

00381

2es.
12

"Análisis Paleoeológico de la
Fauna de Invertebrados de la
Sierra El Antrisco, Nuevo León"

Facultad de Ciencias, UNAM.
División de Estudios de Posgrado.

T E S I S

Que para obtener el grado de
Doctor en Ciencias (Biología)

P R E S E N T A

Francisco Javier Vega Vera

1 9 8 8

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

R E S U M E N

La reconstrucción paleoecológica del miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos (Cuenca de La Popa), que aflora en la Sierra El Antrisco, Nuevo León, se realiza con base en la interpretación de los taxa de invertebrados predominantes en la composición faunística de dicha unidad. Con base en el alcance estratigráfico de una gran parte de las especies estudiadas, se asigna una edad maastrichtiana tardía (los últimos tres millones de años del Maastrichtiano) para el miembro inferior de limolita, el cual es subdividido en cuatro unidades, con base en sus características litológicas. Se postula que estos cambios litológicos obedecieron a una fase transgresiva, la cual dio lugar a una sucesión faunística, cuyo clímax se registra en un ambiente somero de plataforma deltaica con un sustrato suave, pero a la vez con un cierto grado de compactación, permitiendo la existencia de organismos infaunales. La bioturbación y el color de los sedimentos son utilizados para interpretar las condiciones de oxigenación que privaban en el bentos en cada una de las cuatro unidades estudiadas, proponiendo que la escasez de organismos en la última unidad se relaciona a condiciones anóxicas por acumulación y putrefacción de materia orgánica en el sustrato. Se realiza el análisis paleoautoecológico de las especies estudiadas, correspondientes a corales, gasterópodos, bivalvos, cefalópodos, anélidos, crustáceos, briozoarios y equinodermos, proporcionando su distribución en las unidades estudiadas, sus estrategias adaptativas y su distribución geográfica y temporal, en relación a su tipo de larva inferida. Se plantea que las especies de gasterópodos y bivalvos, cuyas larvas eran planctotróficas, presentan una mayor distribución geográfica asociada a una duración geológica considerable. Por el contrario, se propone que aquellas especies de estos moluscos que presentaban larvas no planctotróficas, tuvieron una distribución geográfica relativamente corta y una breve duración geológica. Lo anterior se relaciona con las tasas de especiación, asociadas al aislamiento geográfico que provoca una distribución regional de las poblaciones. Sin embargo, estas relaciones no son constantes, sobre todo cuando se consideran estrategias adaptativas tales como las de las especies oportunistas, que alteran el patrón propuesto. En el análisis paleosinacológico se establece que el predominio de las formas suspensívoras y carnívoras, sobre las alimentadoras de depósito, está en relación a episodios de perturbación del sustrato que afectaban seriamente a este tipo de especies. Así mismo, el predominio de las formas infaunales no corresponde con el patrón general de las composiciones faunísticas maastrichtianas de las unidades litológicas en las Provincias de las Planicies Costeras del Golfo y el Atlántico, ya que en esas paleocomunidades dominan las formas epifaunales. Esta discrepancia es discutida en función del ambiente de plataforma deltaica, en el que el constante aporte sedimentario constituía una desventaja para las especies epifaunales. Finalmente, se hace una discusión sobre el tipo de especies que dominaban la composición de Nuevo León, proponiendo que la mayor parte de ellas constituían formas euríhalinas, que en general, no tendieron hacia una tasa de especiación alta, como ocurre con las especies euríhalinas actuales. El material estudiado corresponde a 1367 ejemplares, recolectados en 14 localidades de la Sierra El Antrisco. Las estrategias adaptativas morfofuncionales son propuestas a partir de la comparación actualista de los taxa relacionados.

A B S T R A C T

The paleoecologic reconstruction of the "lower siltstone member" in the Potrerillos Formation (La Fopa Basin) is made on the interpretation of the invertebrate taxa recovered from the Sierra El Antrisco. A latest maastrichtian age is assigned to the "lower siltstone member", according to the stratigraphic ranges of some molluscan species that correspond to the last three million years of the Late Cretaceous. The "lower siltstone member" is subdivided into four lithologic unities that ranges from coarse grained sandstone to very fine grained siltstone. This is interpreted as a transgressive fase which derived in a faunal succession with a climax registered in a deltaic platform environment. The presence of infaunal organisms suggests that the substrate was soft but with a grade of compaction adequate for their life habit. The oxygenation conditions of the benthos are inferred based on the abundance or decrement of bioturbation and sediment color for each of the four unities of the "lower siltstone member". The scarcity of organisms in the last unit is explained by the accumulation of organic matter, which degradation generates anoxic conditions reflected in the dark color of the sediment of this unit. A paleoautoecologic analysis is made for the 61 invertebrate species belonging to the following groups: corals, gastropods, bivalves, cephalopods, annelids, crustaceans, bryozoans and echinoderms. A brief description is given for each taxon, making comments about its geographic and stratigraphic distribution and the type of larvae which they probably possessed. The broad geographic distribution and long stratigraphic range of some gastropod and bivalve species are associated to the possession of planctotrophic larvae. In other hand, it is proposed that those molluscan species with a restricted geographic distribution and short stratigraphic ranges could have typically non planctotrophic larvae. The previous relations depends on the speciation rates which are associated with a geographic isolation that generates a regional distribution of these populations. However, this relations are not always constant if we consider the adaptative strategies of the opportunistic species that alter the proposed pattern. The dominance of the suspension-feeders and carnivores in the Antrisco assemblage is explained on the basis of successive periodos of sediment turbation that inhibit the development of deposit-feeders. The maastrichtian invertebrate assemblages of the Gulf and Atlantic Coastal Plains are dominated by epifaunal suspension-feeders. This pattern differs from the Sierra El Antrisco assemblage which is dominated by infaunal forms. Such discrepancy is associated to a deltaic platform environment with a permanent sedimentary supply that could affect the epifaunal species development. Finally a discussion about the euryhaline character of the Antrisco species leads to infer a low speciation rates for these taxa, as that of the modern euryhaline species. The morphofunctional adaptative strategies are proposed on the basis of an actualist comparison with the modern taxa representatives of the studied species, which correspond to 1369 fossils that were collected in 14 localities of the Sierra El Antrisco in Nuevo Leon State, Mexico.

CONTENIDO

	Pág.
1.- INTRODUCCION.....	1
Antecedentes.....	6
Localización.....	8
Objetivos.....	11
2.- ESTRATIGRAFIA.....	13
Descripción de las unidades.....	20
3.- LOCALIDADES Y DISTRIBUCION DE LA FAUNA.....	22
Localidades.....	22
Distribución de la fauna.....	22
4.- INTERPRETACION PALEOAMBIENTAL.....	28
Paleoclima.....	31
Paleosalinidad.....	31
5.- ANALISIS PALEOAUTOECOLOGICO.....	33
Phylum Coelenterata.....	34
Phylum Mollusca.....	38
Clase Gastropoda.....	38
Clase Bivalvia.....	58
Clase Cephalopoda.....	115
Phylum Annelida.....	130
Phylum Arthropoda.....	136
Phylum Bryozoa.....	147
Phylum Echinodermata.....	150
6.- ANALISIS PALEOSINECOLOGICO.....	153
Análisis trófico.....	153
Dispersión larval.....	161
Sucesión paleoecológica.....	164
7.- DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	172
APENDICE DE GRAFICAS.....	181
BIBLIOGRAFIA.....	186

RELACION DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.- Localización general del área de estudio.....	9
Figura 2.- Ubicación geográfica de las Cuencas de Parras y La Popa (Grupo Difunta) en el noreste de México.	14
Figura 3.- Columnas estratigráficas propuestas por diversos autores para el Grupo Difunta.....	18
Figura 4.- Columna estratigráfica del miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos, indicando las cuatro unidades que lo componen, sus características litológicas y faunísticas, así como sus localidades.....	19
Figura 5.- Ubicación de las localidades del miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos en la Sierra El Antrisco.....	23
Figura 6.- Terminología de las facies representadas en la Formación Potrerillos en la Cuenca de La Popa..	29
Figura 7.- Bioturbación en limolita de la unidad U2.....	32
Figura 8.- Bioturbación en limolita arenosa de la unidad U2.....	32
Figura 9a.- Superficie pulida de <u>Siderastrea</u> sp. en la que se aprecian los márgenes septales dentados (4 x).....	37
Figura 9b.- Colonias de <u>Siderastrea</u> sp. incrustantes sobre un fragmento de ostréido (1.1 x).....	37
Figura 10a, b.- Ejemplares de <u>Nucula chatfieldensis</u> Stephenson que muestran perforaciones de depredación por gasterópodos (1.7 x).....	69
Figura 11.- Ejemplar de <u>Nemodon</u> sp. con una colonia incrustante de <u>Siderastrea</u> sp. en la parte superior de la valva (2.2 x).....	69
Figura 12.- Ejemplar de <u>Glycymeris</u> sp. que muestra horadaciones causadas probablemente por esponjas (3.2 x).....	69
Figura 13.- <u>Pinna laqueata</u> (Conrad) en posición de vida en la unidad U3.....	79
Figura 14a.- Ejemplar de <u>Flemingostrea subspatulata</u> Forbes que muestra perforaciones de esponjas (1.3 x).	79

