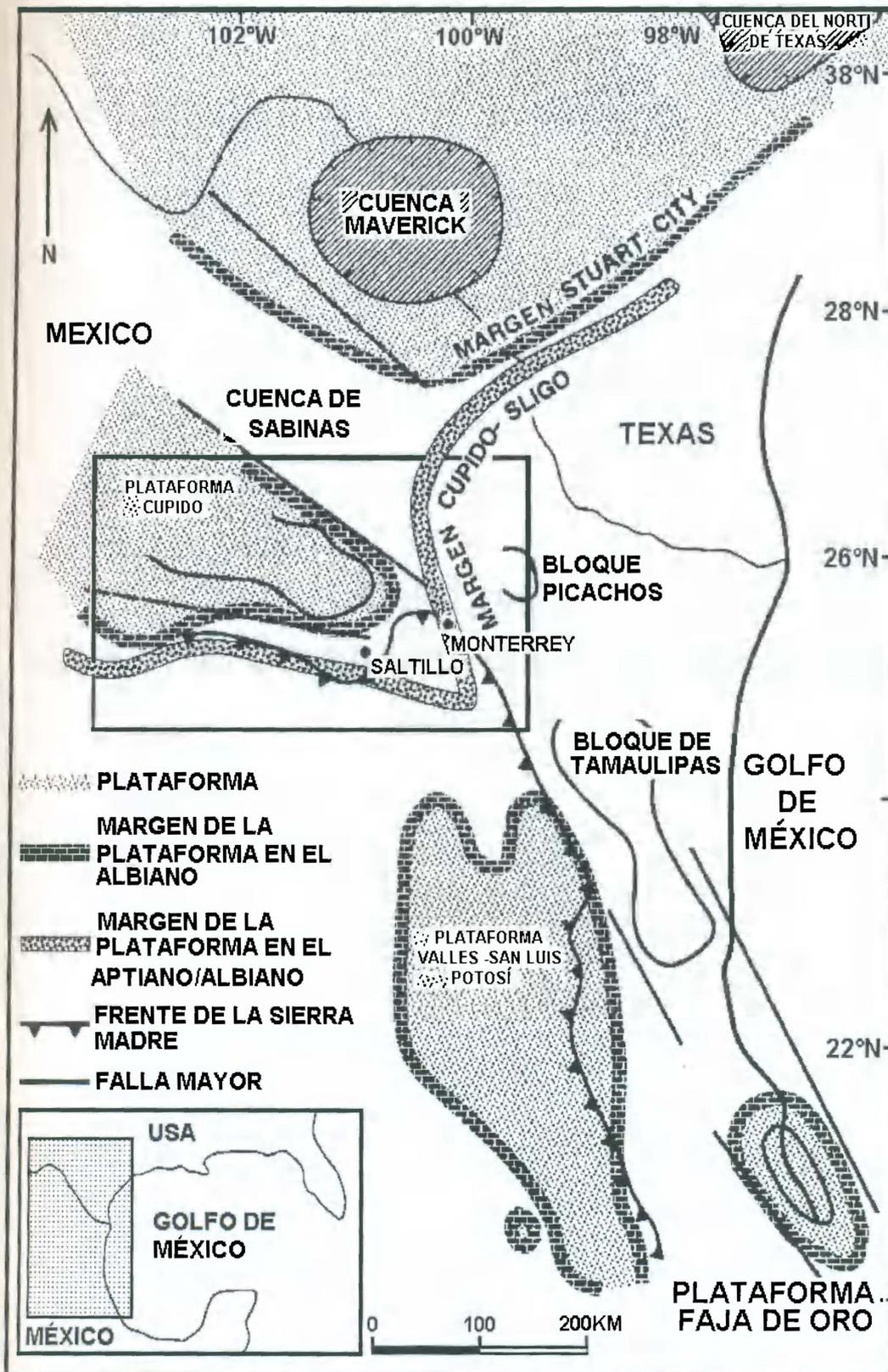


Figura 3. Mapa Tectónico del Noreste de México, mostrando las plataformas calcáreas del Cretácico Temprano (Modificado de Lehmann, 1998).

1.1 LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO AL CERRO DE LABRADORES, GALEANA, N.L.

El municipio de Galeana se ubica en la parte central del Estado de Nuevo León, limita al Norte con Rayones y con el Estado de Coahuila; al Sur con Aramberm y Doctor Arroyo; al Este con Rayones, Montemorelos, Linares e Iturbide y al Oeste con los Estados de Coahuila y San Luis Potosí.

Las vías de acceso a la cabecera municipal de Galeana son por la carretera federal de Linares a San Roberto, la cual se desvía a la altura del kilómetro 64 en la zona "Y de Abajo", desde donde se recorren aproximadamente 10 km por una estrecha vía de pavimento (Figura 4). Otro acceso es por el norte a través de un camino de tierra que une a Galeana y Rayones pero que dada sus condiciones no es muy adecuada.

CAPÍTULO 3 ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

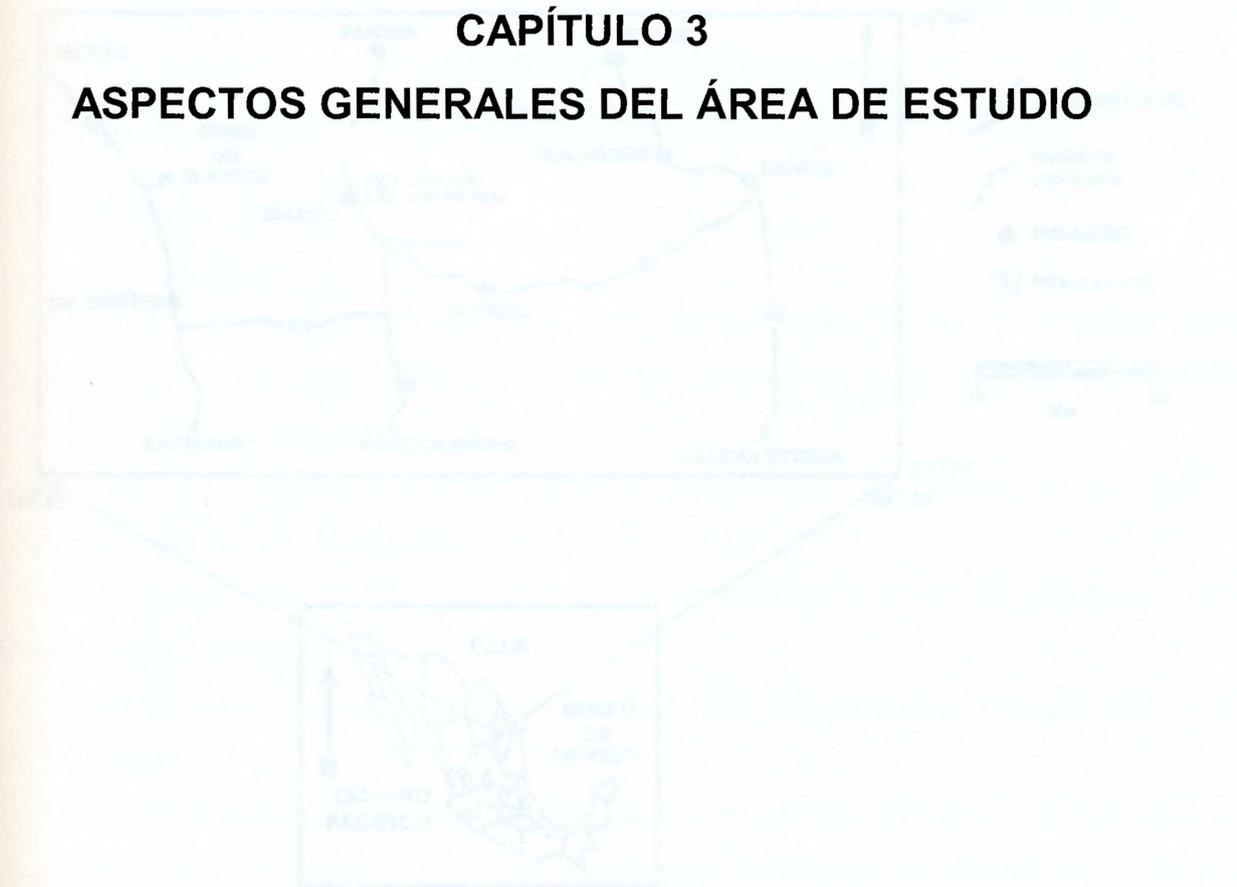


Figura 4. Localización y vías de acceso al área de Galeana, Nuevo León (Modificado de Galeana, 1991).

3.1 LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO AL CERRO DE LABRADORES, GALEANA, N. L.

El municipio de Galeana se ubica en la parte central del Estado de Nuevo León, limita al Norte con Rayones y con el Estado de Coahuila; al Sur con Aramberri y Doctor Arroyo; al Este con Rayones, Montemorelos, Linares e Iturbide y al Oeste con los Estados de Coahuila y San Luis Potosí.

Las vías de acceso a la cabecera municipal de Galeana son por la carretera federal 60, que va de Linares a San Roberto, la cual se desvía a la altura del kilómetro 64 en la llamada "Y de Abajo", desde donde se recorren aproximadamente 10 km por una estrecha carretera de pavimento (Figura 4). Otro acceso es por el norte a través de un camino de terracería que une a Galeana y Rayones pero que dadas sus condiciones no es muy transitado.

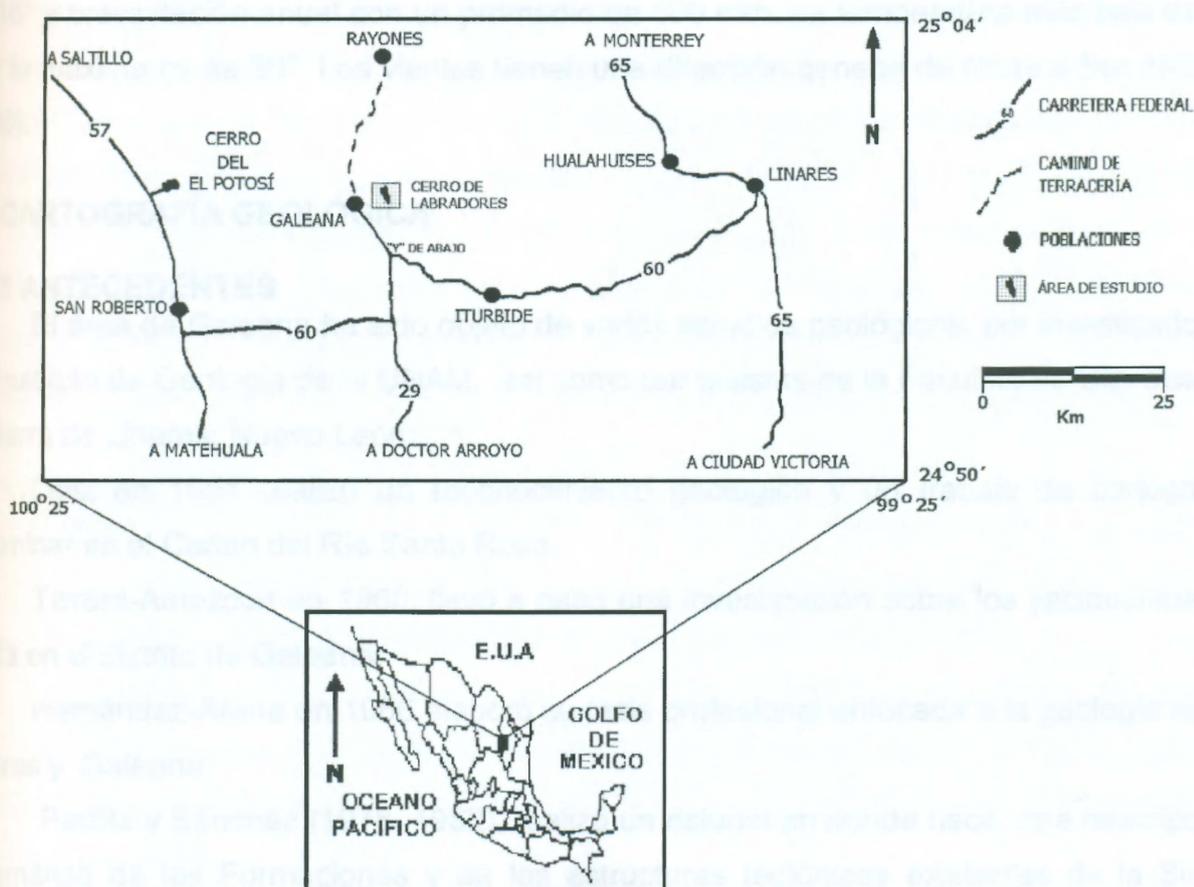


Figura 4. Localización y vías de acceso al área de Galeana, Nuevo León (Modificado de De León, 1991).

3.2 VEGETACIÓN

La vegetación es del tipo matorral submontano (INEGI, 1986), en el cual predominan plantas xerófitas adaptadas a condiciones semidesérticas o de baja precipitación. Por lo general este tipo de plantas son de tipo agreste, con gran cantidad de espinas para su defensa, lo que ocasiona que el avance por caminamiento en este terreno se dificulte al grado de ser imposible en algunas cañadas. Entre las especies vegetales destacan por su presencia las cactáceas tales como el nopal (*Opuntia* sp.), biznagas (*Equinocactus* sp.; *Mamillaria* sp.; *Coriphanta* sp.), tasajillo (*Opuntia leptocaulis*); mezquites (*Prosopis vulgaris*); palmas (*Yucca* sp.); entre otras.

3.3 CLIMA

El clima es del tipo semiárido con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 16° y precipitación anual con un promedio de 500 mm. La temperatura más baja es de 1° y la máxima es de 30°. Los vientos tienen una dirección general de Norte a Sur (INEGI, 1986).

3.4 CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

3.4.1 ANTECEDENTES

El área de Galeana ha sido objeto de varios estudios geológicos, por investigadores del Instituto de Geología de la UNAM, así como por tesis de la Facultad de Ciencias de la Tierra de Linares, Nuevo León.

Díaz en 1951 realizó un reconocimiento geológico y un trabajo de cartografía preliminar en el Cañón del Río Santa Rosa.

Tavera-Amezcuza en 1960, llevó a cabo una investigación sobre los yacimientos de barita en el distrito de Galeana.

Hernández-Arana en 1966 elaboró su tesis profesional enfocada a la geología entre Linares y Galeana.

Padilla y Sánchez (1978, 1982), realizó un estudio en donde hace una descripción sistemática de las Formaciones y de las estructuras tectónicas existentes de la Sierra Madre Oriental. Dicha investigación cubre una extensión de aproximadamente 3,500 km², utilizando para ello fotografías aéreas de escala 1:50,000 y cuyas interpretaciones y datos de campo se registran en un mapa de escala 1:100,000 sobre la evolución geológica de la Sierra Madre Oriental entre Linares, Nuevo León, Concepción del Oro, Zacatecas, Saltillo, Coahuila y Monterrey, Nuevo León.

Moor (1980) realizó su tesis de Maestría en la que describe a las unidades cartografiadas y propone un alto paleogeográfico en el basamento, denominado "Galeana Platform". Elaboró un perfil que incluye a la Sierra de Viborillas y al Cerro de Labradores al cual denomina Anticlinal El Labrador. Con respecto a la Formación Cupido, menciona sus características litológicas y cita las facies para esta Formación, determinadas con anterioridad por Conklin y Moore (1977).

Johnson (1984) realizó su trabajo de tesis enfocado a las facies lagunares de las Formaciones Cupido y el Abra. Reportó para la zona la presencia de *Requienia patagiata* y *Monopleura* sp.

Michalzik (1986a, 1987b, 1988), realizó investigaciones que incluyen al área de Galeana, en las que propone un modelo de facies y paleogeografía del Triásico al Cretácico Inferior.

Götte (1988), publicó un artículo titulado: "Estudio Geológico - Estructural de Galeana, Nuevo León (México) y sus alrededores", en el que abarca el área del presente estudio y en el que la descripción de las unidades está enfocado a la Formación "Minas Viejas" y en la geología estructural del terreno.

Por otro lado, estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Tierra de la UANL han elaborado sus tesis de Licenciatura en el municipio de Galeana, entre otros: Barrera Navarro (1991), De León Gutiérrez (1991), Lara Tristán (1991) y López Doncel (1990), referentes al carácter estructural de esta parte de la Sierra Madre Oriental.

3.4.2 Generalidades del Área

El área de trabajo está representada por el flanco noreste y parte superior del anticlinal de Labradores o Cerro de Labradores, con pendientes que van desde los 60° a taludes verticales y altitudes desde los 1, 800 msnm hasta los 2, 500 msnm.

La zona cartografiada cubre una extensión aproximada de 6 km² y se ubica al este de la cabecera municipal de Galeana en la parte septentrional del Cerro de Labradores, dentro de los cuadrantes (391000 m, 394000 m) E y (2746000m, 2750000 m) N coordenadas UTM.

La Formación Taraises está presente en el área de estudio en su miembro de areniscas que afloran en cañadas formadas a la vera de los escurrimientos. Los bancos calizos compuestos predominantemente de rudistas representan los taludes verticales que enmarcan de forma notoria la fisonomía del anticlinal, en ellos no se observa estratificación sino más bien se comportan como un bloque independiente, inmerso en los estratos

calizos de la Formación Cupido. De tal manera que no se pudieron realizar mediciones de su rumbo y buzamiento y sólo se realizó una delimitación de los bancos de rudistas siguiendo en lo posible los bordes por caminamiento.

La cobertura cuaternaria esta representada por terrazas de hasta 10 metros de espesor que flanquean las cañadas. En las crestas y zonas llanas de las partes bajas del Cerro de Labradores es clara la formación de costras de caliche, que en ocasiones forman brechas cuaternarias al combinarse con los escombros calizos.

3.4.3 Estratigrafía

A pesar de que en el levantamiento cartográfico se representan tanto a la Formación Taraises con su unidad de areniscas como a la Formación Cupido, sólo se trabajó con los estratos calizos de esta última delimitando el área de su facies "arrecifal" dentro de la no arrecifal (Figura 5).

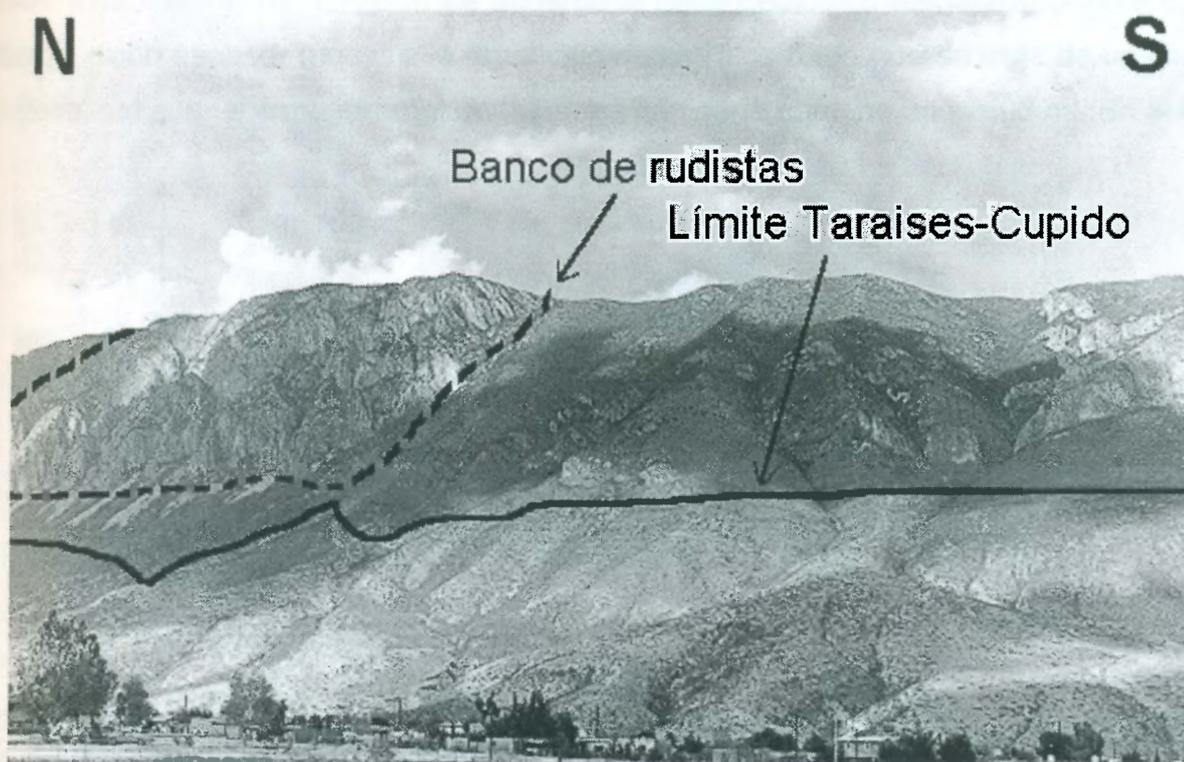


Figura 5. La línea continua marca el límite entre las Formaciones Taraises – Cupido. La línea discontinua enmarca el área del banco de rudistas en el flanco noreste del Cerro de Labradores.

La Formación Cupido fue definida por Imlay (1937) en la pared norte del Cañón del Mimbres, en la parte central de la Sierra de Parras, Coahuila, donde consiste de 300 m de

caliza gris de estratificación gruesa y media, sin fósiles. A la Formación Cupido se le asigna una edad del Hauteriviano al Aptiano Medio (Wilson, 1975).

La facies arrecifal de la Formación Cupido en el Cerro de Labradores no corresponde plenamente a la descrita por Conklin y Moore (1977), ya que no fueron observadas las calizas masivas de rudistas, representando construcciones orgánicas o arrecifes, por el contrario se observaron calizas de gran espesor con gran contenido de conchas de rudistas sin ordenamiento preferencial, no tabulares o acumulados geométricamente, lo cual corresponde más a la descripción de un banco de rudistas (Kauffman y Sohl, 1974).

3.4.4 PERFIL LITOLÓGICO

El levantamiento se llevó a cabo en los estratos calizos de la Formación Cupido que afloran ampliamente en el Cerro de Labradores (ver mapa en anexo 1), teniendo un espesor total medido de 1 120 m de acuerdo al perfil geológico elaborado (Figura 6), sin embargo, dicho espesor muestra la repetición de estratos dado que se trata de un pliegue recostado, así que el espesor real de la Formación sería cercano a los 500 m. En el lugar

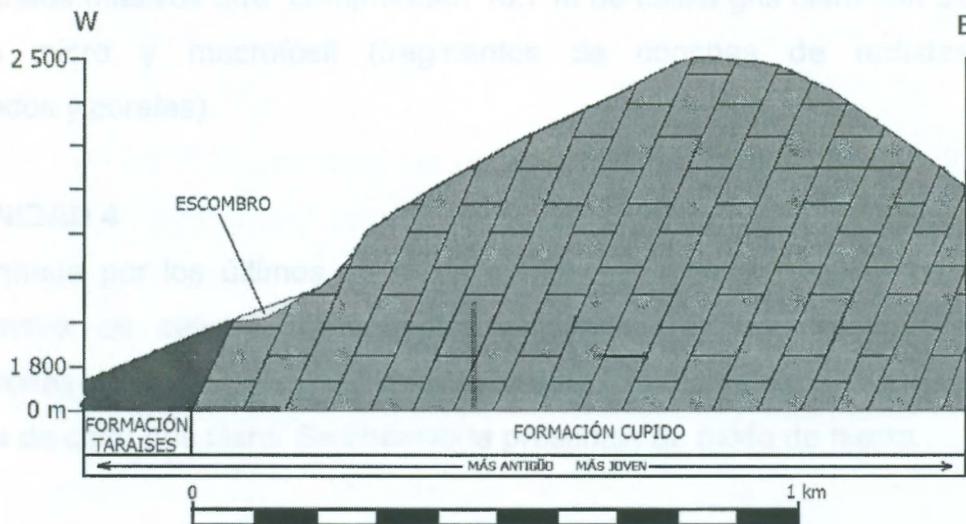


Figura 6. Perfil geológico de la formación Cupido en el Cerro de Labradores.

de muestreo las capas de esta Formación descansan de forma discordante sobre los estratos del miembro de areniscas de la Formación Taraises (Götte, 1988).

La Formación Cupido en la localidad presenta una elevada pendiente que va de los 60° a los 90°, lo que dificultó levantar una columna litoestratigráfica completa. Se tomaron muestras desde la parte basal de la Formación hasta donde sus estratos presentan buzamientos verticales.

La columna está compuesta por 30 muestras tomadas a 1.5 m de distancia entre ellas. Los estratos muestreados van desde los 60 cm a los 3 m de espesor. Presentan un color gris claro, óxido en inclusiones milimétricas, diaclasamiento, estilolitas, huellas de "karren" y contenido fósil en su mayoría. No se observó la presencia de pedernal reportado para la Formación por Padilla y Sánchez (1978, 1982).

3.4.4.1 UNIDAD 1

La parte basal del perfil es de 1.4 m de espesor, lo comprenden 2 estratos calizo-arcillosos, de laminación delgada, color gris verdoso, con inclusiones de óxido de hierro y microfósiles.

3.4.4.2 UNIDAD 2

Comprende los siguientes 20 m que corresponden a estratos calizos de color gris claro, potencia media, con óxido de hierro y contenido microfósil.

3.4.4.3 UNIDAD 3

Estratos masivos que comprenden 10.7 m de caliza gris claro con óxido de hierro y contenido micro y macrofósil (fragmentos de conchas de rudistas requiénidos, gasterópodos y corales).

3.4.4.4 UNIDAD 4

Formada por los últimos 18 m del perfil. Son calizas masivas cubiertas por una gruesa costra de caliche. Compuestas principalmente de detritos de conchas en acumulaciones de color oscuro y formadas por rudistas, corales, algas, gasterópodos, en una matriz de color gris claro. Se observó la presencia de óxido de hierro.

3.5 Geología Estructural del Área

El anticlinal de Labradores (Cerro de Labradores) es un pliegue recostado, la dirección de su eje NW-SE ha sido descrita y representada en diversos trabajos realizados en la misma zona (Padilla y Sánchez, 1978 y 1982, Götte, 1988, etc.), su vergencia es en dirección NE.

Los estratos calizos de la Formación Cupido en el flanco noreste presentan un rumbo y buzamiento preferencial de 162/70 SW y paredes verticales en los bancos de rudistas, de los cuales se han formado grandes depósitos de escombros que ocultan el

contacto geológico en el extremo noroeste entre la Formación Taraises en su miembro de areniscas y la parte basal de la Formación Cupido, por lo que en dicha zona fue inferido el contacto en base al rumbo de los estratos de ambas Formaciones.

Para observar el comportamiento tectónico de los estratos de la Formación Cupido fueron tomadas las orientaciones de 100 mediciones de diaclasas presentes en ellos obteniéndose los valores que se ilustran en el diagrama de densidad incluido en la cartografía del anexo 1. Para observar las orientaciones preferenciales de las diaclasas en relación a la estratificación se utilizó el programa informático para geología estructural denominado Stereo Nett Versión 2.4.

A partir de los valores preferenciales de las diaclasas que fueron 80/68 SE y 111/67 SW, se pueden identificar dos sistemas de fracturas, uno de tipo ac perpendiculares a las dirección preferencial de los estratos y otro de tipo hk0 diagonales a los mismos (Hancock, 1985).

Se pueden apreciar claramente en el perfil levantado 4 "unidades" o cambios, en la potencia de los estratos, textura y la ausencia o presencia de contenido macrofósil (Figura 7). Por conveniencia en la descripción de las facies derivadas del mismo se utilizaron las siguientes unidades:

3.6 MICROFACIES

A partir de las muestras tomadas se prepararon un total de 30 secciones delgadas. Estas muestras en su mayoría poseen una matriz micrítica, con un variado contenido en componentes de acuerdo a su ambiente deposicional.

Las texturas van desde "mudstone" hasta "boundstone-bafflestone" de acuerdo a la clasificación para rocas calcáreas propuesta por Dunham (1962). Los abruptos cambios de facies son un reflejo de las condiciones cambiantes del margen de la plataforma, el cual progredaba rápidamente hacia mar abierto.

De acuerdo a la clasificación propuesta por Folk (1962) las texturas abarcan desde "micritas fosilíferas" hasta "bioesparitas pobremente lavadas".

3.7 ANÁLISIS MICROFACIALES

La interpretación de microfacies se basó en la información descrita por Wilson (1975) para las distintas zonas de depósito de una plataforma carbonatada.

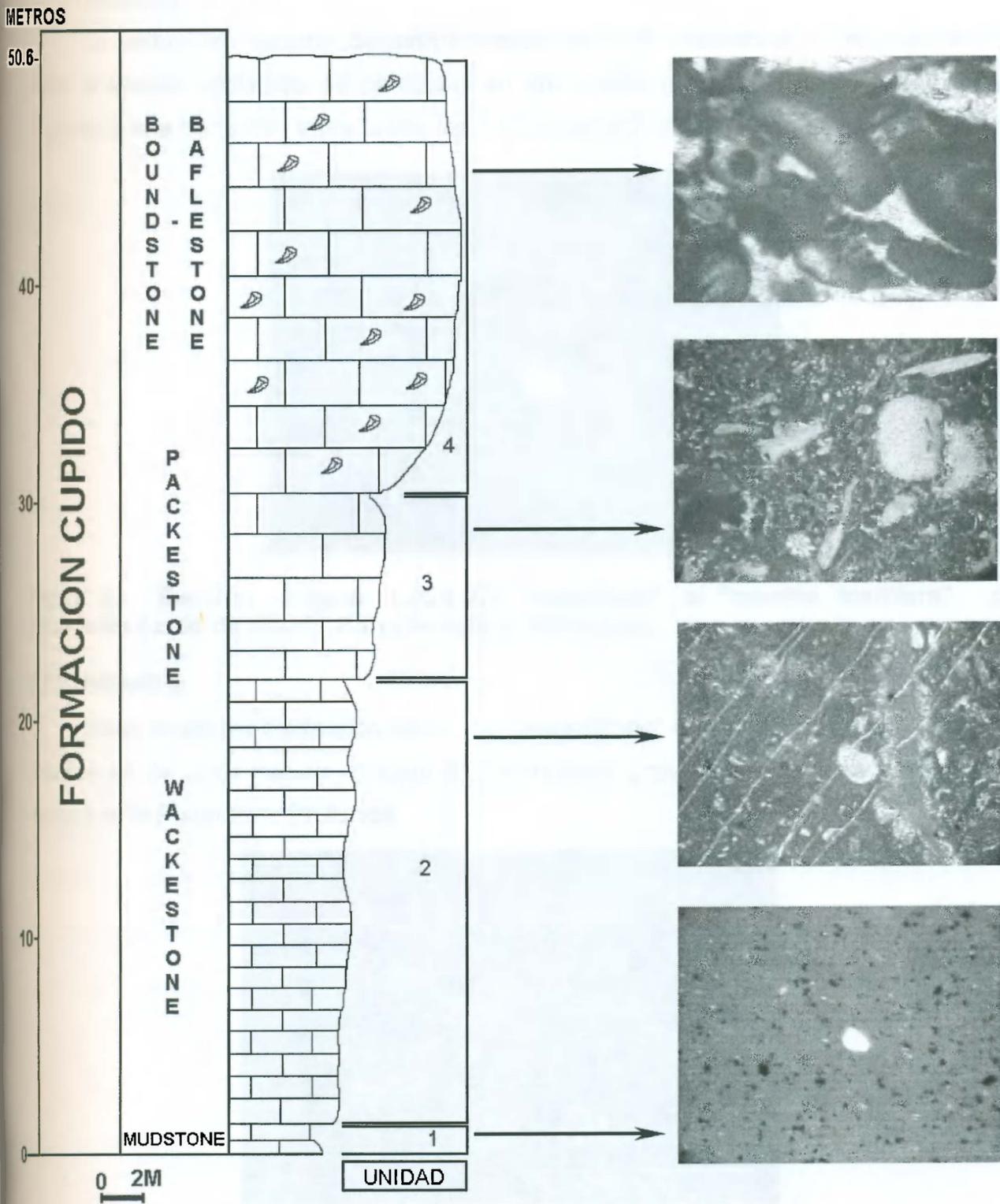


Figura 7. Columna litoestratigráfica de la Formación Cupido en el Cerro Labradores, Municipio de Galeana, Nuevo León.

3.7.1 UNIDAD 1

Su textura en sección delgada corresponde a un “mudstone” o “micrita fosilífera” dado el escaso contenido de partículas en una matriz micrítica (Figura 8). La muestra representa una transición entre las facies 1 (Cuenca) y 2 (Plataforma Profunda).

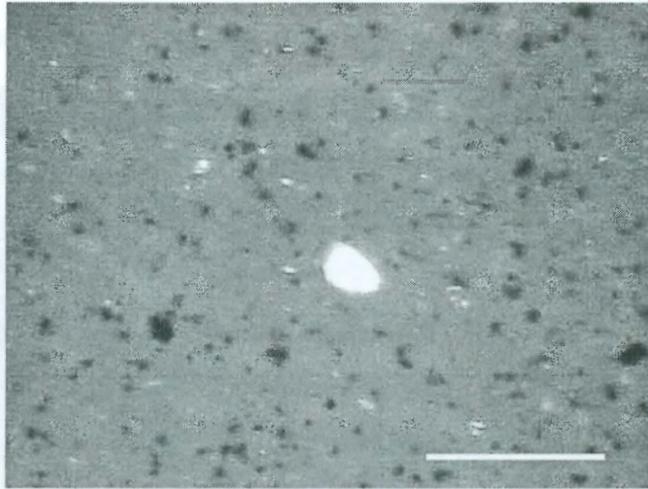


Figura 8. Sección delgada LJCu-27, “mudstone” o “micrita fosilífera” con abundante óxido de hierro. Barra escala = 160 micras.

3.7.2 UNIDAD 2

Estas muestras corresponden a un “wackestone” o “biomicrita aislada”, la matriz micrítica es de color oscuro (Figura 9). La muestra proviene de la zona de facies 3 o margen de la Plataforma Profunda.

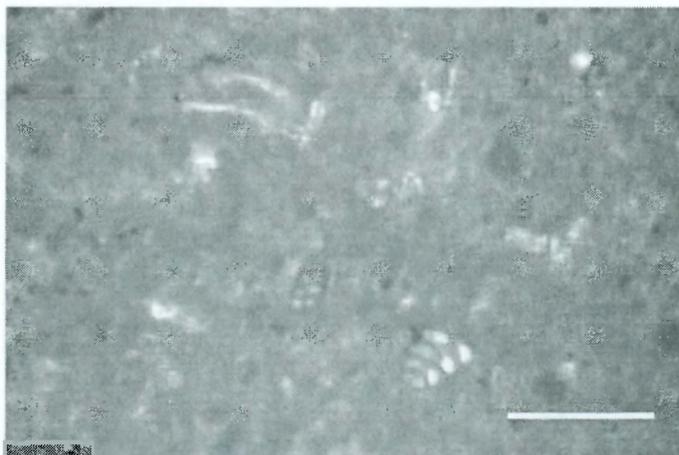


Figura 9. Sección delgada LJCu-29, “wackestone” o “biomicrita aislada” con presencia de foraminíferos biseriados y gran cantidad de pelets. Barra escala = 160 micras.

3.7.3 UNIDAD 3

Esta unidad está conformada por calizas de tipo “packstone” o “biomicrita empaquetada” con un elevado contenido de detritos provenientes de la parte del banco de rudistas, así como algunos componentes originales de la Zona de Talud de la Plataforma o zona de facies 4 (Figura 10).

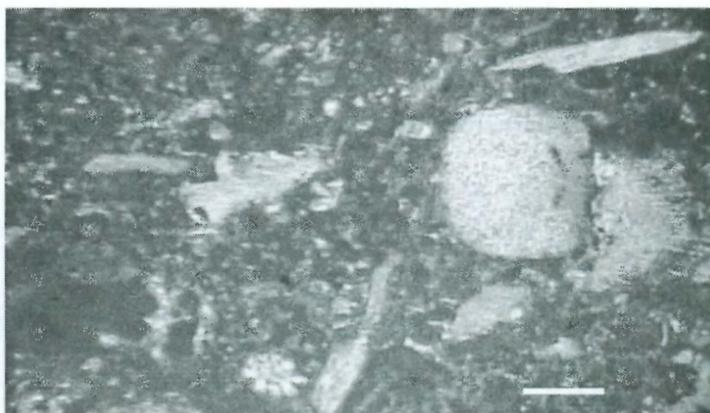


Figura 10. Sección LJCu-49, “packstone” o “biomicrita empaquetada” con presencia de espículas de esponjas, fragmentos de conchas y algas. Barra escala = 160 micras.

3.7.4 UNIDAD 4

Las muestras de esta unidad contienen organismos depositados muy cerca de su lugar de desarrollo, así como detritos de los mismos con señales de poco transporte. Se clasifican como “boundstone – bafflestone” o “bioesparita pobremente lavada” y corresponden a una zona de facies 5 o de Arrecife Marginal (Figura 11).

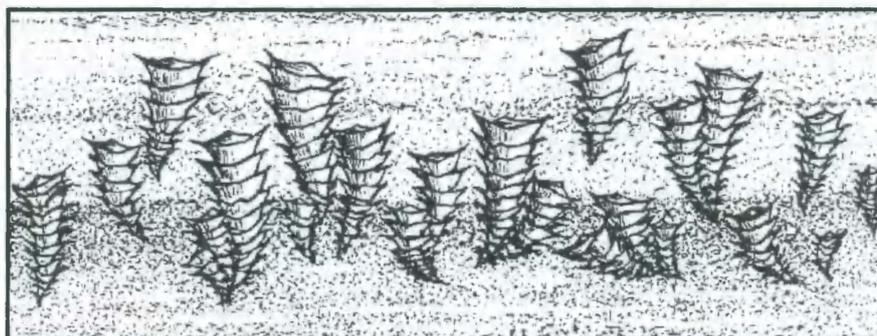


Figura 11. Sección LJCu-56, “boundstone - bafflestone” o “bioesparita pobremente lavada”, se aprecian fragmentos grandes de conchas y corales. Barra escala = 160 micras.