	Pág.
Figura 14b.- Ejemplar reciente de <u>Crassostrea</u> sp. que muestra horadaciones ocasionadas por esponjas (1.0 x).....	79
Figura 15.- Ejemplar de <u>Pycnodonte mutabilis</u> Morton mostrando perforaciones de es- ponjas cliónodas, perforaciones de bivalvos y poliquetos epibiontes (0.7 x).	85
Figura 16a, b.- Desarrollo de lamelas en dos ejem- plares de <u>Exogyra costata</u> Say de la unidad U3 (0.8 x).....	85
Figura 17a.- Ejemplar de <u>Crassatella vadosa</u> <u>bexarensis</u> Stephenson mostrando los pliegues concéntricos (2.4 x).....	91
Figura 17b.- Ejemplar de <u>C. vadosa bexarensis</u> en que se muestra el grosor de la concha, el molde del músculo aductor y el seno paleal (1.5 x).....	91
Figura 17c.- Ejemplar de <u>C. vadosa</u> que muestra deformación en la parte central de la concha (1.4 x).....	91
Figura 18.- Especimen de <u>C. vadosa</u> mostrando una mal- formación que alteró la comisura (2.3 x).	91
Figura 19.- Ejemplar de <u>Granocardium</u> sp. en el que se observan las espinas y nódulos de la concha (1.5 x).....	99
Figura 20.- Ejemplar de <u>Trachycardium eufaulense</u> <u>huntanum</u> (Stephenson) en el que se aprecia la delgada concha (2.1 x).....	99
Figura 21.- Ejemplar de <u>Pachycardium stantoni</u> (Wade) en el que se aprecia la concha gruesa y el molde del músculo aductor (0.5 x).....	99
Figura 22.- Familia Petricolidae. Ejemplar que perforó la valva izquierda de un espécimen de <u>Pycnodonte mutabilis</u> (1.8 x).....	99
Figura 23.- Estructura panaloide de la valva izquierda de un ejemplar de hipurítido (12.0 x)....	112
Figura 24.- Valva izquierda de un hipurítido que muestra perforaciones ocasionadas por bivalvos (2.0 x).....	112

	Pág.
Figura 25.- Ostréidos juveniles cementados a una valva izquierda de hipurítido (1.5 x).....	112
Figura 26a, b.- Ensanchamiento anormal de la estructura reticular de la valva iz- quierda de un hipurítido ocasionada por hinchamiento de absorción de agua y pu- trefacción del tejido (1.6 x). b.- Valva izquierda de hipurítido en la que el te- jido reticular no se encuentra tan alte- rado como en la Figura 26a (0.8 x).....	112
Figura 27a, b.- Ejemplar de <u>Eutrophoceras planoventer</u> Stephenson cuya concha fue aplastada por efecto de transporte. El grosor máximo de esta concha es de 11 mm (2.1 x).....	120
Figura 28.- Colonias de briozoarios que crecieron en las zonas de fractura de la concha de un ejemplar de <u>E. planoventer</u> (6.0 x).....	120
Figura 29.- Ejemplar juvenil de <u>E. planoventer</u> en el que no existe fracturación (3.5 x).....	120
Figura 30.- Concha fracturada de un ejemplar de <u>Baculites ovatus</u> Say (1.5 x).....	120
Figura 31.- Evolución de las especies del género <u>Baculites</u> en el Interior Oeste de los Estados Unidos.....	121
Figura 32.- Ejemplar de <u>Pachydiscus arkansanus</u> en el que se aprecian las suturas y el canal del sífunculo (3.0 x).....	126
Figura 33a, b.- Ejemplar fracturado de <u>Sphenodiscus</u> <u>pleurisepta</u> (Conrad). En la Figura b se aprecia una valva de <u>Nucula</u> <u>chatfieldensis</u> Stephenson sobre la con- cha de este mismo ejemplar (1.0 x).....	129
Figura 34.- Colonias de briozoarios que crecieron so- bre una concha de <u>S. pleurisepta</u> (4.2 x).	129
Figura 35.- Molde interno de <u>S. pleurisepta</u> en el que se presentan moldes de colonias de briozoarios (7.5 x).....	131
Figura 36.- Tubo de <u>Hamulus</u> sp. fijo a una concha de <u>S. pleurisepta</u> (5.7 x).....	131

Figura 37.- Ejemplar de <u>S. pleurisepta</u> sobre el que se encuentra el molde de una probable lapa (0.9 x).....	134
Figura 38.- Ejemplar de <u>S. pleurisepta</u> en el que se aprecian los nódulos laterales de la concha (0.8 x).....	134
Figura 39.- Tubo de <u>Hamulus huntensis</u> Stephenson en el que se observan huellas de perforación provocadas por esponjas (1.5 x).....	134
Figura 40.- Tubo de <u>H. huntensis</u> en posición horizontal, al lado de una colonia de <u>Siderastrea</u> sp. (0.6 x).....	134
Figura 41.- Crecimiento en enjambre de <u>H. huntensis</u> (2.0 x).....	135
Figura 42.- Ejemplar de <u>H. huntensis</u> fijo a una concha del gasterópodo <u>Turritella trilira</u> Morton (1.3 x).....	135
Figura 43.- Ejemplar de <u>H. huntensis</u> fijo a la valva izquierda de un ejemplar de <u>Exogyra costata</u> Say (1.2 x).....	135
Figura 44a, b.- Tubos de <u>H. huntensis</u> fijos a fracturamientos de conchas de ostréidos (a, 1.0 x; b, 2.0 x).....	135
Figura 45.- Tubos de <u>H. huntensis</u> que crecieron fijos unos a otros (1.4 x).....	135
Figura 46.- Exuvia de <u>Dakoticancer australis</u> Rathbun (2.0 x).....	145
Figura 47.- Exuvia de <u>D. australis</u> en el molde de una galería de bioturbación (0.9 x).....	145
Figura 48a, b.- Exuvias de <u>Costacopluma mexicana</u> Vega y Perrilliat. a.- Ejemplar que sufrió aplastamiento por transporte (1.8 x). b.- Ejemplar sin alteración para comparación (1.9 x).....	145
Figura 49.- Ejemplar de <u>C. mexicana</u> en el que se conserva el abdomen (2.0 x).....	145
Figura 50.- Artejo de <u>C. mexicana</u> (5.7 x).....	145
Figura 51a, b.- Exuvias de ejemplares juveniles, correspondientes a <u>C. mexicana</u> (a, 7.0 x;	

	Pág.
b, 4.5 x).....	146
Figura 52a, b.- Moldes de galerías, elaboradas probablemente, por ejemplares de <u>C. mexicana</u> (a, 0.9 x; b, 1.9 x).....	146
Figura 53.- Ejemplar de la Familia Carcineretidae en el que se preservaron los apéndices y quelas (1.0 x).....	152
Figura 54.- Concha de gasterópodo cubierta por colonias de briozoarios de <u>Conopeum</u> sp. (3.0 x).....	152
Figura 55.- Vista aboral de un ejemplar de <u>Hemiaster bexari</u> Clark (1.9 x).....	152
Figura 56.- Porcentaje de especies de gasterópodos y bivalvos en relación a su tipo de larva y a su distribución en las unidades del miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos.....	163
Figura 57a, b, c.- Fragmento de hueso de dinosaurio en el que se aprecian ostréidos (a), algas calcáreas (b) y colonias de briozoarios (c) incrustados (a y b, 0.7 x; c, 30.0 x).....	166
Figura 58.- Colonia de <u>Siderastrea</u> sp. (6.5 x).....	170
Figura 59.- Ejemplar de <u>Eutrophoceras planoventer</u> Stephenson, correspondiente a la unidad U4, en el que se aprecia fractura de la concha (1.0 x).....	170
Figura 60.- División de los miembros superiores de la Formación Potrerillos.....	176
Figura 61.- Capa de la unidad U2 en la que se encuentran ostréidos, amonites y tubos de poliquetos... ..	176
Figura 62.- Gasterópodo en el que se conservó el canal sifonal (1.5 x).....	177
Figura 63.- Capa en la que se encuentran el gasterópodo infaunal <u>Turritella trilira</u> (a) y el bivalvo epifaunal <u>Flemingostrea subspatulata</u> (b)....	177
Figura A.- Distribución de las especies de invertebrados en las unidades del miembro inferior de limolita.....	182

	Pág.
Figura B.- Distribución de ejemplares de gasterópodos y bivalvos del miembro inferior de limolita con respecto a su tipo de habitat.....	183
Figura C.- Distribución de las especies de gasterópodos y bivalvos del miembro inferior de limolita con respecto a su tipo de habitat.....	184
Figura D.- Porcentajes de las especies del miembro inferior de limolita de acuerdo a su tipo de alimentación.....	185

R E L A C I O N D E T A B L A S

Tabla 1.- Distribución de las especies y número de ejemplares por localidad en la Sierra del Antrisco.....	24
Tabla 2.- Número de especies, porcentaje de especies, número de ejemplares y porcentaje de los mismos en las localidades de la Sierra El Antrisco.....	25
Tabla 3.- Relación de las especies de la Sierra El Antrisco, con respecto a su hábito de vida y alimenticio.....	155
Tabla 4.- Relación del tipo de larva de las especies de gasterópodos y bivalvos de la Sierra El Antrisco.....	162
Tabla 5.- Alcance estratigráfico de las especies de gasterópodos y bivalvos del miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos.....	178

1.- INTRODUCCION.

Las limitaciones que implica el registro fósil en la elaboración de estudios paleoecológicos han sido señaladas por diversos autores, sin embargo, no podemos negar la importancia que revisten los intentos de reconstrucciones paleoambientales, basados en las dos principales herramientas con que cuenta la Paleontología para inferir tales parámetros: el análisis sedimentológico y el estudio de los grupos fósiles presentes. De alguna forma, los trabajos paleoecológicos basados en microfósiles, se ven favorecidos por la disponibilidad, en la mayoría de los casos, de una cantidad considerablemente representativa de organismos, siendo factible aplicar pruebas estadísticas, cuyos resultados sean confiables. Así mismo, existe la posibilidad de tener representadas a la mayor parte de las especies que integraban la composición estudiada.