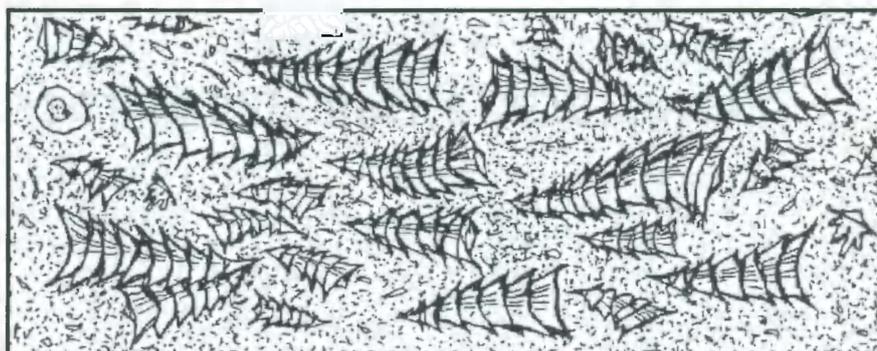
3.7.5 CLASIFICACION EN BASE A LAS FACIES DE RUDISTAS DE CESTARI Y SARTORIO (1995).

De acuerdo a estas facies especiales para sedimentos con rudistas (Figura 12), las muestras tomadas del Cerro de Labradores se clasifican como facies de rudistas B a C (FRB y FRC), donde los organismos no están en posición de crecimiento ni en su lugar original de depósito, y las conchas están separadas en valvas individuales completas o rotas.

**Facies de Rudistas A:
FRA**



**Facies de Rudistas B:
FRB.**



**Facies de Rudistas C:
FRC.**



Figura 12. Facies de rudistas según su conservación y posición en los sedimentos (Tomado de Cestari y Sartorio, 1995).

ALRUDISTAS (BIVALVIA HIPPURITACEA)

Los rudistas constituyen un grupo extinto de animales marinos que existieron durante un lapso de 100 millones de años (Jones y Nick, 1986) desde el Jurásico Tardío hasta el final del Cretácico en el Dominio del Terciario (Moussige de Philip, 1982). Este se extendía en una franja circum-ecuatorial dentro de la que quedaban comprendidas las zonas tropical y subtropical del globo (Kauffman, 1973; Philip, 1982; Sen, 1987). Presentan formas tan extrañas y sus relaciones con otros organismos son tan poco evidentes que en el pasado fueron considerados como braquiópodos, corales, liliáceos, bivalvos, naupliados, cefalópodos, etc.

Los rudistas llamaron la atención de los naturalistas antiguos por su morfología tan diferente a la de los animales actuales y por su tamaño, generalmente mayor al de otros bivalvos. Pictet de Lapourouse (1781) es de los primeros científicos que se ocuparon de ellos, ya que describió e ilustró conchas que eran conocidas como "cañones por la parte del lugar y otras que eran como "ostiones petrificados en forma de vaso" (Diphysculites), de las cuales fue el primero que los relacionó con bivalvos. Cuvier (1817) también sugirió

CAPÍTULO 4

ASPECTOS GENERALES DE RUDISTAS

la posible relación con este grupo de bivalvos. En 1819 Lamarck acuñó el término "rudistas" para designar a un grupo de conchas que parecen tener alguna semejanza con los ostiones, pero que se distinguen claramente de este grupo porque no tienen charnizo, ligamento, ni otras estructuras, ni alguna indicación de donde hayan estado situadas "estas estructuras". En 1828 Deshayes y Blainville (Deshayes, 1869, p. 11749) consideraron algunos géneros de rudistas como pertenecientes a una familia especial de polidiplomias, relacionadas con las charnizas actuales. Sin embargo, esta posición sistemática no fue aceptada y se les siguió confundiendo con otros grupos zoológicos.

En la segunda mitad del siglo XIX, cuando ya se reconocieron como moluscos bivalvos, varios paleontólogos franceses contribuyeron grandemente a su conocimiento, siendo Henri Douville el primero que debe mencionarse. Hasta la fecha es el más conocedor que ha aportado sobre el grupo en centenares de publicaciones y su obra sigue siendo vigente. Otros paleontólogos dignos de mencionar son Toucas, Leymerie, etc. Actualmente se cuenta con pocos especialistas en el mundo, cuando en consideración su enorme importancia estratigráfica y paleo-ecológica, lo que solamente se debe a su distribución geográfica restringida.

4.1 RUDISTAS (BIVALVIA-HIPPURITACEA)

Los rudistas constituyen un grupo extinto de animales marinos que existieron durante un lapso de 100 millones de años (Jones y Nicol, 1986) desde el Jurásico Tardío hasta el final del Cretácico en el Dominio del Tethys (Mesogea de Philip, 1982). Este se extendía en una franja circum-ecuatorial dentro de la que quedaban comprendidas las regiones tropical y subtropical del globo (Kauffman, 1973; Philip, 1982; Sohl, 1987). Presentan formas tan extrañas y sus relaciones con otros organismos son tan poco aparentes que en el pasado fueron considerados como braquiópodos, corales, tunicados, cirrípedos, cefalópodos, etc.

Los rudistas llamaron la atención de los naturalistas antiguos por su morfología tan diferente a la de los animales actuales y por su tamaño, generalmente mayor al de otros invertebrados. Picot de Lapeurouse (1781) es de los primeros científicos que se ocuparon de ellos, ya que describió e ilustró conchas que eran conocidas como cuernos por la gente del lugar y otras que eran como "ostiones petrificados en forma de vaso" (*Sphaerulites*), de manera que fue el primero que los relacionó con bivalvos. Cuvier (1817) también sugirió una posible relación con este grupo, sin dar razones convincentes. En 1819 Lamarck introdujo el término "Les rudistes" refiriéndose al aspecto pesado y brusco de "un grupo extraño de conchas que parecen tener alguna semejanza con los ostiones, pero que se distinguen claramente de este grupo porque no tienen charnela, ligamento, marcas musculares, ni alguna indicación de donde hayan estado situadas estas estructuras". En 1825 Deshayes y Blainville (Dechaseaux, 1969; p. N 749) consideraron algunos géneros de rudistas como pertenecientes a una familia especial de pelecípodos, relacionados con los chamaceos actuales. Sin embargo, esta posición sistemática no fue aceptada y se les siguió confundiendo con otros grupos zoológicos.

En la segunda mitad del siglo XIX, cuando ya se reconocieron como moluscos pelecípodos, varios paleontólogos franceses contribuyeron grandemente a su conocimiento, siendo Henri Douvillé el primero que debe mencionarse. Hasta la fecha es quien más conocimientos ha aportado sobre el grupo en centenares de publicaciones y su información aún es vigente. Otros paleontólogos dignos de mencionar son Toucas, Deshayes, Leymerie, etc. Actualmente se cuenta con pocos especialistas en el mundo, tomando en consideración su enorme importancia estratigráfica y paleo-ecológica, lo que posiblemente se debe a su distribución geográfica restringida.

4.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Los rudistas estaban confinados a las regiones tropical y subtropical del Cretácico. Su distribución determinada por factores climáticos y geográficos, incluye a regiones que quedan comprendidas en el Mar de Tethys. La Figura 13 muestra la faja o banda de máxima concentración de rudistas que incluye México, el sur de Texas, el Caribe, Portugal, España, Francia, el sur de Europa, el norte de África, Arabia, Turquía y Persia. De acuerdo con las reconstrucciones paleogeográficas del Cretácico, esta faja corresponde a la región tropical, con el paleo ecuador cretácico pasando aproximadamente por la parte media. Hacia el sur y norte de esta región los rudistas son muy escasos y desaparecen por completo en las latitudes más altas. El límite norte de rudistas solitarios de poquísimos registros corresponde al paralelo 50° N. En el Tíbet este límite está en los 30° N y en el Océano Indico en los 17° N (Sohl, 1987). El límite sur corresponde a la región ecuatorial actual, en el paralelo 30° Sur, con excepción de Perú, donde se encuentran los rudistas más sureños, así como en Borneo, en el Océano Indico (Chubb, 1971; Coates, 1973; Coogan, 1977).

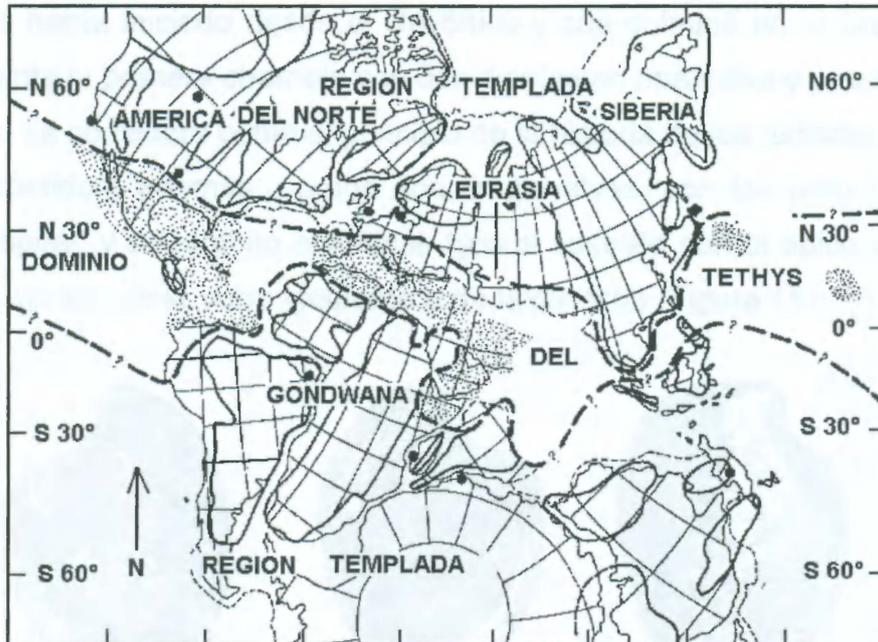


Figura 13. Las áreas punteadas muestran la distribución de bancos y arrecifes de rudistas durante el Cretácico en el Dominio del Tethys (Modificado de Coogan, 1977).

4.3 ORIGEN

Sin duda los ancestros de los rudistas fueron bivalvos de la familia extinta *Megalodontidae* que existieron desde el Silúrico al Cretácico Temprano (Figura 14) con los que comparten muchas características comunes (Douvillé, 1935; Dechaseaux, 1952, 1969; Kauffman y Sohl, 1979; Kauffman y Johnson, 1988). Vivieron en la misma región y ocuparon nichos ecológicos semejantes, consistentes en zonas protegidas lagunares, de mares someros cálidos, con fondos de sedimentos suaves. Las conchas son grandes, equivalvas, de pared gruesa, con charnelas masivas y dientes grandes poco numerosos, así como músculos poderosos, con una lámina interna para la inserción del músculo posterior, que también está presente en los rudistas dicerátidos. Los megalodóntidos experimentaron una evolución gradual, cuyos cambios casi imperceptibles se ilustran en *Megalodon* (*Megalodon*) del Devónico, *Megalodon* (*Neomegalodon*) del Triásico y *Protodicerias* del Cretácico Temprano. Estos cambios consisten en la reducción de algunos elementos posteriores de la charnela, aumento de tamaño, engrosamiento de las valvas y transición lenta del hábito infaunal a semi-infaunal y tal vez epifaunal en algunos géneros.

El surgimiento de *Dicerias*, por lo tanto, no fue repentino; resultó de una línea evolutiva que se había iniciado desde el Devónico y que culminó en el Cretácico Tardío, cuando se presenta la primera charnela con dos dientes en una valva y uno en la otra. Este avance evolutivo se considera como el principio de la historia de los rudistas. Estos difieren de los megalodóntidos, además, porque son inequivalvos, con los umbones alargados, enrollados en espiral, y con hábito epifaunal, fijos al sustrato con el ápice umbonal o con una cara lateral, ya sea de la valva izquierda o de la derecha (Figura 15).

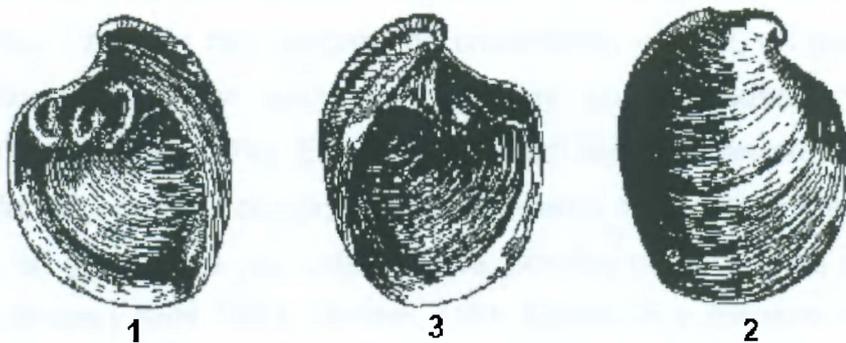


Figura 14. Familia *Megalodontidae*; 1) Valva derecha de *Megalodon* sp.; 2) Ambas valvas; 3) Valva izquierda de *Megalodon* (*Neomegalodon*) sp. (Tomado de Alencáster, 1990).

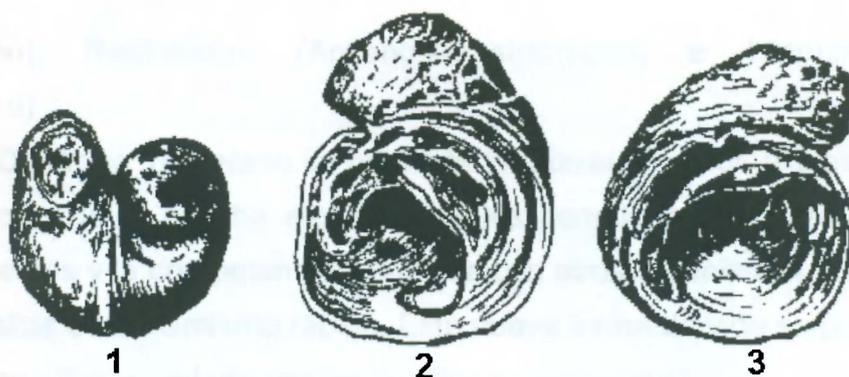


Figura 15. Familia Diceratidae; 1) *Diceras arietina* Lamarck, ambas valvas; 2) Valva derecha; 3) Valva izquierda (Tomado de Alencáster, 1990).

4.4 DIVERSIFICACIÓN

La evolución de los rudistas determinó la diversificación del grupo, que fue moderada desde el Jurásico Tardío al Cretácico Temprano y muy alta en el Cretácico "Medio". En el Cretácico Tardío, a pesar de que se registra el número más alto de extinciones genéricas de rudistas, es cuando se tiene mayor número de géneros (Jones y Nicol, 1986) y por lo tanto la diversificación alcanza su nivel más alto.

La Familia Diceratidae (Oxfordiano-Valangíniano) fue un grupo poco diferenciado, cuyas valvas se fijaron al sustrato, tanto con la valva izquierda como con la derecha, forma normal e inversa (Figura 16). Los géneros que se fijaron con la valva izquierda (forma normal), dieron origen a la Familia Requieridae (Tithoniano-Maastrichtiano), la cual no generó a ningún otro grupo. En general, las conchas son pequeñas (hay excepcionalmente conchas grandes), muy inequivalvas, con grandes umbones enrollados en espiral (espirogirados) y con ligamento externo aunque reducido. Continuaron siendo incrustantes, adheridas por medio de la cara anterior ancha y espirogirada de la valva fija, la mayor, a sedimentos duros. También hay conchas de crecimiento vertical, en forma de tirabuzón, que vivieron suspendidas en sedimentos suaves con abundante vegetación algal (Alencáster, 1973; Perkins, 1974). El hábitat principal consistió en ambientes marinos de laguna protegida, alejados del oleaje, en donde vivieron frecuentemente en comunidades sobrepobladas, en general de una sola especie. Son los componentes principales de los biostromas (Kauffman y Sohl, 1974; Skelton, 1985; Kauffman y Johnson, 1988).

Los géneros de dicerátidos que se fijaron con la valva derecha (forma inversa), originaron a la Familia Monopleuridae (Valangíniano-Maastrichtiano) y de ésta se desarrollaron las Familias Caprotinidae (Barremiano-Turoniano), Caprinidae (Hauteriviano-

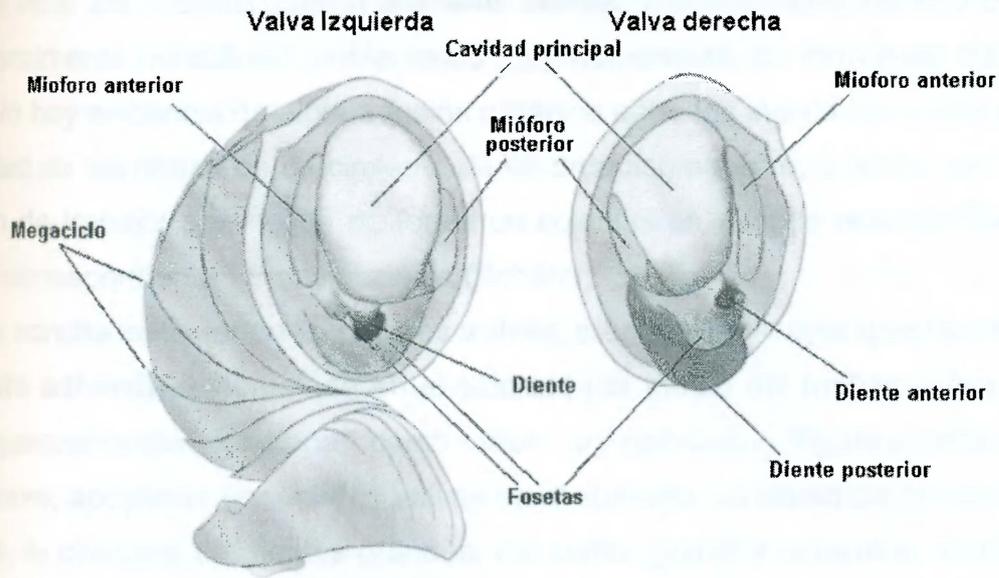
Maastrichtiano), Radiolitidae (Aptiano-Maastrichtiano) e Hippuritidae (Turoniano-Maastrichtiano).

En el Cretácico Temprano se presenta una diversificación explosiva de los rudistas, con la aparición de la concha elevada que les permite por primera vez la invasión de nuevos ambientes y la competencia ventajosa con otros organismos arrecifales, por medio de conchas altas de crecimiento rápido. Esta nueva forma de vida se presenta en la familia Monopleuridae y fue heredada por las familias subsecuentes.

La adquisición del crecimiento desenrollado de la concha ocurre aproximadamente de manera simultánea a la invaginación del ligamento, que se vuelve interno y se reduce a una pequeña cuerda que une las dos valvas y en muchos casos llega a desaparecer. Skelton (1978, 1985) postula que la invaginación del ligamento permitió que el crecimiento marginal de la concha se efectuara uniformemente alrededor de la comisura, en tanto que en los dicerátidos y también en los requiénidos el ligamento externo impidió que se depositara secreción calcárea en los sitios ocupados por éste, efectuándose una rotación tangencial de los incrementos sucesivos de la concha, que dio por resultado la forma espirogirada de los umbones. Al final del Cretácico Temprano, la radiación evolutiva que perdura y se intensifica en el Cretácico "Medio", se manifiesta por la aparición de numerosos taxa nuevos con cambios morfológicos y fisiológicos notables que los capacitaron para invadir nuevos ambientes.

Fig. 1A. Morfología de rudistas (Modificado de Cestari y Sanjoro, 1985).

FORMA NORMAL



FORMA INVERSA

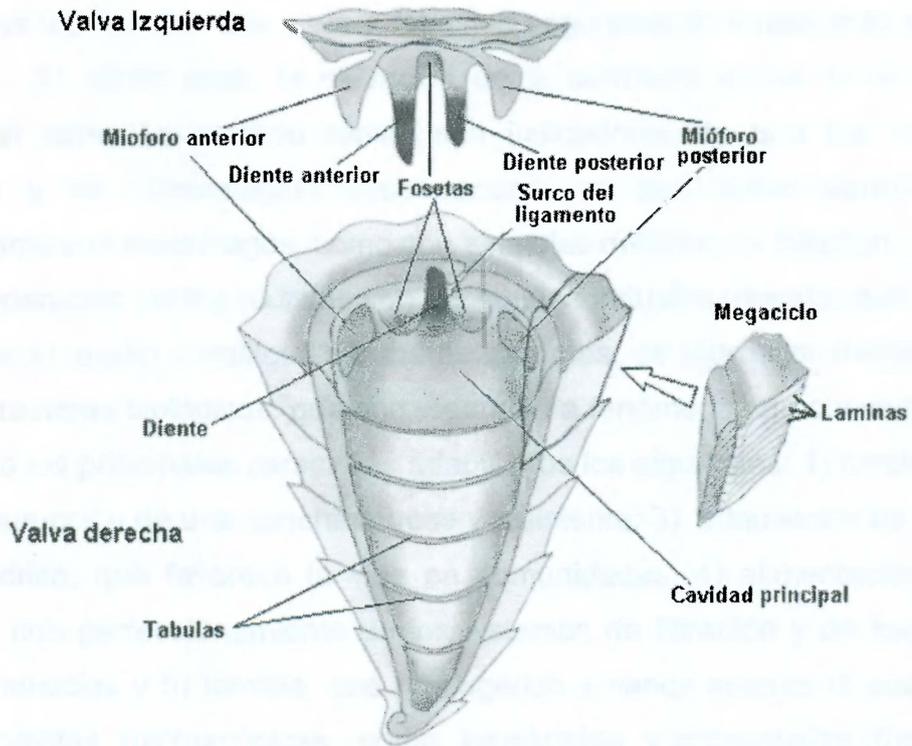


Figura 16. Morfología de rudistas (Modificado de Cestari y Sartorio, 1995).

4.5 PALEOECOLOGÍA

En vida, los rudistas fueron animales sésiles, epibentónicos, de hábitos gregarios, que generalmente constituían poblaciones muy numerosas, de individuos estrechamente unidos. No hay evidencia de alguna fusión orgánica entre los individuos, como por ejemplo, continuidad de las líneas de crecimiento de un organismo a otro, o tejido orgánico común, o división de trabajo, por lo que no formaron colonias en sentido estricto (Skelton, 1979) sino que corresponden a formas sociales (Schäfer, 1972).

La concha está formada por dos valvas, siendo una mayor que la otra. La valva mayor está adherida o incrustada en el sustrato por medio del umbón o ápice y la valva menor generalmente funciona como tapa u opérculo. Algunos géneros fueron recumbentes, apoyados por las dos valvas en el sustrato. La pared de la concha gruesa y resistente, la charnela de dientes grandes, así como grandes músculos, son indicaciones de que vivieron expuestos al oleaje fuerte. Los rudistas que construyeron arrecifes crecieron en condiciones de sobrepoblación, lo cual es evidente por la gran variedad de formas, con señales de presiones de unos contra otros. También es evidente el gran tamaño, porque las formas más altas y robustas seguramente tenían más probabilidades de sobrevivir. El hábito sésil, la elevación de la comisura arriba de la superficie del sedimento, así como la simetría radial, son indicadores de que los rudistas fueron epibentónicos y de alimentación suspensívora, ya que estas características son compatibles tanto con macrófagos, como con animales detritívoros (Skelton, 1979).

La comparación de los rudistas con los corales actuales muestra que la adaptación de los rudistas al medio infralitoral de mares calientes, se logró por medio de un cierto número de caracteres biológicos, que corresponden a fenómenos de convergencia con los corales, siendo los principales caracteres adaptativos los siguientes: 1) crecimiento rítmico rápido; 2) construcción de una concha gruesa y resistente; 3) adquisición de una valva fija, cónica o cilíndrica, que favorece la vida en comunidades; 4) alimentación micrófaga y suspensívora, con perfeccionamiento de los sistemas de filtración y de captación de las partículas alimenticias y 5) fotofilia, que ha sugerido a varios autores la posible simbiosis con algas clorofitas microscópicas, como zooxantelas y zooclorelas (Kauffman, 1969; Masse y Philip, 1972).

Las algas activan el metabolismo de los organismos huéspedes, lo cual está posiblemente relacionado con la gran capacidad de los rudistas para fijar el carbonato de calcio disuelto en el agua. Esta propiedad posiblemente permitió el crecimiento rápido de las conchas gruesas y en ocasiones de gran tamaño (Philip, 1972).

En estudios paleoecológicos los siguientes factores son determinantes para conocer la comunidad faunística: factores climáticos, factores batimétricos y naturaleza del sustrato.

- Factores climáticos: Los rudistas se encuentran asociados a corales, algas, foraminíferos, esponjas, todos ellos organismos típicos de clima cálido. Se han hecho estudios de paleotemperatura por medio de isótopos de oxígeno contenidos en las conchas de los rudistas, que han demostrado que las zonas con desarrollo abundante de rudistas estuvieron sometidas a climas calientes, semejantes a los de las zonas tropicales y subtropicales actuales (Lowenstam y Epstein, 1959).

- Factores batimétricos: El desarrollo de las comunidades de rudistas se efectuó indudablemente en la zona infralitoral del bentos. Muchos de los organismos acompañantes, tanto plantas como animales, son fotófilos (algas y corales) sujetos además a inmersión continua. También fueron organismos estenohalinos estrictos, ya que se encuentran asociados con ese tipo de animales (corales, equinodermos) y nunca en comunidades de agua salobre.

- Naturaleza del sustrato: Vivieron en donde el aporte terrígeno fue escaso, por lo que los fósiles se encuentran en calizas y rocas carbonatadas. De acuerdo a la forma biológica de la concha, se adaptaban tanto a sustratos poco estables como a sustratos duros. Los sustratos móviles son generalmente de naturaleza calcárea. El porcentaje de carbonato de calcio en las calizas de rudistas puede ser hasta de 99%. En las facies lagunares de rudistas, la proporción de arcilla no pasa del 15%. Los sustratos francamente silíceos, de tipo arenoso, son excepcionales y contienen muy pocos rudistas (Philip, 1972).

Al mismo tiempo se observa una diversificación ecológica ya que las formas nuevas y antiguas preexistentes, se adaptaron eficazmente a diferentes facies con sustratos de diversa naturaleza. Los rudistas y los corales se adaptaron a ambientes o facies bastante diferentes, por lo que en ocasiones están separados. Los rudistas fueron a los organismos dominantes del biotopo que originalmente ocupaban los corales (Philip, 1972).

4.6 EVOLUCIÓN PALEOECOLÓGICA

Los rudistas han sido considerados generalmente como organismos arrecifales aunque también se les encuentra en diversos ambientes, dentro de la faja somera de la plataforma continental. Frecuentemente crecían en forma de biostromas, pero en ocasiones también formaban biohermas (que en general se les denominan arrecifes de rudistas). Respecto a la naturaleza de sus conchas y al lugar que ocupaban en el medio, se agrupan en: 1) constructores arrecifales; 2) habitantes de arrecifes (sin ser los constructores); 3) constructores de biostromas y 4) formas solitarias o gregarias de aguas someras de plataforma, sin construir biostromas ni biohermas (Wilson, 1975).

Los principales constructores de arrecifes fueron los caprínidos, hipurítidos, radiolítidos y caprotínidos, aunque algunas especies de estos grupos también se encuentran aisladas formando pequeños bancos no arrecifales. Los monopléuridos y los requiénidos no eran constructores y son comunes en la laguna post-arrecifal, en la zona de baja energía (Perkins, 1974).

El hecho de encontrar a principios del Cretácico en el mismo biotopo, rudistas asociados con corales, indica que participaban de las mismas condiciones ambientales. En América se ha observado que al ir transcurriendo el tiempo geológico, los corales eran más escasos en los arrecifes de rudistas y para el Cretácico Tardío se encuentran separados. El predominio de los rudistas sobre los corales se debió a que a mediados del Cretácico se presentó una explosión evolutiva del grupo, con una gran diversificación de caprínidos y radiolítidos, que se acentuó en el Cretácico Tardío y a la aparición de los hipurítidos, durante el Turoniano.

Al mismo tiempo se observa una diversificación ecológica ya que las formas nuevas y las antiguas preexistentes, se adaptaron eficazmente a diferentes facies con sustratos de diversa naturaleza. Los rudistas y los corales se adaptaron a ambientes o facies ligeramente diferentes, por lo que en ocasiones están separados. Los rudistas llegaron a ser los organismos dominantes del biotopo que originalmente ocuparon los corales (Philip, 1972).

Ligamento y Sifones

El ligamento no se conserva en los rudistas pero su posición alguna está marcada por un surco en el exterior de la concha o por una cavidad en el interior de la pared o por una cresta en el interior de la concha. El ligamento fue externo en la mayoría de los

4.7 MORFOLOGÍA

4.7.1 Tamaño y Forma de la Concha

Los primeros rudistas fueron ligeramente inequivalvos semejante a los bivalvos ancestrales, pero a medida que la evolución avanzó, la diferencia entre las dos valvas fue progresivamente más marcada, tanto en tamaño como en forma y en la estructura de la pared. La forma inequivalva de las conchas más común, es la que presenta:

- 1) La valva fija mayor, curva, espiralada o cónica y la valva libre pequeña, plana o ligeramente convexa y constituye una tapa u opérculo.
- 2) O bien, cónica o enrollada (Alencáster, 1990).

4.7.2 Estructura de la Charnela

Como todos los pelecípodos, las valvas están unidas por una charnela formada por proyecciones o salientes denominadas "dientes", que no tienen ninguna relación con la alimentación, y por cavidades donde estos se alojan, llamadas "fosetas". Así pues, la estructura de la charnela es similar en todos los rudistas, con dos dientes en la valva libre, separados por una foseta que recibe al único diente de la valva fija o inferior. Los dientes de la charnela varían desde tubérculos pequeños hasta proyecciones gruesas, rectas o curvas que unen firmemente las valvas. Los dientes y sus fosetas correspondientes pueden ser lisos o surcados. La charnela se localiza en el lado dorsal de las valvas; el lado opuesto es el ventral (Alencáster, 1990).

3 Umbón

Es el área donde el rudista se adhería al sustrato con la valva fija y por donde comenzaba su crecimiento en las dos valvas. Su localización es central, o excéntrica desplazada hacia un lado o hacia el otro. Generalmente está inclinado hacia la región anterior, como los pelecípodos normales prosógiros (Alencáster, 1990).

4 Ligamento y Sifones

El ligamento no se conserva en los fósiles pero su posición original está marcada por un surco en el exterior de la concha, o por una cavidad en el interior de la pared o por una cresta en el interior de la concha. El ligamento fue externo en la mayoría de los

rudistas primitivos, pero progresivamente se fue haciendo interno en la pared de la concha en los grupos más avanzados, pero en los más modernos es completamente interno o desaparece totalmente. La zona sifonal se encuentra enfrente de la charnela, pero desviada un poco hacia un lado que se denomina posterior; la región opuesta a ésta es la anterior (Alencáster, 1990).

Existen estructuras en los rudistas que probablemente están relacionadas con los sifones como los de los pelecípodos actuales. Estas estructuras son bandas, foseetas, pilares, pseudopilares y ósculos. Se presentan en pares y han sido designadas por Douvillé (1918), como "E" y "S" de acuerdo con su posición. La estructura postero-dorsal situada cerca del ligamento se piensa que corresponde a la localización del sifón excurrente y por eso se le llamó "S" (*sortie*=salida). La estructura ventral, más alejada del ligamento, representa la localización del sifón incurrente y se le llamó "E" por entrada (*entré*). La función de estas estructuras se desconoce. Sin embargo, se han emitido varias hipótesis para explicar su función. Klinghardt (1931) menciona que los pilares eran huecos o tenían cavidades, en cuyo interior se alojaban los sifones. Sobre los pilares se acepta en la actualidad que corresponden a repliegues del manto, que facilitarían la respiración al aumentar la superficie de intercambio gaseoso.

4.7.5 Cavidad Principal

La cavidad de los rudistas o cavidad del manto, del cuerpo, o cavidad principal, es una sola o está subdividida. Las cavidades de las dos valvas son del mismo tamaño en las Familias Diceratidae y en muchos géneros de Caprotinidae y Caprinidae. La cavidad principal de la concha contiene la masa principal del manto y demás aparatos, el pie y las branquias; además de las cavidades accesorias, las que probablemente sólo estaban revestidas por el manto. En Requieridae, Monopleuridae, Radiolitidae e Hippuritidae la cavidad de la concha de la valva fija es mucho más alargada y perpendicular a la comisura y es más grande que la de la valva libre. En las conchas cuya valva libre es opercular la cavidad de esta valva está muy reducida.

En los rudistas que tienen la pared de la concha delgada y compacta la cavidad es grande en proporción al diámetro de la valva. En los rudistas con pared de la concha muy gruesa o porosa, la cavidad principal generalmente es muy pequeña en proporción al diámetro de la concha.

La cavidad de la concha puede estar abierta en toda su longitud desde la comisura al área umbonal, pero en los caprinidos, radiolitidos e hipurítidos la cavidad de la concha generalmente está dividida por tabulas transversales cóncavas a la comisura. En los caprinidos que presentan cavidad principal y cavidades accesorias, todas pueden estar tabuladas (Alencáster, 1990).

4.7.6 Cavidades Accesorias

Las cavidades accesorias separan las placas miofóricas anterior y posterior, así como los dientes de la pared de la concha en los caprinidos y caprotínidos. Se presentan principalmente en la valva libre, pero en algunos géneros también existen en la valva fija. En corte transversal, paralelo a la comisura, generalmente son ovaladas o alargadas. En algunos géneros están divididas por placas radiales delgadas perpendiculares a la comisura (Alencáster, 1990).

4.7.7 Marcas o Apófisis Miofóricas

Los dos músculos de los rudistas estaban insertados en la pared de la concha, o en unidas a placas salientes llamadas mioforos. En un solo individuo el tipo de inserción muscular puede ser diferente en las dos valvas y los dos músculos generalmente son asimétricos. Las inserciones en la pared pueden ser superficiales o hundidas, débil o fuertemente, o bien en áreas engrosadas de la pared (Alencáster, 1990).

4.8 Estructura de la Pared

Esta es la característica más útil para la clasificación de Familias de rudistas. La pared está formada de calcita y aragonita como en los demás bivalvos. La capa externa, generalmente delgada, es de calcita; la media que es la de mayor espesor, es de aragonita y la interna, que también es de aragonita, constituye el interior de las cavidades principal y accesorias, los dientes y las apófisis miofóricas o mioforos (Kauffman y Johnson, 1988). La pared puede ser delgada y compacta pero en general es gruesa y no es maciza sino formada por cámaras, tubos o canales longitudinales, o un tejido reticular muy fino, formado de compartimentos pequeños poligonales o circulares, llamados "celdillas". Estas estructuras son el resultado de la combinación de los distintos tipos de láminas que forman la pared. Hay láminas longitudinales dispuestas radialmente, láminas oblicuas dispuestas

concéntricamente como embudo llamadas "*funnel plates*", (Palmer, 1928) y láminas horizontales.

4.7.9 Organización de los Rudistas

Los rudistas eran organismos gregarios en grandes comunidades, que crecían como individuos solitarios aislados o bien con las conchas en contacto directo. Estos organismos eran exclusivamente bentónicos. Se encuentran diferentes tipos de organización y se adaptan a diferentes facies (Figura 17).

-Individuos solitarios:

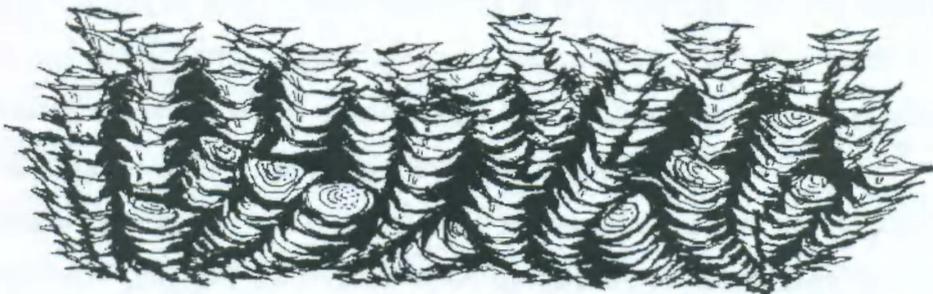
- 1.- Un racimo (bouquet) o grupo de unos cuantos individuos:
- 2.- Un grupo (cluster) formado de varias docenas de individuos:
- 3.- Un macizo (thicket) formado de gran cantidad o cientos de individuos, normalmente sin enrollamiento, agrupados juntos en varias generaciones.



1.- Racimo: Unos cuantos individuos



2.- Grupo: Muchos individuos



3.- Macizo: Varias decenas a cientos de individuos

Figura 17. Organización de los rudistas según su "empaquetamiento" (Tomado de Cestari y Sartorio, 1995).

4.8 FACIES DE RUDISTAS

Con la finalidad de definir las sucesiones de rudistas tanto en afloramientos como en el subsuelo, Cestari y Sartorio (1995), introdujeron la siguiente clasificación (Figura 12), que considera el estado de conservación de estas formas en los sedimentos, la cual consta de tres tipos de facies principales, sin tomar en cuenta su edad, sitio de depósito y paleoecología:

- Facies de rudistas en su posición de crecimiento original, Facies de Rudistas A (FRA);
- Facies con rudistas que no están en su posición original de crecimiento, Facies de Rudistas B (FRB);
- Facies compuestas de fragmentos de rudistas, Facies de Rudistas C (RFC).