Las composiciones correspondientes a medios marinos, han gozado de cierta preferencia por parte de los paleontólogos en la elaboración de reconstrucciones paleoecológicas, debido a que un gran porcentaje de los depósitos del Fanerozoico, son de ambientes marinos, y a que el ecosistema marino actual representa un modelo general para interpretar las condiciones ambientales y relaciones tróficas de tales paleoecosistemas. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que las condiciones climáticas de eras anteriores fueron considerablemente diferentes de las actuales, así como la distribución de zonas sumergidas y emergidas, que influyeron

directamente en la diversidad y tipos de facies. Durante el Paleozoico y Mesozoico de Norteamérica, grandes partes del continente se encontraban sumergidas en mares epicontinentales someros, propiciando el desarrollo de comunidades bentónicas, con una amplia diversidad de especies (Petersen, Rigby y Hintze, 1980).

El mayor potencial de conservación de las especies bentónicas, aún con transporte post-mortem, es un factor que da cierta confiabilidad para la realización de estudios paleoecológicos. Sin embargo, estudios tafonómicos en comunidades recientes deben ser tomados en cuenta al realizar trabajos paleoecológicos detallados, con el fin de tener una visión más amplia de los factores que pueden alterar la representatividad de una paleocomunidad (Cummins *et al.*, 1986; Staff *et al.*, 1986).

El medio bentónico representa uno de los ecosistemas más antiguos en la historia de la vida. A través del Fanerozoico, este medio sufrió cambios en su composición taxonómica y en sus caracteres funcionales (Jablonski y Bottjer, 1983). Considerado como el fundador de la Paleoecología, E. Forbes vinculó sus observaciones sobre invertebrados bentónicos actuales, con los conceptos geológicos del registro fósil de grupos afines y con los cambios ambientales asociados a dicho registro (Ladd, 1959). La asociación entre la Geología y la Ecología fue evidente en los intereses de eminentes geólogos como T. C. Chamberlain y H. C. Cowles. Indiscutible fue la influencia que Lyell tuvo en Darwin para que este postulara la idea de la Selección Natural y se puede afirmar que en este caso, la Paleoecología introdujo la dimensión

del tiempo en la Ecología, derivando en el concepto de evolución.

Ladd (1959)) señaló que el interés por la Ecología fué creciendo en los paleontólogos marinos en la década de los 30 del siglo XX. La dicotomía entre Paleoeología como rama de la Geología, y la Ecología como parte de la Biología, fué subrayada por autores como Ager (1963) e Imbrie y Newell (1964). Al final del siglo XIX, estudios sobre macrofósiles y microfósiles establecieron claramente secuencias de cambio en las composiciones de organismos y, por inferencia, de ambientes (Mc. Intosh, 1985). El vínculo más importante entre la Geología y la Ecología fué la adopción, por parte de geólogos y ecólogos, del concepto uniformitarianista, el cual es cuestionado actualmente por diversos autores. Un punto importante, derivado del uniformitarianismo, es el señalado por Clemens (1904), quien afirmó que la sucesión ecológica ha sido esencialmente la misma a través del pasado geológico, hasta la actualidad. Dicha afirmación fué basada en estudios de sucesiones en Ecología Vegetal; no obstante, las sucesiones en comunidades marinas actuales han probado ser similares a aquellas registradas en asociaciones fósiles (Haymon y Koski, 1985).

Los reemplazamientos ecológicos a largo plazo se ven perfectamente ejemplificados en las sucesiones de los taxa predominantes del medio bentónico, a través del registro geológico. Ciertos grupos de invertebrados bentónicos, que alguna vez prevalecieron en amplias áreas del fondo marino, han declinado o desaparecido, mientras otros que eran representados escasamente en dichas paleocomunidades, se convirtieron en los dominantes, fuera

por desplazamiento ecológico o por extinción de los primeros. Los grupos desplazados que no sufrieron extinción, se convierten en organismos que preservan características "primitivas" en relación a los taxa afines, siendo considerados como organismos pancrónicos, cuyo habitat pasó de ser de zonas someras, a profundidades abisales. Tal es el caso en los moluscos, de grupos como los monoplacóforos, escafópodos y nautiloideos.

La sucesión en el dominio de las comunidades bentónicas del Paleozoico y Mesozoico, se ve marcada por el desplazamiento de los braquiópodos a cargo de los pelecípodos suspensivos (Gould y Calloway, 1980). Sin embargo, otros autores proponen que la abundancia de los braquiópodos en los paleoecosistemas bentónicos durante el Paleozoico, se debió a la mayor tolerancia de estos ante condiciones de turbiedad, las cuales no son favorables para el desarrollo de bivalvos suspensivos, que verían contaminados o colapsados sus sistemas de filtración (Steele-Petrovic, 1975).

La mayoría de los fósiles marinos se encuentran preservados en sedimentos de grano fino que originalmente constituirían un sustrato blando. Durante el Paleozoico, estos habitats fueron dominados por organismos sésiles suspensivos, tales como braquiópodos articulados, corales rugosos y tabulados, briozoarios, blastoideos y arqueociátidos, los cuales fueron desplazados al final del Paleozoico, por filtradores más eficientes (Thayer, 1979). En la actualidad, las comunidades bentónicas están representadas primariamente por alimentadores de depósito, los cuales desplazaron en el dominio de estas comunidades, a los suspensivos en el

inicio de la Era Cenozoica (Hansen et al, 1987). Los alimentadores de depósito "dragan" las partículas orgánicas contenidas en el lodo o la arena, en tanto que los suspensívoros filtran las partículas de la columna de agua. De esta forma, la turbiedad generada por los alimentadores de depósito, en forma de sedimento suspendido o heces que contaminan, colapsan y/o sepultan a los suspensívoros (Thayer, 1983). Es por esto que las comunidades bentónicas actuales de fondos rocosos y/o arenosos presentan una dominancia relativa de suspensívoros, que en cambio son escasos en fondos de lodo suave, en donde los alimentadores de depósito son abundantes (Rhoads, 1970; Rhoads y Young, 1970). La escasez relativa de suspensívoros en sustratos lodosos suaves de ambientes actuales, puede ser debida a su sepultamiento, o a la saturación de sus sistemas de filtración por exceso de partículas de sedimento suspendidas.

También se ha señalado la importancia de los estudios paleoecológicos en la comprensión de los cambios ambientales y de la evolución de los diversos ecosistemas que han conformado la biósfera. Dentro de los ecosistemas marinos, el bentónico cuenta con un registro bastante completo y confiable, a partir del cual se han señalado tendencias evolutivas de los taxa que los integran o han integrado, así como las interpretaciones derivadas de la morfología funcional y su papel en la sucesión ecológica temporal, que implica el desplazamiento de ciertos grupos por otros mejor adaptados, o con características que les permitieron explotar y/o tolerar ciertos parámetros físicoquímicos del ambiente.

Antecedentes

El Grupo Difunta fue descrito formalmente por Murray y colaboradores (1962), sin embargo, existen trabajos anteriores en los que se dan algunas descripciones estratigráficas de diferentes zonas del grupo, como las de Hill (1891, 1893, 1923), Boese y Cavins (1927) y Burckhardt (1930). Trabajos posteriores al de Imlay se abocaron principalmente a problemas de Estratigrafía, Geología Estructural e interpretación ambiental, como los de Humphrey (1941, 1956a, 1956b), Humphrey y Díaz (1954), Imlay (1937a, 1937b, 1944a, 1944b), Cserna de (1956a, 1956b), Murray, Wolleben y Boyd (1959, 1960), Weidie y Murray (1961, 1967), Mc. Bride y colaboradores (1970, 1971a, 1971b, 1974a, 1974b), Wolleben, Mc. Bride y Weidie (1970), Weidie, Wolleben y Mc. Bride (1970a, 1970b, 1972), Laudon (1984).

A pesar de que en la mayoría de los trabajos citados anteriormente se hace referencia a algunas especies de fósiles, no es sino hasta 1977 en que Wolleben publica un trabajo sobre la Paleontología del Grupo Difunta en el noreste de México y enlista la fauna que corresponde a una especie de coral, 13 de gasterópodos, 28 de bivalvos, 7 de cefalópodos, una de anélidos y dos de equinodermos, registradas para ocho formaciones del grupo.

Posteriormente, Vega y Ferrilliat (1983) describen el material recolectado en el miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos, integrante de la Cuenca de La Popa. En este trabajo se incluyen descripciones de algunos taxa que no habían sido referidos para la zona. Se describe solo el material que corresponde al

Phylum Mollusca, integrado por 17 especies de gasterópodos, 20 de bivalvos y 5 de cefalópodos. Considerando el número de especies de moluscos enlistado por Wolleben (op. cit.) para ocho formaciones, la diversidad registrada en el miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos es considerable y enfatiza la necesidad de realizar estudios más allá de los meramente taxonómicos. Esta diversidad no solo se ve reflejada en el Phylum Mollusca, sino que además se reportan corales, vermes, briozoarios, equinodermos, dientes de tiburón, restos de dinosaurios y crustáceos (Vega y Perrilliat, 1983). De estos últimos, Vega y Perrilliat (1985) describen una nueva especie del género Costacopluma Collins y Morris, que había sido registrado únicamente para el Cretácico Superior y el Paleoceno de Africa, constituyendo el primer reporte del género para América.

Los trabajos paleoecológicos de macroinvertebrados son relativamente escasos en México. La mayor parte de estos estudios se han abocado a faunas terciarias y cuaternarias de los depósitos de Baja California (Watson y Flessa, 1979; Ekdale, 1973; Stump, 1981; Alencaster y colaboradores, 1984, entre otros). De igual forma, encontramos pocos estudios de este tipo para los depósitos del Cretácico Superior en el Golfo y Planicie Costera. Entre éstos, destaca el estudio realizado por Jablonski (1979) sobre la Paleoecología, Paleobiogeografía y evolución de los bivalvos y gasterópodos del Cretácico Superior presentes en los depósitos de la Provincia del Golfo y Planicie Costera del Atlántico, comprendiendo parte del noreste de México. Estudios posteriores han

tendido a ser análisis paleoecológicos muy someros, aunque no carentes de validez. Hurtado (1984) realiza un estudio interpretativo sobre algunos moluscos de la Formación Méndez en San Luis Potosí.

Localización

El Área de estudio se ubica a 50 km al NW de la Ciudad de Monterrey, Nuevo León y a 14 km al WNW de la población de Mina, Nuevo León, y está comprendida en la región conocida localmente como "Cañón de Potrerillos", dentro del Municipio de Mina. Las coordenadas entre las que se localiza la zona son: 26 00'-26 04' latitud N y 100 38'-100 41' longitud W (Figura 1).

La vía de acceso al área es por medio de la Carretera Federal No. 53, que comunica a las Ciudades de Monterrey, Nuevo León y Monclova, Coahuila. En el kilómetro 80 de esta carretera, se encuentra hacia el W una terracería que se bifurca a los 7 km; la desviación SE lleva al Rancho Las Ovejas, en cuyas inmediaciones se encuentran las localidades estudiadas, que son afloramientos situados en los flancos N y NW de la Sierra El Antrisco, la cual corre W-E, con una longitud aproximada de 15 km y se curva hacia el N en su extremo oriente.

La región tiene un clima semidesértico, caluroso y seco, de fórmula BWhw (García de Miranda, 1980), con una temperatura anual promedio de 25 grados centígrados, que puede subir hasta 50 grados durante la Canícula y bajar a -15 grados en los meses de enero y febrero. Las lluvias son muy escasas. La precipitación media anual

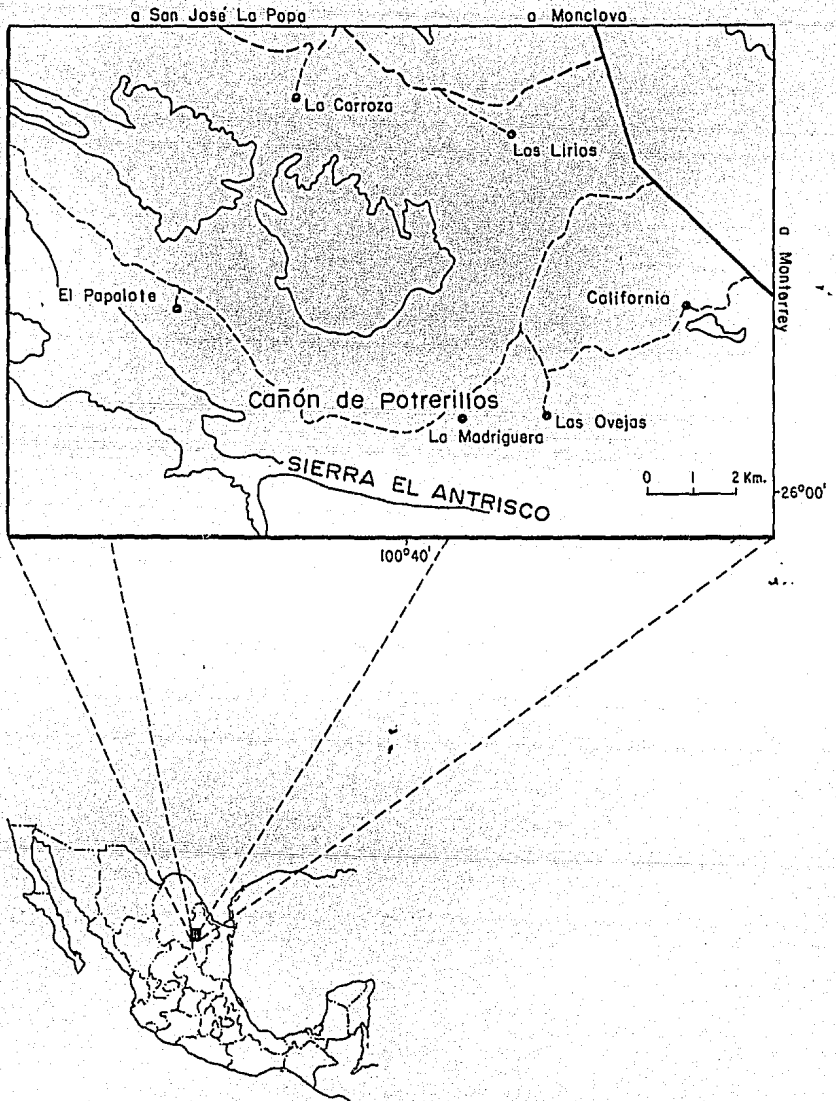


Fig.1.- Localización General del área de estudio.

es de 200 mm, con temporadas hasta de 5 años en las que no se registran lluvias. La vegetación típica es el matorral desértico rosetófilo, en el que predominan especies como el Ocotillo, la Gobernadora, la Lechuguilla, el Nopal Cegador, el Mesquite y el Huizache.

Objetivos

Este estudio tiene como objetivo analizar, grupo por grupo y globalmente, las características adaptativas inferidas a partir del estudio de la morfología funcional, de los taxa presentes en una composición bentónica de edad Cretácica Tardia (Maastrichtiano), en el noreste de México. La última presencia de paleocomunidades bentónicas de sustrato suave, dominadas por suspensivos y epifaunales, fue en el estadio final del Periodo Cretácico, o sea, el Maastrichtiano. La importancia del estudio de estas composiciones es evidente, ya que una tendencia a la "modernización" de este tipo de comunidades se estaba llevando a cabo y muchos grupos depredadores, cuya presencia es fundamental en la estructura de estas paleocomunidades, tendían a una mayor diversificación (Vermeij, 1977).

Se proporciona información sobre la distribución paleogeográfica de ciertas especies con base en trabajos previos de diversos autores especialistas en faunas cretácicas de moluscos. Así mismo, se propone una sucesión faunística para la paleocomunidad estudiada, tomando en consideración las características litológicas y de contenido fósil, indicando las adaptaciones que al tipo de sustrato y contra la depredación, presentaban las especies estudiadas. De esta forma, se contribuye al conocimiento de la estructura de las paleocomunidades bentónicas maastrichtianas y de las estrategias adaptativas que presentaban ante las condiciones ambientales de un medio deltaico, proporcionando una perspectiva en la evolución de las comunidades

bentónicas de sustratos suaves.

La composición estudiada está integrada por 61 especies de 6 Phyla de invertebrados marinos, asociados a un ambiente deltaico de edad Maastrichtiano tardío en el noreste de México. Los depósitos que contienen esta fauna forman parte de las unidades litológicas de la Cuenca de La Popa, que a su vez integra, junto con la Cuenca de Parras, el Grupo Difunta, cuyo rango estratigráfico va del Campaniano al Eoceno inferior (Ypresiano o Wilcox).

2.- ESTRATIGRAFIA

El Grupo Difunta constituye una transición Cretácico Superior-Terciario de sedimentos terrígenos depositados en dos cuencas sedimentarias denominadas como la de Parras y La Popa. La distribución geográfica del grupo abarca la porción S y SE del Estado de Coahuila y parte del NW del Estado de Nuevo León (Figura 2).

La Sierra Madre Oriental bordea el grupo al S y W, mientras que al N se encuentra la Plataforma de Coahuila y al E, la Planicie Costera del Golfo.

La Formación Difunta fue definida por Imlay (1936), ubicando la localidad tipo cerca del Cerro La Difunta, en las inmediaciones del Pozo-Boquillas, Coah. Esta misma localidad fue tomada por Murray y colaboradores (1962) al formalizar el Grupo Difunta, dividiéndolo en siete formaciones con base en la presencia de capas rojas. En un trabajo mas reciente, Mc. Bride y colaboradores (1974b) describen catorce formaciones integrantes del Grupo Difunta, nueve de las cuales corresponden a la Cuenca de Parras (en orden de antigüedad: Cerro del Pueblo, Muerto, Cerro de La Huerta, Cañon del Tule, Tanque, Las Imágenes, Cerro Grande, Las Encinas y Rancho Nuevo), y cinco a la Cuenca de La Popa (en orden de antigüedad: Muerto, Potrerillos, Adjuntas, Viento y Carroza), asignando una edad maastrichtiana para la mayor parte del grupo, basados en la presencia de Exogyra costata Say y Sphenodiscus pleurisepta (Conrad), que son fósiles índice de dicha edad. La formación mas