4.8.1 Facies con Rudistas en su Estado Original de Crecimiento (FRA)

Esta facies consiste de rudistas aislados, dispersos o densamente empaquetados en posición de crecimiento, en sedimentos soportados por lodo, grano o unidos orgánicamente. Todas las facies que comprenden individuos aislados, pequeños agrupamientos monotípicos de unos cuantos especímenes, o bien complejas comunidades de rudistas, pertenecen a este tipo.

La facies FRA está compuesta también por rudistas aislados o empaquetados, que al tratar de sobresalir por encima del sustrato, dan origen a cuerpos sedimentarios tabulares o ligeramente acumulados geoméricamente.

4.8.2 Facies de Rudistas que No Están en su Posición Original de Crecimiento (FRB)

Esta facies está marcada por rudistas que están dispersos o concentrados en sedimentos soportados por lodo, grano o unidos orgánicamente, pero en sitios diferentes a los de su lugar de crecimiento original. Este es el caso de las facies donde los rudistas, aunque se encuentren intactos, no están en su sitio de origen debido a procesos físicos o mecánicos ocurridos durante o después de su desarrollo.

Los rudistas pueden también haber sido transportados y acumulados no muy lejos de su paleoambiente original. Este es el caso de las facies asociadas a mecanismos de deposición, tales como los relacionados a corrientes, olas y tormentas. Y aún más, que puedan haber sido transportados por flujos asociados a la gravedad. La facies FRB está presente en muchos cuerpos sedimentarios de geometría tabular y extensión variable. Las facies de este tipo frecuentemente caracterizan varias clases de montículos de rudistas, incluyendo los montículos típicos de caprínidos.

4.8.3 Facies Compuesta de Fragmentos de Rudistas (FRC)

Estas facies se caracterizan por depósitos bioclásticos de rudistas en sustratos de grano o lodo. Este tipo de facies es el más común en todos los ambientes de deposición. Los ambientes de rudistas pueden alcanzar altos niveles de elaboración mecánica, abrasión y redondeo, y pueden ser transportados muy lejos de su ambiente original, caracterizando un amplio rango de sedimentos relacionados a muy diferentes mecanismos de deposición.

Los típicos son sedimentos de alta energía, tales como depósitos de corriente, estratos de tempestitas, y cuerpos bioclásticos de complejos de carbonatos progradantes.

Esta facies es también común en taludes y caracterizan muchos depósitos por flujos de gravedad.

4.8.4 Provincialismo

En América los rudistas se encuentran en la Provincia del Caribe (Kauffman, 1973), los más antiguos son del Barremiano Temprano, representando cinco géneros: *Amphitricoelus* es endémico del Caribe, mientras *Monopleura*, *Pachytraga*, *Requienia* y *Toucasia* se conocen tanto en el Mediterráneo como en el Caribe. Casi todas las especies son endémicas de la provincia de América. Este alto porcentaje de endemismo a nivel específico apoya el concepto de apariciones y extinciones en esta provincia comenzando en el Barremiano Temprano y expandiéndose hasta el Maastrichtiano Tardío.

En el Cretácico se realizaron radiaciones adaptativas, con proliferación de hipurítidos, radiolítidos y caprínidos con un alto provincialismo, de tal manera que aparecen grupos de géneros típicos.

El primer fenómeno importante de endemismo se inicia en el Aptiano Temprano, con el surgimiento de nuevos géneros, especialmente de caprínidos-coalcomanínidos, en una vasta región que se extiende desde el sur de Estados Unidos de Norteamérica hasta el norte de América del Sur, incluyendo todo el territorio mexicano, América Central, así como las Islas del Caribe. Esta región delimita una subprovincia biogeográfica que corresponde a la extensión Occidental del Dominio del Tethys a la que Kauffman (1973) llamó Provincia del Caribe.

En el Cretácico "Medio", los requiénidos, monopléuridos, caprotínidos y radiolítidos son esencialmente cosmopolitas a nivel genérico, de manera que el provincialismo está confinado casi exclusivamente a las subfamilias de caprínidos, tanto en América como en

Eurasia (Coogan, 1977). El endemismo es muy bajo, porque la mayor parte de la fauna consiste en géneros de hipuritidos y radiolítidos que existen en Eurasia.

La aparición simultánea de faunas diferentes en América, en Europa y en Asia, se debe sin duda a barreras ecológicas y/o geográficas que controlaron la dispersión de las larvas. Young (1984) sugiere que el cambio de forma y de biotopo, experimentado en los caprínidos durante el Cretácico Temprano, cuando gradualmente se transformaron en conchas grandes y pesadas, de hábito recumbente, pudo estar asociado a un cambio en la fisiología de las larvas, que pudieran perder gradualmente su capacidad de dispersión, volviéndose de vida corta y fijándose al sustrato tan pronto como eclosionaban.

4.9 RUDISTAS CAPRÍNIDOS

4.9.1 Familia Caprinidae D'ORBIGNY, 1847b

Diagnosis:

Los individuos de esta familia poseían conchas inequivalvas, algunas especies poseían un gran tamaño; la valva derecha, inferior o fija en general de forma cónica, recta o ligeramente espiral; la valva izquierda, superior o libre, con enrollamiento variable, más o menos desarrolladas. Poseen un diente y dos fosetas en la valva derecha y dos dientes y una foseta en la valva izquierda. La valva derecha posee una cavidad principal y una cavidad posterior secundariamente subdividida por láminas formando individualmente pequeños canales. En la valva izquierda hay un septo transversal que separa la cavidad principal de la cavidad posterior; en ambas cavidades pueden encontrarse tabulas. Existen cavidades accesorias, presentes en muchos géneros, separadas de la cavidad principal por una pared transversal. El aspecto más común dentro de la familia son los canales paliales en la pared de la concha en una o en ambas valvas, formados de placas radiales, bifurcadas o simples (Figura 18).

Los caprínidos son un grupo en extremo diverso, con más de 25 géneros. Existe una gran controversia sobre las afinidades naturales de varios géneros y en consecuencia existen varios métodos de clasificación de los géneros de caprínidos dentro de la familia.

De acuerdo con Chartrousse (1998), los representantes de la familia Caprinidae se han definido principalmente en base a la arquitectura de los canales de su concha aragonítica. De este modo las diagnosis genéricas y supragenéricas se han fundado en parte por la presencia o ausencia de canales y también sobre la forma de sus cavidades mioforales o perimioforales.

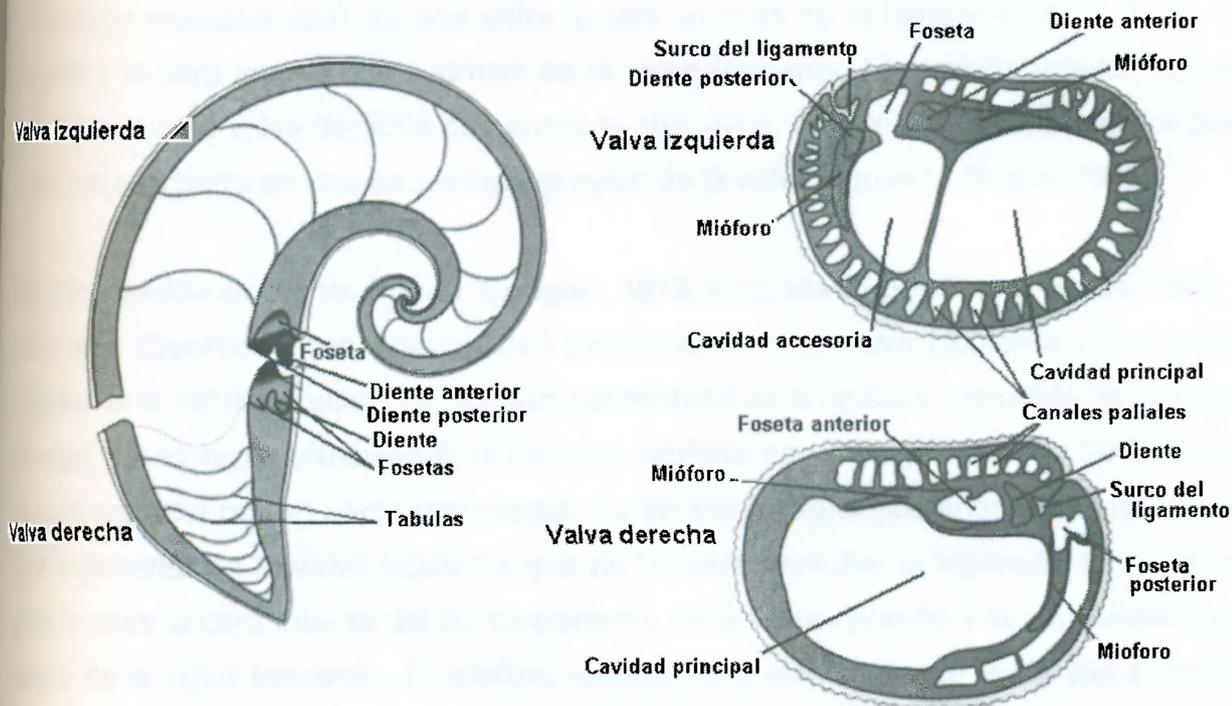


Figura 18. Características principales de la concha en la Familia Caprinidae (Modificado de Cestari y Sartorio, 1995).

La organización arquitectónica de los canales ha sido la base de la distinción entre géneros. El estudio del aparato mioforal y en particular de los mióforos no había sido objeto de estudio profundo a pesar de que Douvillé (1887, 1888) y Paquier (1905) lo habían considerado importante. Posteriormente Mac Gillavry (1937) y recientemente Skelton (1978) y Chartrousse (1998), han remarcado la presencia de una lámina mioforal vertical bien desarrollada hacia arriba en el borde posterior de la valva derecha, que es el rasgo característico de los géneros europeos: *Caprina*, *Offneria*, *Praecaprina*, *Pachytraga*, que forman la subfamilia denominada *Caprininae*. En la otra subfamilia denominada *Coalcomaninae*, de América, el aparato mioforal se diferencia en el poco desarrollo de dicha lámina en la valva derecha, siendo más desarrollada la de la valva izquierda, que cuelga hacia abajo sobrepasando la comisura.

4.9.2 Subfamilia **CAPRININAE** D'ORBIGNY, 1847b, emendado por Chartrousse, 1998

Diagnosis: *Caprinidae* con una cavidad mioforal en la valva izquierda y una cavidad perimioforal en la valva derecha. La cavidad mioforal está separada de la cavidad principal por el septo transversal. La cavidad perimioforal de la valva derecha es angosta y separada de la cavidad principal por la lámina mioforal posterior. El mióforo posterior es poco desarrollado en la valva izquierda, pero tiene un desarrollo importante en la derecha;

la inserción muscular está situada entre la cara externa de la lámina mioforal de la valva derecha y la cara interna de la lámina de la valva izquierda. El mióforo anterior está más marcado sobre la valva derecha que sobre la otra valva, la pequeña lámina anterior que la conforma se inserta en una pequeña depresión de la valva izquierda (Figura 19 A).

4.9.3 Subfamilia *Coalcomaninae* Coogan, 1973, emendado por Chartreuse, 1998

Diagnosis: *Caprinidae* con una cavidad perimioforal en la valva izquierda y una cavidad mioforal en la valva derecha. La cavidad perimioforal es angosta y separada de la cavidad principal por el septo transversal; la cavidad mioforal es vasta y separada también de la cavidad principal por un septo transversal. La lámina mioforal posterior tiene un desarrollo más importante en la valva izquierda que en la valva derecha; la inserción muscular está situada entre la cara interna del borde posterior de la valva derecha y la cara externa de la lámina de la valva izquierda. El mióforo anterior está más marcado en la valva izquierda que en la otra valva; la pequeña lámina anterior que la conforma se inserta dentro de la cavidad principal de la valva izquierda (Figura 19 B).

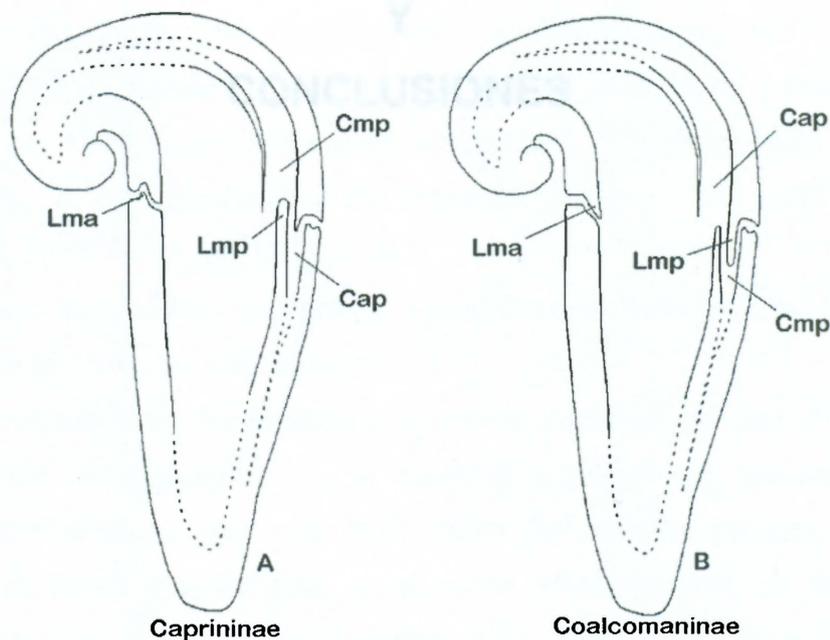


Figura 19. Desarrollo del aparato mioforal en las dos subfamilias de caprínidos; A) Caprininae; B) Coalcomaninae; (Lma) Lámina mioforal anterior; (Lmp) Lámina mioforal posterior; (Cap) Cavidad mioforal anterior; (Cmp) Cavidad mioforal posterior (Tomado de Chartreuse, 1998).

LA SISTEMÁTICA DE RUDISTAS

El lugar de depósito de los especímenes descritos es la Colección Paleontológica de la Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Hacienda de Guadalupe carretera a Cerro Prieto km 8, A.P. 104, C.P. 67700 Linares, Nuevo León, México.

Clase Bivalvia Linnaeus, 1758

Subclase Heterodontia Neumayr, 1884

Orden Hippuritoida Nevel, 1965

Super-familia Hippuritaceae Gray, 1845

Familia Caprinidae D'ORBIGNY, 1847

Subfamilia Coelcomminae Coogan, 1973

Género *Amphitriscoelus* Harris y Hodson, 1922

Especie Tipo *Amphitriscoelus waringi* Harris y Hodson, 1922

CAPÍTULO 5 RESULTADOS

Y

CONCLUSIONES

Amphitriscoelus waringi Harris y Hodson

Clas.- *Amphitriscoelus waringi* Harris y Hodson, 1922, p. 130-133, pls. 1-4, pl. 5, figs. 1, 2; Massy, 1854, p. 181, 182; Mac Gillivray, 1837, p. 130; Coogan, 1977, p. 50; Skelton, 1982, p. 145, 150-152; Masse y Alencáster y Pantaja-Alor, 1992, p. 8, 10; Rojas, et al., 1992, p. 21; Alencáster, et al., 1992, p. 3; Pantaja-Alor et al., 1994, p. 214, 216, pl. 2, fig. 4, 5; Alencáster y Pantaja-Alor, 1996, p. 402, 403, 406, fig. 6, 7; Charrouasse, 1998, p. 107-111, pl. 1, fig. 2, 31.

Material estudiado.- Seis valvas izquierdas colectadas por Javier Aguilar Pérez y Yolanda Ricardo Barrón en el Cerro de Labradores.

Descripción.- Valva izquierda de tamaño pequeño a mediano, de sección transversal de esta es sub-circular a sub-cuadrada; la cavidad principal es grande, de contorno subpentagonal característico. Hay una sola hilera de canales palatales grandes, poco numerosos, sub-circulares a sub-ovales en el borde antero-ventral; en el borde postero-ventral. También hay una sola hilera de canales, pero éstos son más pequeños; el borde ventral carece de canales. Algunos especímenes muestran el diente formado por capas de crecimiento concéntricas. La cavidad posterior es alargada (Lámina 1).

5.1 SISTEMÁTICA DE RUDISTAS

El lugar de depósito de los especímenes descritos es la Colección Paleontológica de la Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Hacienda de Guadalupe carretera a Cerro Prieto km 8, A.P. 104, C.P. 67700 Linares, Nuevo León, México.

Clase Bivalvia Linnaeus, 1758

Subclase Heterodonta Neumayr, 1884

Orden Hippuritoida Newell, 1965

Super-familia Hippuritacea Gray, 1848

Familia Caprinidae D'ORBIGNY, 1847

Subfamilia Coalcomaninae Coogan, 1973

Género *Amphitriscoelus* Harris y Hodson, 1922

Especies Tipo *Amphitriscoelus waringi* Harris y Hodson, 1922

Amphitriscoelus waringi Harris y Hodson

Citas.- *Amphitriscoelus waringi* Harris y Hodson, 1922, p. 130-133, pls. 1-4, pl. 5, figs. 1, 2; Kutassy, 1934, p. 181, 182; Mac Gillavry 1937, p. 130; Coogan, 1977, p. 50; Skelton, 1982, p. 146, 150-152; Masse y Rossi, 1987, p. 352, 359; Alencáster y Pantoja-Alor, 1992, p. 9, 10; Rojas, *et al.*, 1992, p. 21; Alencáster, *et al.*, 1992, p. 3; Pantoja-Alor *et al.*, 1994, p. 214, 216, pl. 2, fig. 4, 5. Alencáster y Pantoja-Alor, 1996, p. 402, 403, 406, fig. 6, 7; Chartrousse, 1998, p. 107-111, pl. 1, fig. 2, 31.

Material estudiado.- Seis valvas izquierdas colectadas por Javier Aguilar Pérez y Yolanda Pichardo Barrón en el Cerro de Labradores.

Descripción.- Valva izquierda de tamaño pequeño a mediano, de sección transversal de esta es sub-circular a sub-cuadrada; la cavidad principal es grande, de contorno subpentagonal característico. Hay una sola hilera de canales paliales grandes, poco numerosos, sub-circulares a sub-ovales en el borde antero-ventral; en el borde postero-dorsal. También hay una sola hilera de canales, pero éstos son más pequeños; el borde ventral carece de canales. Algunos especímenes muestran el diente formado por capas de crecimiento concéntricas. La cavidad posterior es alargada (Lámina I).

Tabla 1. *Amphitriscoelus waringi*. Abreviaciones: LJ- Labradores Javier; VI valva izquierda; A-P antero-posterior, D-V dorso-ventral.

ESPÉCIMEN	MUESTRA	ALTURA	DIÁMETRO (mm)	
			A-P	D-V
VI	LJ-5	-	16	17
VI	LJ-6	-	18	29
AMBAS VALVAS	LJ-7	45	25	-
AMBAS VALVAS	LJ-8	140	31	-

DISCUSIÓN.- Los especímenes aquí descritos poseen las mismas características morfológicas descritas por Harris y Hodson (1922), una línea de canales paliales en el borde antero-ventral y otra en el lado postero-dorsal, el lado ventral sin canales paliales y la cavidad principal sub-pentagonal.