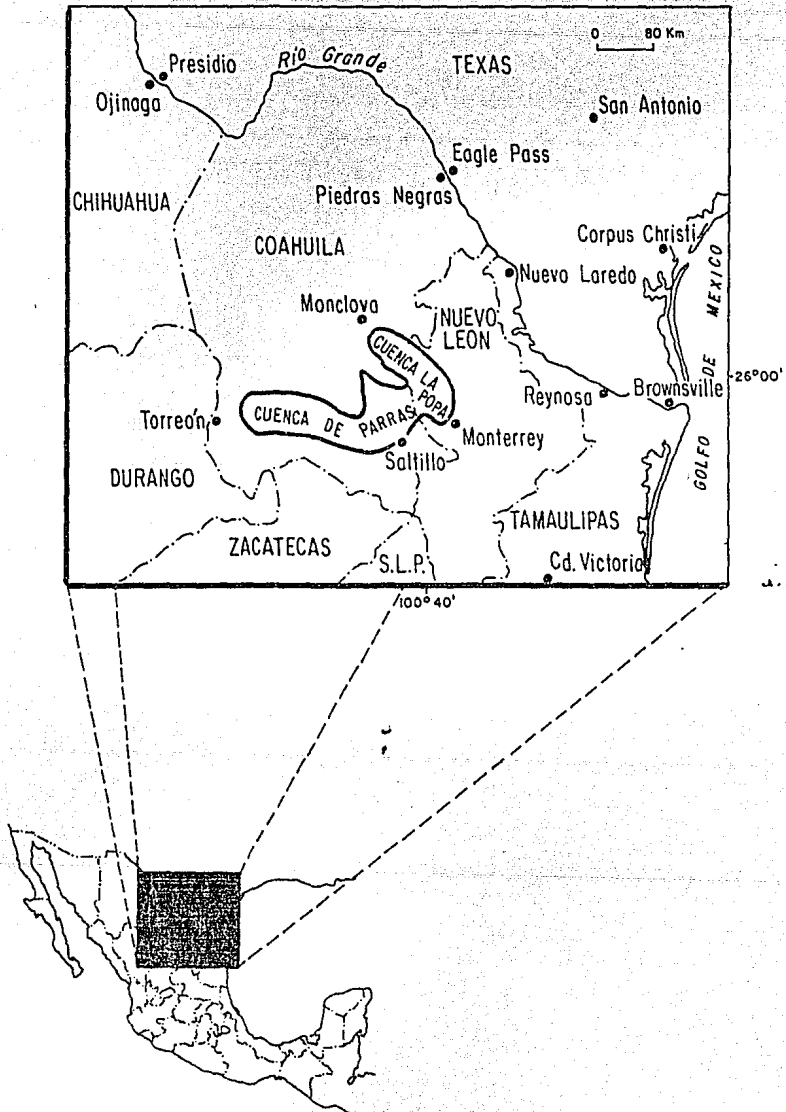


Fig.2.-Ubicación geográfica de las Cuencas de Parras y la Popa (Grupo Difunta) en el noreste de México.

antigua (Cerro del Pueblo) es datada con una edad campaniana, por la presencia de E. ponderosa Roemer, en tanto que la Formación Rancho Nuevo, es propuesta como la más joven del grupo, con una edad paleocénica, en virtud de encontrarse nautiloideos como (Cimomia haltomi (Aldrich) y Hercoglossa sp. aff. H. fricator (Beck)). Se afirma que todas las formaciones de la Cuenca de La Popa corresponden al Maastrichtiano. El informe de Mc. Bride y colaboradores (1974b) sobre la presencia de E. costata y amonites en la Formación Viento es dudoso, ya que dicha formación descansa sobre la Adjuntas, en la cual Vega y Ferrilliat (1985) registran una edad ypresiana o Wilcox (Eoceno temprano), basados en la presencia de Venericardia planicosta Lamarck y Turritella montoni postmontoni Conrad. Las formaciones suprayacentes (Viento y Carroza), han sido prospectadas en busca de índices de edad, sin resultados a la fecha. La existencia del Paleoceno en la Cuenca de La Popa no había sido registrada. Recientemente, Vega (1987) da a conocer la presencia del Paleoceno en la Formación Potrerillos, sobre la cual descansa la Adjuntas. De esta forma, el hallazgo de Cimomia haltomi, Venericardia sp., y de palinomorfos diagnósticos (Enrique Martínez, com. pers.), así como la ausencia de especies cretácicas, permitieron asignar una edad paleocénica (Midwayano) para los miembros superiores de la Formación Potrerillos, cuya definición original se da a continuación (Mc. Bride et al, 1974b; p. 1617):

"The Potrerillos Formation includes all strata between the underlying Muerto Formation and the overlying Adjuntas Formation.

The Potrerillos is approximately 50 percent shale and mudstone, 30 percent siltstone, 18 percent mudstone and 2 percent limestone; 24 percent of the rocks...are covered. It includes five laterally extensive gray clastic members, eight carbonate lentils and one clastic tongue that contains red beds. The formation name is taken from Cañon de Potrerillos. The formation has the greatest outcrop area of all Difunta units exposed in the La Popa basin and is the main valley-former in this area. The Potrerillos has a maximum thickness of 2,300 m at the type locality, but thins to the south and west. To the east and north, it has been eroded. The lower part of the formation is continuous with the Tanque Formation at the boundary between the Parras and La Popa basins, but erosion has stripped the upper part of the formation, making correlation possible here only by inference. The lower contact is the top of a sandstone bed > 1.5 m thick that occurs beneath a predominantly siltstone sequence. The upper contact is the top of a sandstone bed > 1.5 m thick that occurs closest below red strata assigned to the overlying Adjuntas Formation. Both contacts are conformable."

Los cinco miembros que integran la Formación Potrerillos, definidos por Mc. Bride y colaboradores (1974b) son, de antiguo a reciente: miembro inferior de limolita, miembro de lodolita, miembro medio de limolita, miembro superior de lodolita y miembro superior de arenisca. La base del miembro superior de lodolita contiene índices de edad paleocénica (Vega, 1987), por lo que los dos miembros superiores de la Potrerillos se asignan al Midwayano, proponiéndose que el contacto k-T es concordante, ya que no se

registraron evidencias de discordancia angular o erosional. En la Figura 3 se resumen los trabajos estratigráficos que se han realizado para el Grupo Difunta.

Como se ha señalado, el presente estudio se aboca a la fauna de invertebrados presente en el miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos, que se ha definido como sigue (Mc. Bride et al, op. cit.; p. 1617): "The Lower Siltstone Member is predominantly bioturbated friable siltstone and very fine sandstone. The member is well exposed in the type section of the formation, where it is thicker than 330 m. Sphenodiscus pleurisepta, Coahuilites sp., a few corals, and many oysters occur within several feet above the base of the member. The top of the member is defined as the top of the siltstone bed where, in a 30-m-thick section, mudstone makes up greater than 50 percent of the unit. The lower siltstone member includes lower delta platform and delta-margin shelf deposits."

El miembro aflora en el flanco N y NW de la Sierra El Antrisco, presentando una litología variable, con sedimentos que van desde arenisca de grano grueso en su base, hasta capas cuyo mayor porcentaje está dado por limolita, cerca de la cima. El miembro se ha subdividido en cuatro unidades, con base en las variaciones de litología. En la Figura 4 se muestra el alcance estratigráfico de los miembros de la Formación Potrerillos, así como las características litológicas y faunísticas de las cuatro unidades en que fue dividido el miembro inferior de limolita. También se esquematiza la posición estratigráfica de las 14 localidades de la

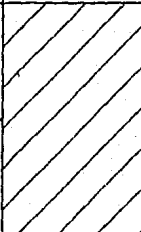
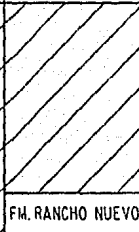
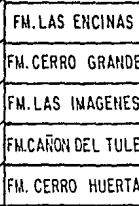
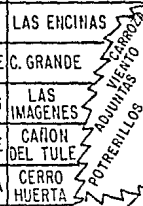
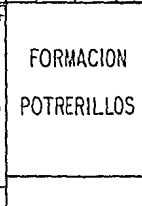
AUTOR			Imlay, 1936	Murray, <u>et al.</u> ,1962	Mc. Bride, <u>et al.</u> ,1974	Vega y Pe- rillat,1986	Vega, 1987			
AREA			CUENCA DE PARRAS	CUENCA DE PARRAS	CUENCA DE PARRAS y POPA	CUENCA DE LA POPA	CUENCA DE LA POPA			
TERCIARIO	PALEOCENO					FM. CARROZA	FM. CARROZA			
	EOCENO					FM. VIENTO	FM. VIENTO			
CRETACICO SUPERIOR	Midwayan								FM. ADJUNTAS	FM. ADJUNTAS
	Maastrichtiano									FORMACION POTRERILLOS
	Navarro		MIEMBRO SUP. LODOLITA							
	Campaniano	Taylor	FM. RANCHO NUEVO	RANCHO NUEVO	MIEMBRO MED. LIMOLITA					
			FM. LAS ENCINAS	LAS ENCINAS	MIEMBRO INF. LODOLITA					
			FM. CERRO GRANDE	C. GRANDE	MIEMBRO INF. LIMOLITA					
			FM. LAS IMAGENES	LAS IMAGENES						
	LUTITA PARRAS	LUTITA PARRAS	FM. CAÑON DEL TULE	CAÑON DEL TULE						
			FM. CERRO HUERTA	CERRO HUERTA						
			FORMACION DIFUNTA	FORMACION CERRO DEL PUEBLO	FORMACION MUERTO	FORMACION MUERTO				
FORMACION MUERTO			FORMACION MUERTO	LUTITA PARRAS	LUTITA PARRAS					

Fig.3.- Columnas estratigráficas propuestas por diversos autores para el Grupo Difunta.