LAMINA I

nitriscoelus waringi Harris y Hodson; LJ-5, vista transversal de la valva derecha (x 1.3); LJ-6, vista transversal de la valva derecha (x 2); LJ-7, vista de un corte longitudinal de ambas valvas (x 1.3); LJ-8, vista de un ejemplar completo en matriz (x .3).

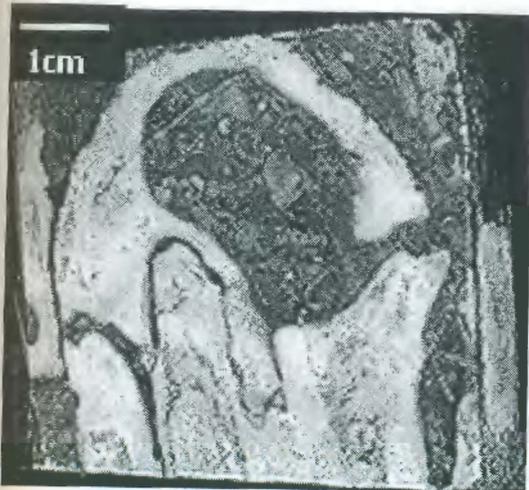
LÁMINA I



LJ-5



LJ-6



LJ-7



LJ-8

cavidades y canales paleales (Lámina II).

Subfamilia Caprininae D'ORBIGNY, 1847b

Género *Caprina* D'ORBIGNY, 1822

Especie Tipo *Caprina adversa* D'ORBIGNY, 1822

Especies Tipo *Caprina massei* Alencáster y Pantoja-Alor, 1995

Citas.- Alencáster y Pantoja-Alor, 1995, p. 123, 126, 128, pl. 1; Chartrousse, 1998, p. 59-62, pl. 8, fig. 1-5, 17.

Caprina massei Alencáster y Pantoja-Alor

Material estudiado.- Una valva izquierda y cuatro valvas derechas colectadas por Javier Aguilar Pérez y Yolanda Pichardo Barrón.

Descripción.- Valva izquierda de tamaño medio, sub-triangular, alargada en el borde anterior, borde postero-dorsal recto. Los canales paliales se encuentran en casi toda la periferia de esta valva, excepto en una parte del margen postero-dorsal. Hay 35 canales, los cuales son sub-cuadrangulares con pocos piriformes, algunos de ellos en el margen ventral presentan bifurcación. La cavidad principal es sub-cuadrangular, la cavidad posterior está alargada en dirección del borde postero-dorsal. El diente posterior está proyectado hacia la foseta dental. El diente anterior es más grande que el posterior, su base es cuadrangular y se proyecta hacia el borde ventral en forma de un septo delgado. La cavidad del ligamento es pequeña, profunda y estrecha. La valva derecha en sección transversal es sub-circular a sub-oval, el lado ventral está aplanado, la cavidad principal es grande y sub-rectangular a sub-elíptica. La cavidad posterior es angosta, alargada y puede estar unida, con o sin un septo, a la foseta posterior, la cual es sub-oval. La foseta anterior es pequeña y redonda; la cavidad del ligamento está bien desarrollada y tiene forma de gancho. Esta valva carece de cavidades y canales paliales (Lámina II).

Tabla 2. *Caprina massei*. Abreviaciones: LJ- Labradores Javier; VI valva izquierda, VD valva derecha; A-P antero-posterior, D-V dorso-ventral.

ESPÉCIMEN	MUESTRA	DIÁMETRO (mm)	
		A-P	D-V
VI	LJ-1	41	32
VD	LJ-2	51	40
VD	LJ-3	37	26
VD	LJ-4	31	25

Discusión.- Los organismos colectados en el Cerro de Labradores pertenecientes a esta especie concuerdan plenamente con los descritos por Alencáster y Pantoja-Alor (1995), en la localidad de Huetamo, Michoacán. Son conchas de tamaño mediano, con canales paliales sub-cuadrangulares y pocos piriformes en casi toda la periferia de la valva izquierda, colocados en una parte del margen postero-dorsal. La valva derecha no presenta canales paliales y su cavidad principal es sub-cuadrangular a sub-elíptica.

LÁMINA II

Caprina massei Alencáster y Pantoja-Alor. Todas las fotografías en vista transversal; LJ-1, valva izquierda (x 1.2); LJ-2, valva derecha (x 1.1); LJ-3, valva derecha (x 1.3); LJ-4, valva derecha (x 1.2).

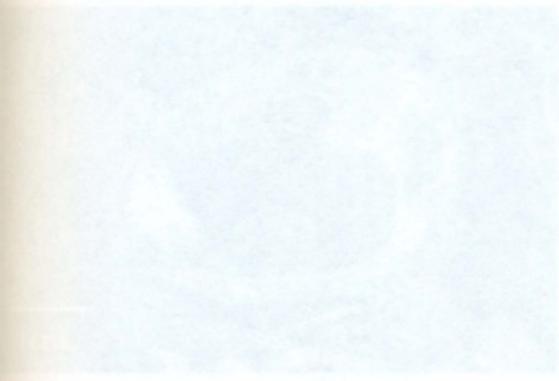
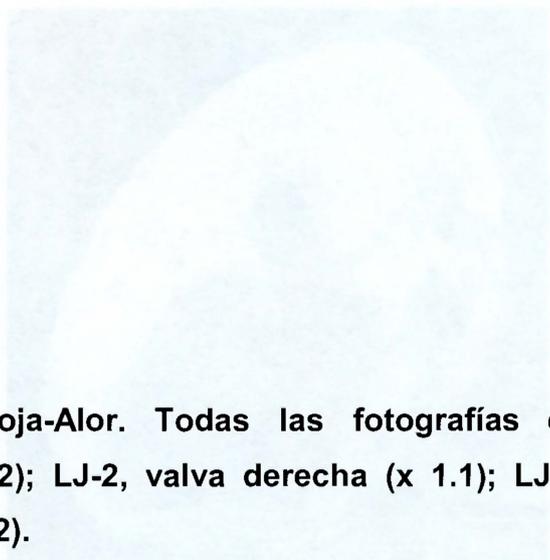
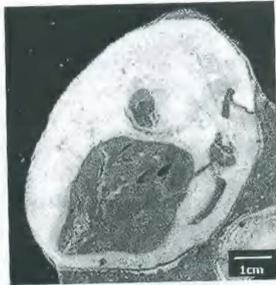


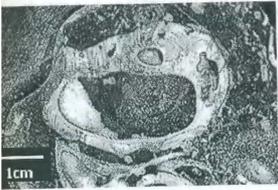
LÁMINA II



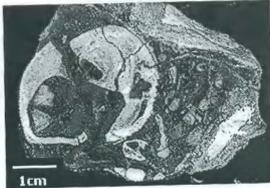
LJ-1



LJ-2



LJ-3



LJ-4

149145

Género *Praeaprina* Paquier, 1905

Especie tipo *Praeaprina varians* Paquier, 1905

***Praeaprina varians* Paquier**

Sinonimia.- *Praeaprina varians* Paquier, 1905, fig. text 10 p. 75, fig. 4-9, pl. 8, fig. 1, 2, pl. 9, fig. 6-8, 9a-f, 10g-i, 11 pl. 10. *Praeaprina varians* var. *plena* Paquier, 1905, fig. 9, pl. 8, fig. 8, pl. 10.

Material estudiado.- Siete valvas izquierdas colectadas por Javier Aguilar Pérez y Yolanda Pichardo Barrón.

Descripción.- Valva izquierda con una cavidad principal grande, sub-triangular, con una lámina delgada denominada hemisepto (Paquier, 1905), que se proyecta desde el piso en el borde ventral, hasta alcanzar casi la parte media de la misma cavidad, lo cual le confiere a esta cavidad una forma de "A". El diente anterior es fuerte, grande, oval, proyectado hacia la foseta dental y unido al delgado septo transversal que separa la cavidad principal de la cavidad posterior. El diente posterior es más pequeño, angosto y alargado. La cavidad posterior es grande, sub-oval, unida a la foseta dental posterior, directamente sin un septo, en forma de raqueta, lo cual es típico en otros caprínidos. Los canales paliales en el borde antero-ventral son delgados, simples y de forma oval; unos cuantos de ellos muestran un septo transversal. Los canales del borde postero-dorsal se extienden desde el septo transversal hasta la cavidad del ligamento. Otra hilera de canales simples y ovals corre a lo largo del margen anterior. El contorno de esta valva es sub-cuadrangular. La valva derecha no se encontró (Lámina III).

Tabla 3. *Praeacprina varians*. Abreviaciones: LJ- Labradores Javier; VI valva izquierda; A-P antero-posterior, D-V dorso-ventral.

ESPÉCIMEN	MUESTRA	DIÁMETRO (mm)	
		A-P	D-V
VI	LJ-9	33	29
VI	LJ-10	37	31
VI	LJ-11	43	39
VI	LJ-20	51	44

DISCUSIÓN.- Estos organismos concuerdan totalmente con los descritos por Paquier (1905) y más recientemente por Chartrousse (1998), con excepción del tamaño del cordón longitudinal del borde ventral de la valva izquierda, el cual es más largo en los especímenes mexicanos, lo cual le confiere a la cavidad principal la forma de una "A".

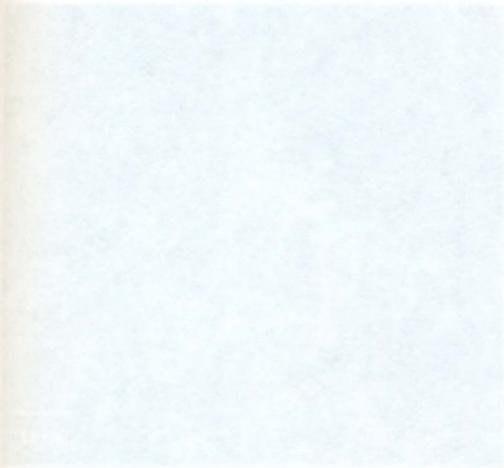


LÁMINA III

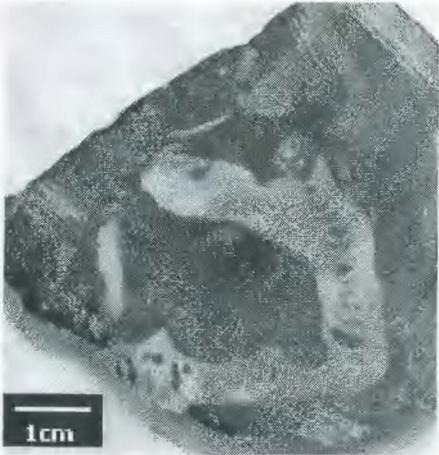
Praecaprina varians Paquier. Todas las fotografías en vista transversal de la valva izquierda; LJ-9 (x 1); LJ-10 (x 1); LJ-11 (x 1.3); LJ-20 (x 1.2).



LÁMINA III



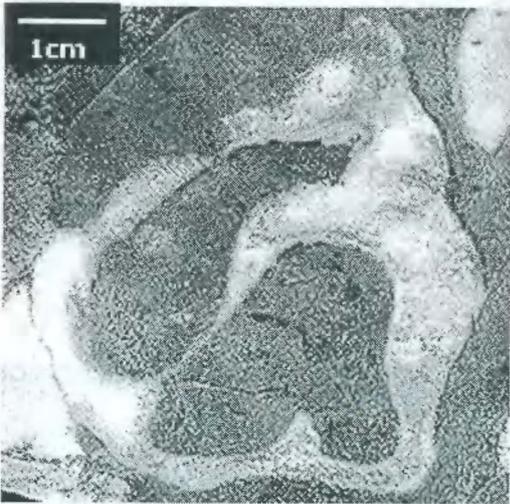
LJ-9



LJ-10



LJ-11



LJ-20

Género *Offneria* Paquier, 1905 corregido Masse, 1992

Especie tipo *Offneria rhodanica* Paquier, 1905

Offneria* sp. aff. *O. simplex Chartrousse y Masse

Material estudiado.- Ocho valvas izquierdas y cinco valvas derechas colectadas por Javier Aguilar Pérez y Yolanda Pichardo Barrón.

Descripción.- Valva izquierda con una cavidad principal grande, sub-triangular; el diente anterior es grande, de base sub-oval y proyectado sobre la cavidad posterior; el diente posterior es más pequeño, oval, va desde la base de la cavidad del ligamento hasta la cavidad posterior. El septo transversal que separa la cavidad principal de la cavidad posterior es delgado, recto y oblicuo. La cavidad posterior es grande, sub-oval, alargada, presenta tabulaciones hacia el borde dorsal y está unida a la foseta dental posterior sin un septo. La cavidad del ligamento es profunda ligeramente curva. Los canales paliales se encuentran bordeando casi todo el margen de la valva, excepto en la región ventral. En el borde anterior forman una sola hilera, de entre 4 a 9 canales; éstos son grandes, sub-rectangulares, con particiones horizontales y septos (Chartrousse y Masse, 1998), y láminas radiales sin bifurcación. Los canales se continúan a lo largo de los márgenes dorsal y postero-dorsal. En esta región los canales forman una doble hilera, una interna de canales sub-cuadrados a sub-ovales, terminando en la base del diente posterior. Los canales de la hilera más exterior son sub-circulares, sub-ovales a sub-cuadrados, desde el borde del extremo dorsal hacia el margen posterior, pasando por la cavidad del ligamento y terminando antes de la base de la cavidad posterior. Estos canales son simples, pequeños, y algunos presentan particiones horizontales. El contorno de esta valva en sección transversal presenta formas diferentes, debido seguramente a las presiones de otros organismos, pero la forma más general es sub-triangular.

La valva derecha tiene una cavidad principal grande, sub-cuadrada. El diente central es masivo, grande y cóncavo en sección, alargado y agudo en dirección postero-dorsal; está localizado entre la foseta anterior y la posterior. La foseta anterior es grande, con una forma irregular, la cual está rellena de tabulas y subdividida por un pequeño septo delgado. La foseta posterior es más pequeña que la anterior, sub-cuadrangular y ligeramente comprimida en su margen dorsal. La placa del mióforo posterior es masiva, alargada y está localizada en el margen posterior de la cavidad principal, a un lado de la hilera postero-dorsal de canales paliales. Los canales paliales en el margen postero-dorsal están en dos hileras, son bifurcados, de forma irregular y algunos presentan particiones horizontales y transversales. Los canales en el margen antero-dorsal están en una sola

y son simples, de forma redonda a sub-oval y algunos de ellos con particiones ntales. El margen ventral de esta valva carece de canales paliales, igual que la valva da. La cavidad del ligamento es profunda y dirigida hacia el margen posterior (Figura 1a IV).

4. **Offneria sp. aff. O. simplex.** Abreviaciones: LJ- Labradores Javier; VI valva izquierda, VD valva derecha; A-P antero-posterior, D-V dorso-ventral.

ESPÉCIMEN	MUESTRA	DIÁMETRO (mm)	
		A-P	D-V
VI	LJ-12	53	60
VI	LJ-13	40	36
VI	LJ-14	51	80
VI	LJ-15	69	52
VD	LJ-16	69	54
VD	LJ-17	61	49

DISCUSIÓN.- Los especímenes colectados en el Cerro de Labradores guardan una gran semejanza con aquellos descritos como *Offneria simplex* por Chartrousse y Masse (1998). Sin embargo existe una marcada variación en el contorno externo de ambas valvas de los ejemplares mexicanos. En los cortes transversales de la valva izquierda se aprecia claramente su forma subtriangular. Otro tanto ocurre con la distribución de los canales paliales; en la valva izquierda, se encuentran dos hileras de pequeños canales en el lado dorso-ventral a diferencia de *O. simplex* que sólo posee una hilera. Además, la valva izquierda de los especímenes mexicanos difieren de *O. simplex* en la localización de la cavidad posterior, la cual está más cerca del diente central y no en una "cavidad accesoria" formada por láminas radiales.

Es posible suponer que las diferencias entre los especímenes mexicanos y los descritos por Chartrousse y Masse (1998), sean producto de variación intra-específica, así

respuesta a las presiones ejercidas por otros organismos. Es por ello que por
han considerado estos organismos como afines a *O. simplex*, en tanto no se
material mejor preservado. Sin embargo en vista de que se ha observado una
idad de material en campo que corrobora las diferencias entre las dos especies,
se puede pensar que se trate de una nueva especie. Esto será definido y
en trabajos futuros.

IV

aff. *O. simplex* Chartrouasse y Masse. Todas las fotografías en sección
LJ-12, valva izquierda (x 1.2); LJ-14, valva izquierda (x 1.5); LJ-15, valva
(x 1.1); LJ-17, valva derecha (x 1).

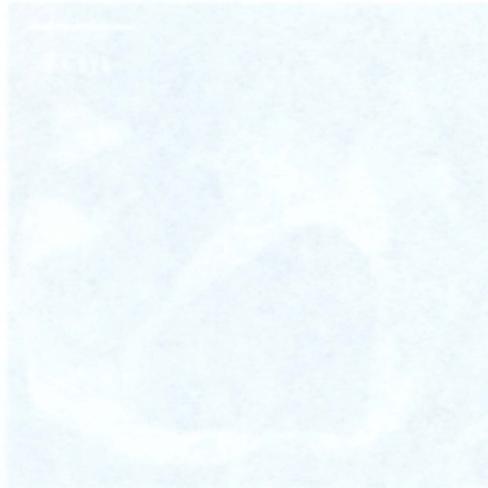
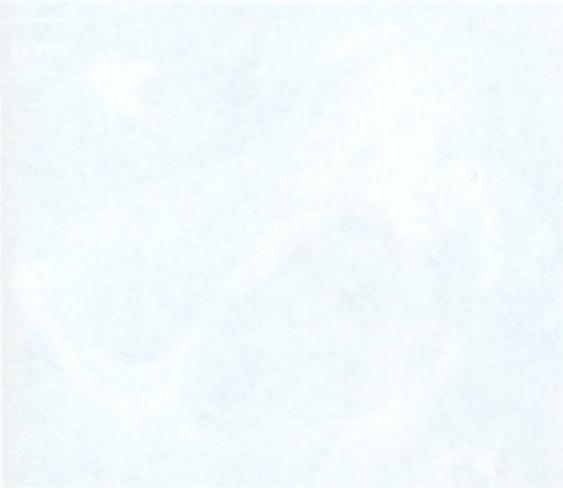
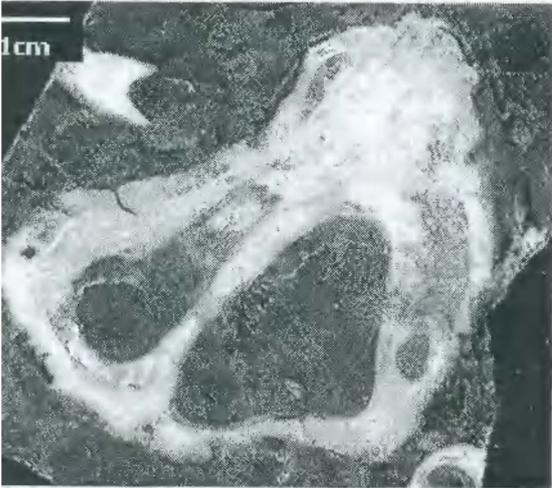


LÁMINA IV

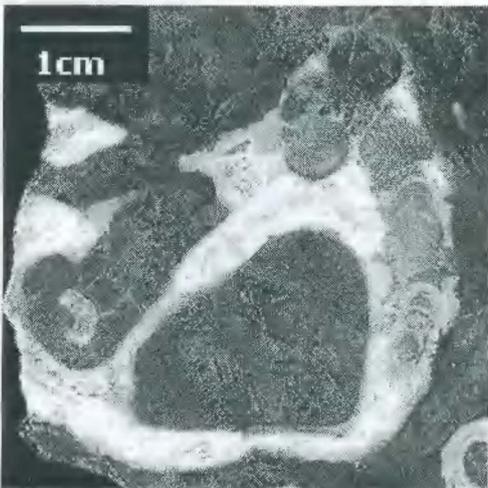
Orthis sp. aff. *O. simplex* Chartrousse y Masse. Todas las fotografías en sección transversal. LJ-12, valva izquierda (x 1.2); LJ-14, valva izquierda (x 1.5); LJ-15, valva izquierda (x 1.1); LJ-17, valva derecha (x 1).