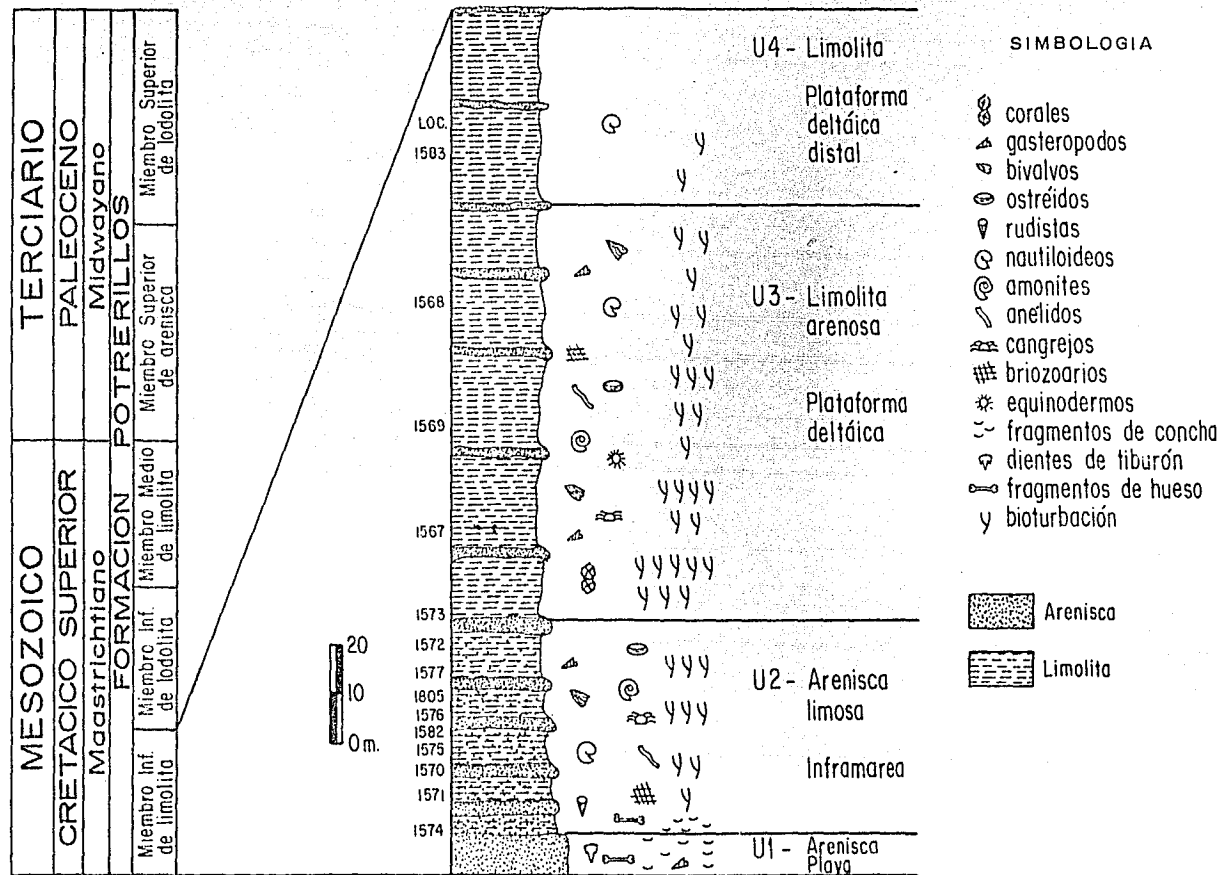


Fig.4.-Columna estratigráfica del miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos, indicando las cuatro unidades que lo componen, sus características litológicas y faunísticas, así como sus localidades.

Sierra El Antrisco.

La diferenciación y delimitación de las unidades se realizó con base en apreciaciones cualitativas del tipo de roca en el campo. Dado que las localidades constituyen afloramientos puntuales, se elaboró una columna estratigráfica compuesta, basada en las localidades más diagnósticas. La ubicación estratigráfica de los puntos de colecta fue observada en el campo y posteriormente confirmada por análisis de fotografía aérea, con base en los echados apreciados.

Descripción de las unidades

U1) Arenisca basal- Consiste de un espesor aproximado de 8 m de arenisca de grano grueso, compuesta principalmente por clastos de cuarzo. En ella se encuentran algunos ostréidos y gasterópodos indeterminables, así como dientes de tiburón, fragmentos de hueso y dientes de dinosaurio. Hacia la cima, la arenisca tiende a ser coquinoide, predominando los fragmentos de conchas de moluscos y algunos dientes de tiburón, hasta formar una capa de 20 cm de espesor, clasificada como coquina en la cima.

U2) Arenisca limosa- Cuenta con un espesor aproximado de 40 m, sobreyaciendo a la coquina. Está compuesta por arenisca y limolita, presentando un color gris claro y bioturbación. Se encuentran gasterópodos, rudistas, bivalvos, cefalópodos, anélidos, crustáceos, briozoarios y fragmentos de hueso que indican un periodo de exposición antes del sepultamiento, ya que en ellos

están incrustados briozoarios, algas calcáreas y ostréidos. Comprende las localidades 1570, 1571, 1572, 1574, 1575, 1576, 1577, 1582 y 1805.

U3) Limolita arenosa- Comprende el espesor más considerable en la secuencia (90 m), integrado por limolita y arenisca. Su color es gris claro-oscuro, con bioturbación abundante. Están presentes corales, gasterópodos, bivalvos, cefalópodos, anélidos, crustáceos, briozoarios y equinodermos. El sedimento está compuesto por mica (biotita) y óxido de hierro. Incluye a las localidades 1567, 1568, 1569 y 1573.

U4) Limolita- Con un espesor de 40 m, corresponde a la cima del miembro inferior de limolita, con escasos estratos intercalados de arenisca de grano fino. El sedimento es de color gris oscuro, con escasa bioturbación, encontrándose solamente cefalópodos. Esta unidad se encuentra representada por la localidad 1583.

3.- LOCALIDADES Y DISTRIBUCION DE LA FAUNA

Localidades

La ubicación de las 14 localidades, que constituyen afloramientos puntuales, se da en la Figura 5. Todas han sido inscritas en el registro de localidades del Museo de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM. A cada localidad se le ha asignado un nombre informal y un número que será usado sucesivamente para identificar a la localidad.

El material estudiado corresponde a recolectas llevadas a cabo en diferentes temporadas de campo en afloramientos puntuales, sin metodología definida. Sin embargo, todos los ejemplares fueron colectados in situ, con toma de datos sobre la litología a la que se encontraban asociados.

Los ejemplares estudiados se encuentran depositados en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM.

Distribución de la fauna

La distribución de las especies y el número de ejemplares por localidad se da en la Tabla 1. En la Tabla 2 se proporciona el número de especies por localidad y el porcentaje, que del número global de especies, está representado en cada localidad. El mismo tratamiento se hace con el número de ejemplares. El arreglo de las localidades, según la unidad litológica a la que corresponden, es el siguiente:

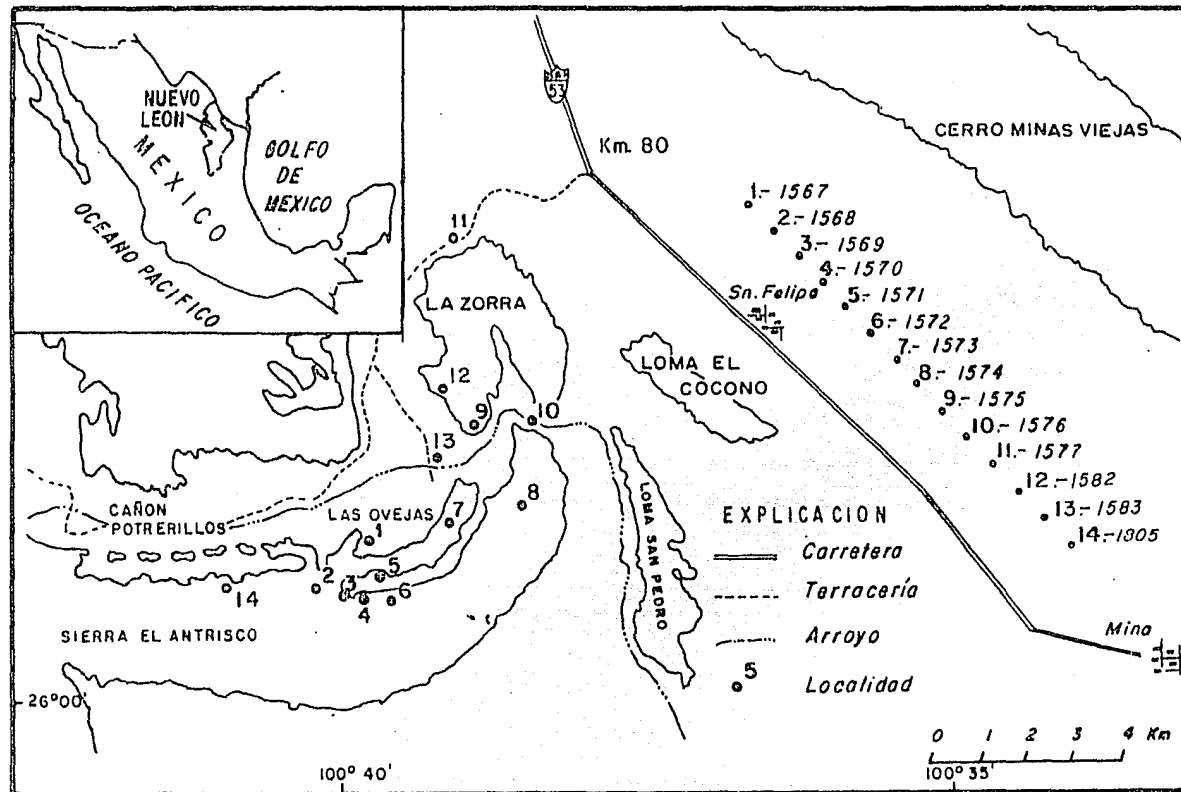


Figura 5.- Ubicación de las localidades del miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos en la Sierra El Antrisco (tomado de Vega y Perrilliat, 1983).