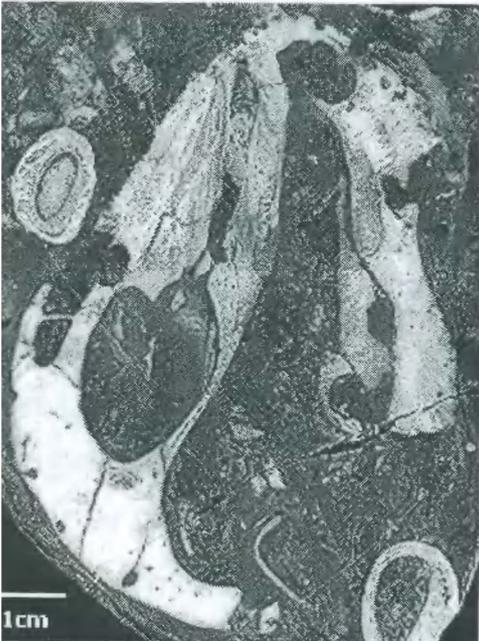
LÁMINA IV



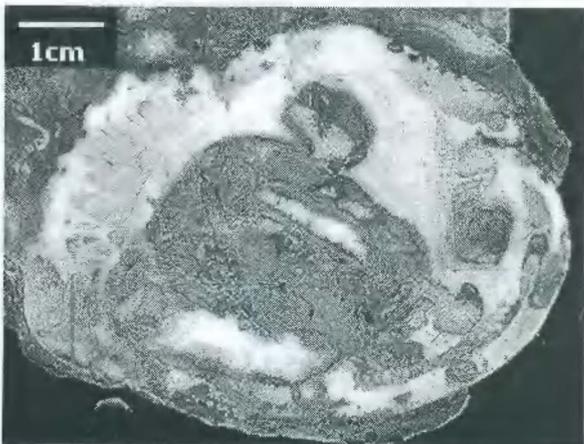
I-12



LJ-14



I-15



LJ-17

PORTANCIA DE LA FAUNA

Entre los rudistas encontrados en el Cerro de Labradores se encuentran las especies *Amphitriscoelus waringi* Harris y Hodson, *Praecaprina varians* Paquier, *Caprina* Alencáster y Pantoja-Alor y *Offneria* aff. *O. simplex* Chartrousse y Masse. Las especies encontradas aquí, están también presentes en otras localidades de la Provincia de Yucatán del Dominio del Tethys. *Amphitriscoelus waringi* ha sido reportada en varias localidades dentro de la República Mexicana (Carrasco, 1973; Enos y Stephens, 1993; Alencáster y Pantoja-Alor, 1995, 1996, 1998), así como en Texas (Perkins, in Dechaseaux, Skelton, 1982), Cuba (Rojas *et al.*, 1992), Trinidad (Harris y Hodson, 1922) y Venezuela (Hedberg y Pyre, 1944; Masse y Rossi, 1987). *Caprina massei* fue encontrada por primera vez en Huetamo, Michoacán y descrita por Alencáster y Pantoja-Alor (1998). *Offneria* aff. *O. simplex* es reportada por primera vez en México, siendo mencionada su presencia en Cuba (Rojas *et al.*, 1992; Chartrousse y Masse, 1998). *Praecaprina varians* es reportada por primera vez de forma inequívoca en América.

La ocurrencia de la misma fauna de rudistas o extremadamente parecida a las especies endémicas encontradas en lugares tan distantes es una evidencia concluyente de la existencia durante el Aptiano Temprano de una provincia homogénea en la cual las poblaciones de organismos se comunicaban y compartían las mismas o muy parecidas condiciones paleoecológicas. La homogeneidad de la paleobiota no sólo está representada por los rudistas sino también por los invertebrados asociados a ellos (Alencáster y Pantoja-Alor, 1996).

La presencia de *Offneria* aff. *O. simplex* y *Praecaprina varians* en México y América Central es un importante puesto que confirma junto con los anteriores hallazgos de rudistas "que existían una relación mucho más estrecha entre las regiones del Caribe y las del Caribe del Dominio del Tethys. Por otra parte, la existencia de semejanzas sustanciales entre las especies americanas y europeas muestra que el nivel de aislamiento puede ser más alto del que se creía para América, resultado de las barreras geográficas que representaban la apertura del Atlántico y el Golfo de México.

1.2 EDAD DE LA FAUNA

La determinación precisa de la edad para los rudistas del Cerro de Labradores no es posible debido a la ausencia de microfósiles guía en las secciones delgadas realizadas sobre las muestras tomadas en campo. Sin embargo, dada la estrecha relación de la fauna estudiada con las mismas faunas encontradas tanto en México como en Texas, Cuba, Trinidad, Venezuela y Bahamas discutidas anteriormente y para las cuales se han determinado edades de Barremiano- Aptiano Temprano con base en la presencia de los foraminíferos *Choffatella decipens* y *Everticyclamina* sp., y las algas *Marionella lugeoni* y *Penonella dinarica*, es factible otorgar el mismo período de edad a los rudistas presentes en el Cerro de Labradores.

Por otra parte, la edad de Aptiano Temprano para las calizas de la Formación Cupido ha sido continuamente mencionada en trabajos muy actuales realizados en el noreste de la República (Longoria, 1998; Lehmann *et al.*, 1998, 1999; Wilson, 1999). Aún cuando estos no fueron llevados a cabo en el área de Galeana, es factible correlacionar estos datos pues ha quedado ampliamente aclarada la extensión de la Formación Cupido a través de todo el norte de Nuevo León hasta Texas y hacia el sur hasta Saltillo, Coahuila.



Figura 20. Vista esquemática de la biofábrica interna en rocas con rudistas calcáreas provenientes de Trinidad (Tomado de Kauffman y Sohl, 1974).

5.1.3 DISCUSIÓN

El uso del término "arrecife" para describir los ensambles de rudistas del Cretácico, sugiere en un sentido estricto la comparación con los arrecifes modernos y fósiles de corales, los cuales se caracterizan por sus barreras resistentes al oleaje, compuestas por organismos entrelazados en vida, unidos por diversos epibiontes secundarios tales como algas, hidrozoarios, esponjas, estromatoporoideos y en menor importancia briozoarios, bivalvos y serpúlidos (gusanos tubícolas).

De acuerdo a Kauffman y Sohl (1974), los rudistas no desarrollaron arrecifes verdaderos en el sentido de los arrecifes de coral. La principal diferencia observada es la carencia casi total de una cementación efectiva de los rudistas como individuos y por organismos que actúan como aglutinantes tanto entre los corales fósiles como en los actuales, a pesar de que estos se encontraban en los ensambles de rudistas. Un punto de importancia aquí es lo "suelto" que resultan los ensambles de rudistas, que en su mayoría consisten de conchas en muy escaso contacto y el hecho de que usualmente estos se encuentran en estructuras lenticulares que comprenden una o unas cuantas generaciones de rudistas y que casi nunca se elevan mucho por encima del piso marino. Tal parece que la mayoría de los clásicos ejemplos de "arrecifes" masivos de rudistas, son sólo gruesas acumulaciones de detritos de rudistas con poco o mucho transporte, o son barreras bajas que se forman a partir de detritos de conchas que dan origen a un sustrato sólido sobre el cual se asientan capas discontinuas o asociadas al crecimiento de nuevos organismos. La biofábrica interna está dominada por abundantes valvas de rudistas, rotas o completas, ampliamente retrabajadas e intercaladas con algunos rudistas en posición de crecimiento (figura 20).

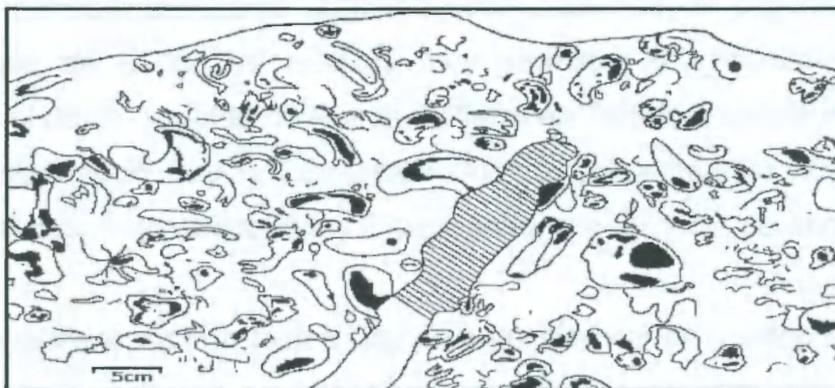


Figura 20. Vista esquemática de la biofábrica interna en rocas con rudistas caprinidos provenientes de Trinidad (Tomado de Kauffman y Sohl, 1974).

Lo anterior es especialmente válido en el banco de rudistas que aflora en el Cerro de los Labradores, en donde no se han observado acumulaciones de rudistas asociadas a algas y esponjas, por el contrario sólo se aprecian pequeños conjuntos en forma de racimos o en el caso de los caprinidos o lentes en cuanto a requiémidos. La mayoría de las conchas encontradas allí muestra un cierto grado de transporte ya que escasamente se puede encontrar los especímenes con ambas valvas y en posición de crecimiento. La distribución de los organismos no muestra una disposición preferencial en el estrato sino más bien esta es al azar, excepto en el caso de requiémidos cuyos lentes se comportaron como bloques individuales durante el transporte. Sin embargo es evidente que no se encuentran en su lugar de desarrollo original. A una escala mayor no se observan cuerpos sedimentarios masivos o acumulados geoméricamente como en aquellas facies donde los rudistas se encuentran en su ambiente original de crecimiento (Cestari y Sartorio, 1995). De tal manera que las estructuras orgánicas encontradas en el Cerro de los Labradores exhiben un grado de transición entre las etapas de estabilización y colonización del banco de rudistas (Cestari, 1984). Esto queda demostrado por las observaciones realizadas en las calizas de la Formación Cupido en campo donde se constató una diversidad genérica moderada y una diversidad específica baja, las rocas muestran texturas desde mudstone a bafflestone y una fragmentación a partir de detritos de conchas, incrustante y ramal (Figura 21).

Lo más apropiado para denominar la acumulación de rudistas de la Formación Cupido en el área de Galeana, es utilizar el término propuesto por Kauffman y Sohl (1974), "banco de rudistas" el cual se define como una extensión creciente de rudistas asociados en múltiples niveles (de acuerdo a su modo de fijación) y una acumulación de bloques de conchas derivadas de otros rudistas y de organismos asociados, pero sólo la parte superior de esta estructura contiene acumulaciones de organismos vivos (Figura 21). Un ejemplo de banco de rudistas muy parecido al encontrado en el Cerro de los Labradores es el de la localidad de Pointe-à-Pierre en Trinidad, donde estratos del Aptiano temprano, misma edad que la Formación Cupido, presentan un rico contenido de los tipos de rudistas *Amphitriscoelus* y *Praecaprina* que también se encuentran en el área de estudio.

Tradicionalmente la Formación Cupido en el Noreste de México ha sido interpretada como una plataforma calcárea con un arrecife marginal compuesto principalmente por

ETAPA	TEXTURA	DIV. ESPECIFICA	FORMA DE LA CONSTRUCCION	ETAPAS OBSERVADAS EN EL CERRO DE LABRADORES
DOMINACION	BINDSTONE A FRAMESTONE	BAJA A MODERADA	LAMINAR INCRUSTANTE	NO
DIVERSIFICACION	FRAMESTONE (BINDSTONE) MATRIZ DE MUDSTONE A WACKESTONE	ALTA	DOMO MASIVO LAMINAR RAMAL INCRUSTANTE	NO
COLONIZACION	BAFLESTONE A FLOATSTONE (BINDSTONE) MATRIZ DE MUDSTONE A WACKESTONE	BAJA	RAMAL LAMINAR INCRUSTANTE	SI
ESTABILIZACION	GRAINSTONE A RUDSTONE (PACKSTONE A WACKESTONE)	BAJA	DETRITOS DE CONCHAS	SI

a 21. Etapas de desarrollo de un arrecife de tipo marginal y su evolución en el de Labradores (Modificado de James, 1984).

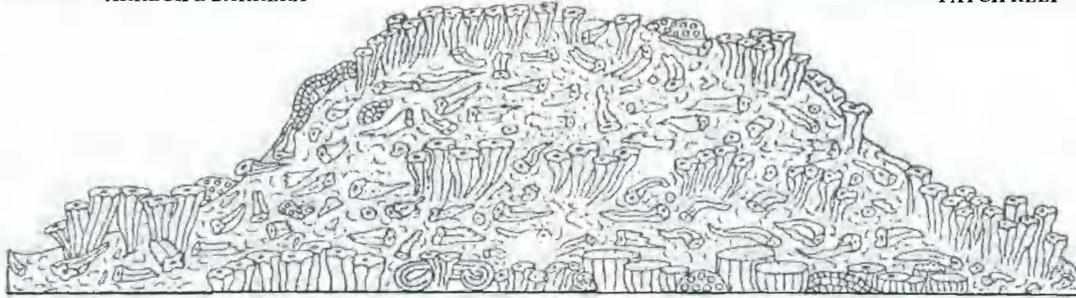
as o rudistas y corales (García, 1971; Enos, 1974, 1983; Wilson y Piali, 1977; Conklin re, 1977; Coogan, 1977; Padilla y Sánchez, 1978, 1982; Zwanziger, 1978; Young, Götte, 1988; Wilson y Ward, 1993; Stanley, 1997; Lehmann *et al.*, 1998, 1999; ammer *et al.*, 1999; entre otros). Sin embargo a pesar de los extensos estudios sobre taformas calcáreas del Noreste de México pocos han sido los dirigidos al estudio y sistemático de las faunas de rudistas que están ampliamente representadas en Formaciones. La información que se puede obtener a partir de un adecuado rio faunístico ayudará a definir claramente el carácter no arrecifal de los rudistas, siendo la terminología correcta según el caso de estudio y complementará los s de distribución mundial de estas faunas, así como los trabajos de tectónica, a, reconstrucciones paleogeográficas y correlación estratigráfica a nivel regional y

22. Tipos de asociaciones de rudistas de acuerdo a su desarrollo (Modificado nran y Soto, 1974).

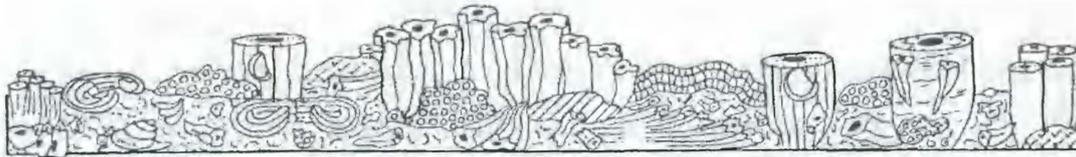


ARRECIFE BARRERA

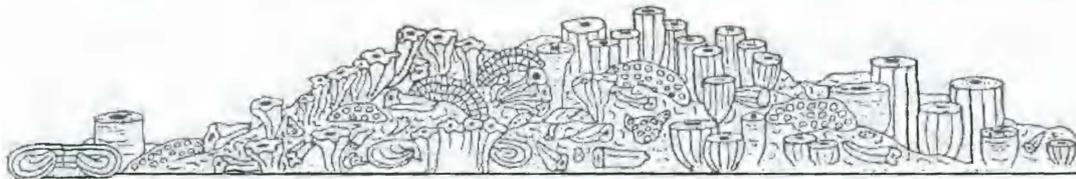
PATCH REEF



BANCO



BIOSTROMA

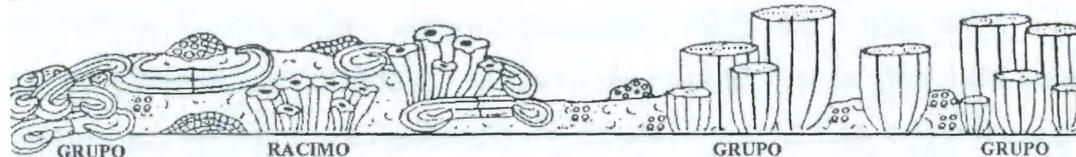


AGRUPAMIENTO



MACIZO

MACIZO

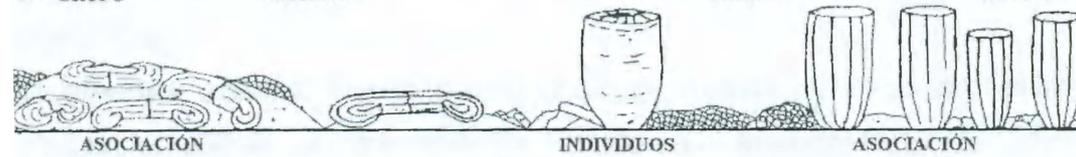


GRUPO

RACIMO

GRUPO

GRUPO



ASOCIACIÓN

INDIVIDUOS

ASOCIACIÓN

2. Tipos de asociaciones de rudistas de acuerdo a su desarrollo (Modificado man y Sohl, 1974).

CONCLUSIONES

Se observa un rápido desarrollo facial de la Formación Cupido, desde la zona de banco de cuenca hasta la zona de facies 5 o de arrecife marginal. Este hecho denota una posición de carbonatos muy alta, así como un elevado porcentaje de fijación de calcio en la concha de rudistas, indicador de un porcentaje muy alto en la edad primaria.

Dentro de los rudistas encontrados en el Cerro de Labradores se encuentran *coelus waringi* Harris y Hodson, *Praeacprina varians* Paquier la cual es reportada por primera vez para el continente americano, *Caprina Massei* Alencáster y Pantoja-Alor y *Offneria simplex* Chartrousse y Masse que también constituye el primer reporte de este género de forma inequívoca en México. Con excepción de *Praeacprina varians*, los rudistas hallados en El Cerro de Labradores se encuentran también en Texas, Florida, Bahamas, Venezuela y Jamaica, denotando la distribución regional en el Caribe del Dominio del Tethys durante el Cretácico Inferior.

Con este estudio se da un paso más para precisar la composición de las faunas de rudistas del Aptiano en América así como complementar el inventario de rudistas de este del país el cual ha permanecido sin cambios desde 1933. La edad de los carbonatos de la Formación Cupido en el área de Galeana es Aptiano Temprano sobre la base de la correlación de la fauna con las localidades del Caribe y Texas ya mencionadas.

Por otra parte, se comprueba que existe una relación más estrecha entre los rudistas de la Provincia del Caribe con los del Dominio Mediterráneo, ya que se comprueba definitivamente la presencia de *Praeacprina varians* y de rudistas del Género *Offneria* que ahora permanecían como netamente "europeos", más aún, la especie de *Offneria* encontrada en el Cerro de Labradores se pretende constituya un nuevo registro, sin embargo es necesario un estudio más intenso con más especímenes para su confirmación.

Las grandes acumulaciones de conchas de rudistas y otros organismos fósiles encontrados en las calizas de la Formación Cupido en el área del Cerro de Labradores no constituyen un arrecife verdadero en el sentido estricto de los arrecifes coralinos actuales. El término propuesto para identificar la acumulación de organismos fósiles, en su mayoría rudistas, es el de "banco de rudistas".

Las calizas masivas con abundantes rudistas de la Formación Cupido en la zona de estudio corresponden a las facies de rudistas B y C.

, 1973. Una nueva especie de *Toucasia* en el Albiano de Oaxaca.

cana, No. 36, pp. 3 - 18.

, 1990. Los Rudistas: Origen, Diversificación, Provincialismo en Eurasia
nación. Sociedad Mexicana de Paleontología, v., 3, No. 1, pp. 47 - 65.

y PANTOJA-ALOR, J., 1992. *Amphitriscoelus*, Género de Rudista
ea) en el Cretácico Inferior de la Región de Huetamo, Michoacán.
a Mexicana. Boletín 47, pp. 33 - 46.

CHERCHI, A., PANTOJA-ALOR, PONS, J. M. y SCHROEDER, R.,
Palorbitolina lenticularis e di *Amphitriscoelus* nell Aptiano Inferiore del
iale; Consequence Paleobiogeografiche nell Dominio Caraibico. Fifth
ogy and Paleoecology of Benthic Communities, Rome, Abstracts: 3.

y PANTOJA-ALOR, J., 1995. New Early Aptian Rudists (Bivalvia-
the Huetamo Area in Southwestern Mexico: Revista Mexicana de
s. v., 12, No. 2, pp. 123 - 134.

y PANTOJA-ALOR, J., 1996. The Rudists *Amphitriscoelus* (Bivalvia-
Lower Cretaceous of Southwestern Mexico: Journal of Paleontology.
)- 407.

y PANTOJA-ALOR, J., 1998. Two New Lower Cretaceous Rudists
a) from the Huetamo Region, Southwestern Mexico: Geobios, M. S.

1991. Mapeo geológico en el área de Lajas Negras, al Norte de
desarrollo facial de la Formación Minas Viejas en la región al Norte de
para optar el Título de Ingeniero Geólogo. Facultad de Ciencias de la
blicado), 165 p.

1973. Catodoluminiscencia y Diagénesis de Rudistas Dolomitizados y
arrollos de Porosidad: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo. v.,

RTORIO, D., 1995. Rudists and Facies of the Periadriatic Domain.

1974. Stratigraphy, Tectonics, and Hydrocarbon Potential of the Lower
Series, Coahuila, Mexico (Ph. D. Thesis). University of Michigan, Ann

1998. Les Caprinidae du Cretace Inferior. Thèse de Doctorat de science (AIX-MARSEILLE I), 281 p.
1998. *Offneria simplex* nov. sp. (Rudiste Caprinidae) du Sud-Est de la France et de Cuba. Implications sur la Biostratigraphie et l'écologie de *Offneria*; Bull., Soc., Geol., Fr. No. 6, pp. 841 - 850.
1998. A new Rudist of Jamaica. *Palaeontographica Americana*. v., 7, pp. 257 p.
1973. Cretaceous Tethyan coral-rudist biogeography related to the Tethyan Ocean, in Hughes, N.F. (Ed.) *Organisms and continents through time*. Paleontology 12, pp. 169 - 174.
1977. Environmental Analysis of the Lower Cretaceous of the Northeast Mexico, in Bebout, D. G., and Loucks, R. G., Eds., *Geology of Texas and Mexico: University of Texas, Bureau of Economic Geology Investigations No. 89*, pp. 302 - 323.
1973. New Rudists from the Albian and Cenomanian of Mexico and South America. *Revista del Instituto Geológico y Minero de México*, No. 5, pp. 5 - 83.
1977. Early and Middle Cretaceous Hippuritacea (Rudists) of the Gulf of Mexico Carbonates of Texas and Mexico. Texas Univ. Austin, Bur. Econ. Geol., No. 9, pp. 32 - 70.
1952. *Revue de Géologie*. v., 2.
1952. Lamellibranches in Piretoan. *Traité de Paléontologie*. Masson, Paris.
1969. Introduction (Hippuritacea). P. N 749 in Moore *Treatise on Paleontology*, N Mollusca 6 (2 y 3) Kansas Univ. Press.
1970. Mesozoic Sedimentation, Magmatic Activity and Deformation in the Gulf of Mexico. In Seewald, K. and Sundeen, D., Eds., *The Geologic Framework of the Gulf of Mexico Basin*. Midland, West Texas Geologic Society, pp. 99 - 117.
1991. Mapeo Geológico en el Área de Galeana, N. L. y el Desarrollo del Mapeo Geológico en el Área de Galeana, N. L. Tesis para optar el Título de Licenciado en Ciencias de la Tierra. UANL 122 p.
1951. Sección Geológica a través de la Sierra Madre Oriental entre Galeana y San Juan, Rep. Priv., PEMEX, No. 358, (No publicado).
- ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL (DETENAL), 1978. Carta Geológica Hoja G14C56 "Galeana", 1ra. Edición.

Sur quelques formes peu connues de la famille des chamidés. Bull. Ser. v. 3, No. 15, pp.756-802.

. Etudes sur les caprines.. Bull. Soc. Géolog. France Ser. v. 3, No.

Les Réquiénides et leur évolution. Bull. Soc. Géolog. France Ser. 4.

Le Barrémi Supérieur de Brouzet. part 3, Les rudistes. Same, Paléont.

Les Rudistés et leur évolution. Bull. Soc. Géol. France, v., 5, t. 5, pp.

32. Classification of Carbonate Rocks According to Depositional
on of Carbonate Rocks. A Symposium Amer. Assoc. Petrol. Geol.

fs, Platforms, and Basins of Middle Cretaceous in Northern Mexico:
of Petroleum Geologist, Bulletin 5, pp. 800 - 809.

ENS. P. B., 1993. Mid-Cretaceous Basin Margin Carbonates, East-
entology, v., 40, pp. 539 - 556.

Spectral Subdivision of Limestone Types, in HAM, E. W., Ed.,
onate Rocks, The American Association of Petroleum Geologist.
A, pp. 62 - 84.

Reconocimiento Geológico del Área General Cepeda, Coahuila y
Zacatecas. Informe Geológico NE-M-1182. Inédito.

K., LEHMANN P. J., TODD R. G., WILSON J. C., WARD W. C. y
95. Estratigrafía Secuencial y Cicloestratigráfica del Mesozoico de la
, Noreste de México. Exxon Production Research Co, 101 p.

K., 1999. Mesozoic Sequence Stratigraphy and Paleogeography
st Mexico, in BARTOLINI, C., WILSON, J. L. and LAWTON, T. E.,
imentary and Tectonic History of North-Central Mexico, Geological
pecial Paper 340. Boulder, Colorado, pp. 1 - 58.

Estudio Geológico Estructural de Galeana N. L. (México) y sus
e la Facultad de Ciencias de la Tierra. UANL, v., 3, pp. 61 - 87.

On the arrangement of the Brachiopoda. Ann. Magaz. Nat. Hist.

little microtectonics: principles and practice. *Journal of Structural Geology*, 3, pp. 1-10.

MON, F., 1922. The Rudists of Trinidad. *Paleontographica*, 162, pp. 1-162.

A., 1944. Stratigraphy of Northeastern Anzoástegui, Venezuela. *Petroleum Geologist Bulletin*, No. 28, pp. 1 - 28.

i. Geología de una parte de la Sierra Madre Oriental entre el río de Nuevo León, México. Tesis Profesional, Facultad de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, (No publicado), 49 p.

; T., 1956. Jurassic and Lower Cretaceous Stratigraphy and Paleogeography of the Coahuila Peninsula. Mexico. Part IV, Geology of the Parras. *Geological Society of America Bulletin*, No. 47, pp. 1-100.

on of the Coahuila Peninsula. Mexico. Part IV, Geology of the Parras. *Geological Society of America Bulletin*, No. 47, pp. 1-100.

áfica del Estado de Nuevo León. INEGI: México. D. F. 170p.

n Facies Models, Ed. R.G. Walker, Geological Association of Canada, 1978, pp. 1-10.

Paleoecology, Carbonate Petrology and Depositional Facies, Cupido and El Abra Formations, Northeastern Mexico. *Journal of Sedimentary Petrology*, University of Colorado. 104 p.

1986. Origination Survivorship and Extinction of Rudist Taxa. *Journal of Paleontology*, pp. 107 - 115.

Form, Function and Evolution. *Treatise of Invertebrate Paleontology*, 1, Bivalvia, in Moore, R. C. (Ed.). pp. 129 - 205.

taceous Bivalvia. in Hallan A. (Ed.), *Atlas of Paleogeography*, pp. 353 - 383.

N. F., 1974. Structure and Evolution of Antillean Cretaceous Rudists. *Journal of Paleontology*, 48, No. 1, pp. 399 - 467.

N. F., 1979. Rudists in Faurbridge. R. W. and Jablonski D. *Journal of Paleontology*, Hutchinson Ross, Pennsylvania, pp. 723 - 737.

ON C. C., 1988. The Morphological and Ecological Evolution of Reef-building Rudistids. *Palaos*, No. 3, pp. 194 - 216.

931. Die Rudisten, Teil III, Biologie und Beobachtungen an Anderen
Publication by author) (Berlin, Spandau), pp. 60.

. Pachyodonta Mesozoica, 200 p. *in* W. Quenstedt (Ed.), Fossilium
a. Pars 68.

19. Histoire Naturellei des Animaux sans Vertébres. Paris. v., 5, 612

., 1991. Mapeo Geológico en el Área de San Lucas, municipio de
desarrollo facial de la Formación Taraises en la Región de Galeana e
de Licenciatura, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL (No

GER. A. D. y MONTAÑEZ. P. I., 1998. Controls on Cyclostratigraphy
s Carbonates and Evaporites, Cupido and Coahuila Platforms,
Journal of Sedimentary Research, Section B; Stratigraphy and Global
op. 1109 - 1130.

GER. A. D., MONTAÑEZ. P. I., SLITER. W., ARNAUD-VANNEEAU,
99. Evolution of Cupido and Coahuila Carbonate Platforms, Early
ern Mexico: Geological Society of America Bulletin. v., 3, No. 7, pp.

. Systema Naturae per Regna Tria Nature, Secundum Classes,
cies, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis. Tomus I,
m, 824p.

98. The Mesozoic of the Mexican Cordillera in Nuevo Leon, NE
udies in Nuevo Leon, NE Mexico. *Eds.*, LONGORIA, J. F., Krutak, P.
ociedad Mexicana de Paleontología. 117 p.

., 1990. Mapeo Geológico en el Área de Puente de Dios al Norte de
sarrollo facial de las Formaciones Aurora, Cuesta del Cura y Agua
e Galeana e Iturbide, N. L., Tesis de Licenciatura, Facultad de
ANL, (No publicado).

EPSTEIN, S., 1959. Cretaceous Paleotemperatures as Determined
Method, their Relations to and Nature of Rudistid Reef Internal.
)th session, México, El sistema Cretácico T. 1, pp. 65 – 76.

J., 1937. Geology of the Province of Camagüey, Cuba; with
rudist Paleontology (mainly based upon collections from Cuba).
ertation, University of Utrecht Holland. 168 p.

P. J., 1972. Observations sur la croissance et l'ontogenese du test (listes). Consequences Phylogenetiques et Paleoecologiques. C. R. 302 – 3205.

I. T., 1987. Le Provincialisme Sud-Caraibe a l'Aptlan Inferieur. Sa cadre de l'évolution géodynamique du Domaine Caraibe et de Cretaceous Research, No. 8, pp. 349 – 363.

U. Les rudistes de l'Aptien inférieur d'Italie continentale: Aspects morphologiques et paléobiogéographiques. Geologica romana, No. 28, pp. 271 – 275.

(a). Stratigraphy and Paleogeography of the Northeaster Sierra Madre (Triassic-Lower-most Cretaceous).- Zbl Geology Paleontology, Teil 61 – 1169.

(b). Sedimentación y Sucesión de Facies en un Margen Continental Cretácico Temprano del Noreste de la Sierra Madre Oriental, México. Ciencias de la Tierra. UANL. Symposium El Cretácico de México y su Geología, pp. 23 – 41.

Trias bis Tiefste Unter-Kreid Nordöstlichen Sierra Madre Oriental, Entwicklung eines Passiven Kontinentalrandes. Diss. Th. Darmstadt.

Stratigraphy and Structure of Potosi Anticline, N. L., Mexico. M. A. Texas at Austin. 115 p.

Zur Morphologie des Bivalvenschlosses. Sitzungs – berichte der Akademie der Wissenschaften, Wien, Mathematisch – Naturwissenschaftliche Klasse, 88, No. 2, pp 385 – 419.

5. Classification of The Bivalvia. American Museum Novitates, No. 1402.

2. Paléontologie Française. Terrains Crétacés. V., 4, Brachiopodes. (Z. T. Abweichend Namen).

347b. Sur les Brachiopodes ou Palliobranches Comptes rendus Séances de l'Académie des Sciences, Paris. V., 25, pp. 266 - 269.

Z. R. J., 1978. Bosquejo Geológico-Estructural de la Sierra Madre Oriental-Galeana-San Roberto, Estado de Nuevo León: Revista de la Geología. v., 2, No. 1, pp. 45 - 54.

NCHEZ. R. J., 1982. Geologic Evolution of the Sierra Madre Oriental , Concepcion del Oro, Saltillo and Monterrey, Mexico. Ph.D. Tesis Univ. of 217 p.

, 1928. The Rudistids of Southern Mexico, California Acad. Sci. San onal Paper, No. 14, 137 p.

, **J.**, **ALENCASTER, G.**, **CHERCHI A.**, **PONS J. M.** y **SCHROEDER R.**, emblages, Mainly Foraminifers and Rudists from the Early Aptian of exico. Paleobiogeographical Consequences for the Caribbean Region. la de Paleontología, No. 9, pp. 211 - 219.

1905. Les Rudistes Urgoniens. Societé Géologique de France, moire, No. 29, pp. 49 - 102.

1974. Paleoecology of a Rudist Reef Complex in the Comanche Rose Limestone of central Texas. Geosciences and man, v., 8, pp. 131 -

. Paleoécologie des Formations a Rudistes du Cretacé Superieur. Est de la France. Palaeogeography, Palaeoclimatology y Palaeoecology, 2.

. Paléogéographie des Rudistes et Géodinamiques des Marges rétacé Superieur. Bull. Soc. Géolog. France, Ser. 7, v., 24, pp. 9095 -

EUROUSE, 1781. Description de Plusiers Nouvelles Espèces *Ostracites*. Erlang.

.TON P. W. e **ITURRALDE-VINENT**. 1992. Cuban rudists faunas 13th Caribbean Geological Conference, Pinar del Rio, Cuba, pp. 21.

1972. Ecology and Paleoecology of Marine Environments. Ed. The Press. 568 p.

1978. The Evolutional of Functional Design in Rudists (Hippuritacea) mplications. Philosophical trans. Royal Soc. London, V., 5, pp. 305 -

1979. Gregariousness and Protocooperation in Rudists (Bivalvia) in d Roseu, B. R. Eds., Biology and Systematic of the Organisms, sec. Paper 11, pp. 257 - 279.

1982. Aptian and Barremian Rudist Bivalves of the New World; Some s. Cretaceous Research, No. 3, pp. 145 - 153

Preadaptation and Evolutionary Innovation in Rudist Bivalves.
ogy, No. 33, pp. 159 - 173.

of the Geologic Setting, Stratigraphy, and Facies Distribution of
graphy and Structure, Northern Mexico: West Texas Geological
pp.1 - 27.

GUIDEBOOK., 1981. Lower Cretaceous Stratigraphy and
West Texas Geology Society. pp. 1 - 26

ential Address: Cretaceous Gastropods Contrasts Between
nces. Journal Paleontology, v., 61, pp. 1085 - 1111.

Evolution of Reef of the Mesozoic. Proc 8th Int. Coral Reef
1662.

60. Yacimientos de Barita en el Distrito de Galeana, Nuevo
Naturales, No Renovables. Boletin 55, 70 p.

bonate Facies in Geologic History. Springer Verlag, Berlin
).

977. A Lower Cretaceous Shelf Margin in Northern Mexico, *in*
R. G., *Eds.*, Cretaceous Carbonates of Texas and Mexico:
f Economic Geology Report of Investigations No. 89, pp. 286 -

r Cretaceous Stratigraphy in the Monterrey-Salttillo Area, *in*
o Guidebook, Lower Cretaceous Stratigraphy and Structure,
Geological Society Publication. No. 81, 74 p.

ment Structural Controls on Mesozoic Carbonate Facies in
aw, *in* TUCKER, M. E., WILSON, J. L., CREVELLO, P. D.,
F., *Eds.*, Carbonate Platforms, Facies, Sequences and
iation of Sedimentologists. Special Publication 9, pp. 235 -

C. W., 1993. Early Cretaceous Carbonate Platforms of
l Mexico *in* SIMO. J. A., Scott. R. W., and Masse. J-P. *Eds.*,
ms. American Association of Petroleum Geologists, Memoir

N., and Finneran, J., eds., 1984. A Field Guide to Upper
s carbonate platform and basin system between Monterrey –

t Mexico: Gulf Coastal Section, Society of Economic Paleontologists

o.

l. Controls on the Wandering Path of the Cupido Reef Trend in
in BARTOLINI, C., WILSON, J. L. and LAWTON, T. E., *Eds.*,
and Tectonic History of North-Central Mexico. Geological Society of
340. Boulder, Colorado, pp. 135 - 143.

geography and Stratigraphy of Selected Middle Cretaceous Rudists
America. Memoria III Congreso Latinoamericano de Paleontología,

1978. Geología Regional del Sistema Sedimentario Cupido. Boletín
ólogos Petroleros. v., 30, Nos. 1 - 2, pp. 1 - 55.