	U3	U3	U3	U2	U2	U2	U3	U2	U2	U2	U2	U2	U4	U2
	1567	1568	1569	1570	1571	1572	1573	1574	1575	1576	1577	1582	1583	1635
GIDARIA (Scleractinia)														
<i>Siderastrea</i> sp.	1			3			1		3					3
GASTROPODA														
<i>Turritella vertebratoides</i> Morton					1		3							1
<i>Haustorium trilinea</i> Morton		2	1		103	6		2			3			3
<i>Anchura</i> sp.					15									
<i>Pugnellus densatus</i> Conrad	1				12		1	3	3			1		2
<i>Gyrodont rotundus</i> Stephenson			1		26			20						
<i>Stantonella</i> sp.					5		3							1
<i>Buccinopsis</i> sp.								7						
<i>Deussenia nipleyana</i> Harbison					24									
<i>Pyrgifusus</i> sp.			1		2			31						
<i>Fasciola</i> sp.			1	1	5									1
<i>Bellifusus</i> sp.					1			3						
<i>Drillula</i> sp.								1						
<i>Gastrophidula</i> sp.								2						
<i>Pyropis</i> sp. A	1				22			5	1			1		
<i>Pyropis</i> sp. B					4			1						
<i>Pyropis</i> sp. C					10			4	2					1
<i>Volutoderma (Longoconchus)</i> sp.					2	1		1						1
<i>Volutomorpha producta</i> Schl					9			27			1			
<i>Liopeplus leioderma</i> (Conrad)					4			4			1	1		
<i>Liopeplus</i> sp.	1				4									1
<i>Striatocostatum</i> sp.					2									1
BIVALVIA														
<i>Nucula chatfieldensis</i> Stephenson					90		2		3	2	2			
<i>Memodon</i> sp.				1	1									
<i>Cucullata capax</i> (Conrad)					2		9	3						
<i>Glycymeris</i> sp.							11		9			2		
<i>Perna laqueata</i> (Conrad)	3				1		30		6			1		1
<i>Inoceramus vanuxemi</i> Meek y Hayden					13		2	1	1			1		
<i>Anomia argentea</i> Morton								1				1		
<i>Volvella</i> sp.				1	5									
<i>Fluminigostrea subspatulata</i> (Forbes)			1				6	1	1			1		1
<i>Pyrenodonte mutabilis</i> Morton							13							
<i>Exogyra costata</i> Say	12				7	10		4	5			4		1
<i>Trigonia</i> sp.							4							
<i>Chusateilla vadosa beakensis</i> Stephenson					10						2	1		
<i>C. vadosa maverickensis</i> Stephenson					10			14						
<i>Chusateilla</i> sp.	1	1	2		59			1	2	1				1
<i>Grimmocardium</i> sp.					1									1
<i>Trachycardium eufaulense huntianum</i> (Stephenson)					5			5				1		
<i>T. eufaulense</i> (Conrad)					4	4		2	3					
<i>Pachycardium stantonii</i> (Hilde)					1			2				1		1
<i>Petricolidae</i>								2						
<i>Panopaea</i> sp.												1		
<i>Pholas pectorosa</i> Conrad								1						
<i>Pholadomya occidentalis</i> Morton									1					
<i>Ph. coahuilensis</i> Inlay														
<i>Pholadomya</i> sp. A														
<i>Pholadomya</i> sp. B						9								
<i>Hippuritoida</i>									12					
CERIALPODA														
<i>Eutrochoceras planoventer</i> Stephenson	2				5			16	2				1	2
<i>Baculites ovatus</i> Say					1	1		13	3			1		
<i>B. grandis</i> Hall y Meek								1						
<i>Baculites</i> sp.						0								2
<i>Pachydiscus arkansensis</i> (Stephenson)					2			1	1	1				
<i>Sphenodiscus pleurisepta</i> (Conrad)	1			13	92		2	70	13			2		3
ASCALIDA (Chaetoroda)														
<i>Hamulus huntensis</i> Stephenson	1		3	7	14	3	3	7	16					
CRUSTACEA (Decapoda)														
<i>Dakotacancer australis</i> Rathbun	1												3	
<i>Costacepluma mexicana</i> Voge y Perrilliat				37	3			148	2				3	1
<i>Carcinoretidae</i>													1	
BRIOZOA (Cheilostomata)														
<i>Conopeum</i> sp.									2	1				
ECHINODERMATA (Echinoidea)														
<i>Hemaster beardi</i> Clark						2								

Tabla 1.- Distribución de las especies y número de ejemplares por localidad en la Sierra de El Antrisco.

	1567	1568	1569	1570	1571	1572	1573	1574	1575	1576	1577	1582	1583	1805	X
No. spp.	11	2	6	12	41	3	23	30	18	5	4	17	1	20	13.8
% No. spp.	18	3.2	9.8	19.7	67.2	4.9	37.7	49.1	29.5	8.2	6.5	27.8	1.6	32.8	20.4
Ejemplares	25	3	10	85	594	10	122	396	74	6	8	26	1	29	99
% Ejemplares	1.8	.2	.7	6.1	43	.7	8.8	28.5	5.3	.4	.6	1.9	.07	2	7.1

Tabla 2.- Número de especies, porcentaje de especies, número de ejemplares y porcentaje de los mismos en las localidades de la Sierra El Antrisco.

Porcentaje de spp.

Epifaunales - 68.9%

Infaunales - 31.1%

Unidad	Localidad	% No. de spp.	% No. de ejemplares
U1	----	----	----
U2	1570	19.7	6.1
U2	1571	67.2	43.0
U2	1572	4.9	0.7
U2	1574	49.1	28.5
U2	1575	29.5	5.3
U2	1576	8.2	0.4
U2	1577	6.5	0.6
U2	1582	27.8	1.9
U2	1805	32.8	2.0
U3	1567	18.0	1.8
U3	1568	3.2	0.2
U3	1569	9.8	0.7
U3	1573	37.7	8.8
U4	1583	1.6	0.07

Observamos que la diversidad aparente, expresada por el porcentaje de especies presente en cada localidad, no va en relacion directa con la abundancia dada por el porcentaje del numero de ejemplares. Sin embargo, esta relacion no es tan clara en algunas localidades, ya que la diversidad esta dada por pocos representantes de cada especie. Tal es el caso de las localidades 1570 y 1573, en las que la diversidad en 1573 (37.7%), es casi el

doble de 1570 (19.7%), y la diferencia en la abundancia no es considerable entre las dos localidades (8.8% para 1573 y 6.1% para 1570). La relación no difiere, incluso entre localidades de la misma unidad litológica. La diferencia en la abundancia de 1571, con respecto a 1805, es muy amplia. Esto podría ser efecto de la intensidad de recolecta, pero el muestreo en todas las localidades fue uniforme, y es factible estimar otros factores que podrían influir en esta distribución, como sería el control de facies o elementos tafonómicos selectivos.

4.- INTERPRETACION PALEOAMBIENTAL

Las Formaciones Cerro del Pueblo (Cuenca de Parras) y Potrerillos (Cuenca de La Popa) son las únicas del Grupo Difunta cuyos depósitos de planicie deltaica (Figura 6) presentan tonalidades grisáceas. Las demás formaciones que corresponden a este subambiente tienen sedimentos de color púrpura a rojo, cuyo origen es atribuido a paleosuelos en la planicie deltaica, expuestos a un clima subhúmedo-subárido con periodos estacionales de sequía y humedad (Mc. Bride, 1974).

Los estratos grises están presentes en todas las facies marinas del Grupo Difunta. Algunos restos de plantas y materia orgánica no identificable (Enrique Martínez, com. pers.) pueden observarse en todos los sedimentos de grano fino de color gris, siendo estos agentes los que proporcionan el color a estos estratos. La bioturbación registrada ha alterado las estructuras primarias en las unidades U2 y U3 principalmente. El valor de obscuridad de un sedimento está en función de la cantidad de carbono orgánico incluido, que a su vez está controlado por: 1) el flujo de materia orgánica durante la depositación, 2) la tasa de sedimentación, y 3) la tasa de oxidación de la materia orgánica (Potter et al, 1980). En secuencias de lutitas gris claro y gris oscuro interestratificadas, aquellas más claras presentan bioturbación, lo que indica condiciones de fondo oxigenado, en contraste con las más oscuras que carecen de bioturbación y que indican condiciones anóxicas (Byers, 1977).

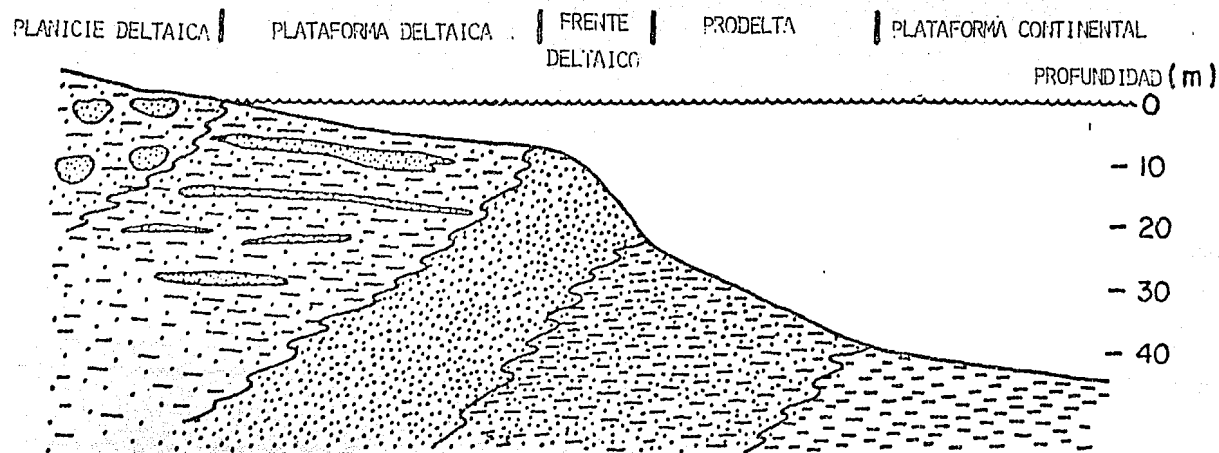


Figura 6.- Terminología de las facies representadas en la Formación Potrerillos en la Cuenca de La Popa. (Tomado de Jablonski, 1979).

Esta interpretación es aplicable a las unidades descritas para el miembro inferior de limolita, pues el color gris de las unidades se va acentuando hacia la unidad U4, en la que la bioturbación es escasa y los organismos bentónicos no se presentan, dadas las condiciones anóxicas que debieron prevalecer en esta unidad, en la que el único fósil encontrado corresponde a un ejemplar del nautiloideo Eutrephoceras planoventer Stephenson, cuya presencia puede ser explicada con base en el transporte y hundimiento de la concha después de muerto el organismo. Las conchas del Nautilus actual pueden sufrir transportes tan considerables, que han sido encontradas en las costas del Pacífico americano, teniendo su distribución en el Indopacífico (Eisenberg, 1981).

Las condiciones someras que imperaban en la unidad U1, no eran las adecuadas para la preservación de galerías de organismos excavadores. El color gris claro de los sedimentos en las unidades U2 y U3, aunado con la gran diversidad y abundancia que se registra en las localidades de estas unidades, concuerda con la interpretación de un bentos con condiciones de oxigenación adecuadas para el desarrollo de este tipo de paleocomunidades, en las que también se desarrollaron organismos excavadores, dejando registro de bioturbación.

El efecto de la bioturbación sobre las propiedades de los suelos submarinos es de gran importancia. La facilidad con la que el animal excava, así como la permanencia de la galería, dependen de la cohesión del sedimento. En el caso de un sedimento sin cohesión, la duración de la galería será muy corta, aunque el

animal vea facilitada su labor, siendo improbable su preservación, como en el caso de la unidad U1. Por otra parte, la excesiva compactación de un sustrato dificultaría la excavación de los organismos con capacidad normal de sepultamiento, siendo escasa la bioturbación en este tipo de sedimentos. La bioturbación registrada en las unidades U2 y U3, es lo suficientemente representativa para inferir un sustrato firme pero no compacto, de tal forma que las galerías se preservaron (Figuras 7 y 8).

Paleoclima

El desarrollo de algunos biostromas en la Formación Potrerillos (Lente de San José, Lente Gorda Inferior y Superior, etc.) compuestos por rudistas, corales y algas calcáreas, son indicativos de un clima cálido que imperó en la zona durante el Maastrichtiano. En el miembro inferior de limolita, la presencia de corales y la gran diversidad de organismos (característica de las regiones tropicales actuales), permiten inferir un clima cálido estable.

Paleosalinidad

La diversidad registrada en los depósitos del miembro inferior de limolita es producto de formas eurihalinas adaptadas al ambiente salobre (Wolleben, 1977) generado por la mezcla del agua fluvial y la marina, conjuntamente con la disponibilidad de nutrientes, característica en estos medios.

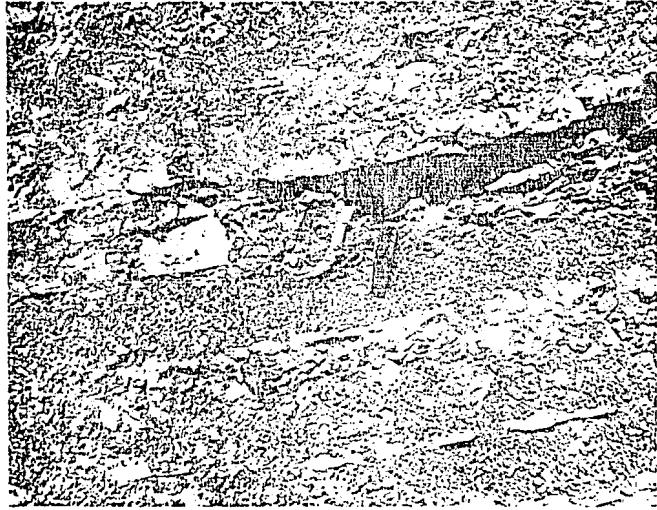


Figura 7 .- Bioturbación en limolita de la unidad U2.

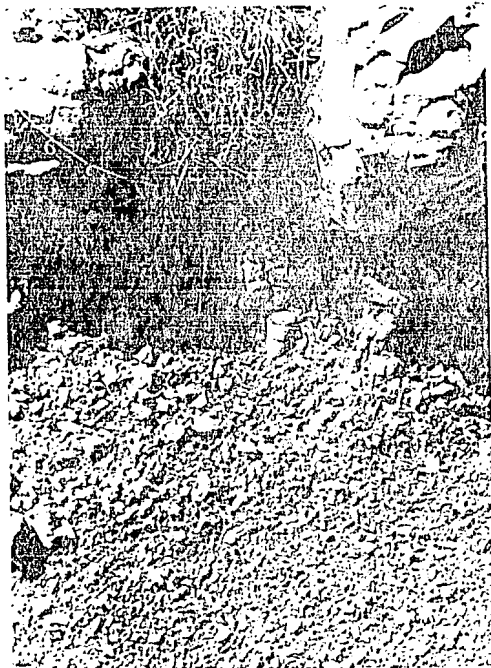


Figura 8 .- Bioturbación en limolita arenosa de la unidad U2.

5.- ANALISIS PALEOAUTOECOLOGICO

La Autoecología se ocupa de las relaciones entre una especie dada y su medio. En los fósiles, implica reconstruir las características funcionales a partir de su estructura (Simpson, 1985). Para otros paleontólogos, la Autoecología puede definirse como la información ecológica concerniente a un organismo o especie, que puede derivarse a partir del estudio de la matriz rocosa y de la especie individual (Laporte, 1974). La Paleoecología es la Ecología del pasado. En principio, no existe distinción entre una y otra, excepto por las limitaciones impuestas por la segunda, dado el corto tiempo para observar los fenómenos ecológicos, y por las impuestas por la primera en virtud de la dificultad de realizar medidas directas o indirectas de los múltiples parámetros. Tales parámetros, como son salinidad, concentración de oxígeno, temperatura, presión, aporte de nutrientes, fluctuación de marea, turbulencia, carácter biótico y abundancia, pueden ser observados y medidos directamente por el ecólogo, pero sólo pueden ser estudiados indirectamente o inferidos con los materiales antiguos con que cuenta el paleoecólogo. Tales inferencias, como se mencionó, se realizan con base en el análisis morfofuncional de los fósiles disponibles y de su matriz rocosa.

El propósito de este capítulo, es analizar cada especie de la composición de invertebrados del miembro inferior de limolita, describir las estrategias que ante el medio pudieron haber desarrollado y dar una discusión sobre el posible papel ecológico que desempeñaron en esta paleocomunidad. Se expresa la abundancia

de la especie con respecto a la composición total y distribución geográfica y geológica, relacionando estas características con el tipo de dispersión larvaria. En algunos casos, se hacen observaciones sobre los ambientes en que han sido citadas las especies, el estado de preservación y las unidades en que fueron encontrados los ejemplares. Dada la escasez de información para algunas especies, su descripción se limita a una recopilación de datos sobre distribución geográfica y/o abundancia en las unidades del miembro inferior de limolita. Por otra parte, en ciertas especies se tocan aspectos evolutivos, que se consideran pertinentes para el análisis de su distribución geográfica.

Phylum Coelenterata

Clase Anthozoa

Subclase Zoantharia

Orden Scleractinia

Suborden Fungiina

Familia Siderastreidae

Género Siderastrea

Siderastrea sp. Entre las diversas formas coralinas de septos con trabéculos, los Fungiina se distinguen por presentar márgenes septales dentados (Figura 9a) y los sinapticulos son escasos o ausentes. Los disepimentos son comunes y los septos típicamente laminares (Easton, 1960). Siderastrea forma colonias masivas,

ramosas o incrustantes, formadas por brotes extratentaculares. Las paredes del coralito están bien definidas, formadas por varios anillos sinápticos.

Los escleractinios actuales se dividen en dos grupos ecológicos: hermatípicos (arrecifales) y ahermatípicos (de aguas profundas). Las formas hermatípicas viven entre la superficie y un máximo de 90 m de profundidad, aunque la mayoría habita en profundidades menores a los 50 m, teniendo su desarrollo óptimo a los 20 m y con una temperatura entre 25 y 29 grados centígrados. El intervalo de salinidad tolerada por estos organismos va de 27 a 40 ppm, prefiriendo las condiciones normales de salinidad oceánica (36 ppm). Una buena circulación de agua es necesaria para el suplemento de nutrientes y oxígeno, así como una fuerte iluminación para su desarrollo. La larva plánula se fija sólo en sustratos duros, tales como rocas, otros corales, conchas y partes esqueléticas de otros organismos sedentarios, así como en partículas de roca de algunos milímetros. Estos corales raramente toleran las áreas de rápida sedimentación y de fondos lodosos o limosos, a menos que se presenten partículas para su fijación. Las formas hermatípicas se caracterizan por la presencia de dinoflagelados o zooxantelas como simbioses en sus tejidos endodérmicos. Este tipo de asociación pudo existir desde el Triásico, aunque probablemente la relación no fue tan estrecha como en los organismos actuales, cuyos requerimientos ambientales son bastante estrictos como resultado de esta asociación.

Los escleractinios eran raros en Norteamérica (excepto en el

Pacífico) hasta el Cretácico, en que desarrollaron arrecifes en México y Texas. En el Cretácico Superior, formas no arrecifales fueron comunes en las costas del Golfo y el Atlántico, en las que desde entonces se distingue el género Siderastrea, que probablemente estuvo restringido a aguas someras y cálidas desde el Cretácico (Thompson, 1982). Estudios realizados por Yonge (1957), sugieren que este género presentaba formas altamente especializadas para ambientes particulares, aunque algunas otras tenían una gran flexibilidad para adaptarse a presiones ambientales. Actualmente existen especies que habitan zonas templadas en las que la temperatura no es la ideal para formas tropicales (Vermeij, 1978). En el Grupo Trinity (Cretácico Inferior) de Texas, Wells (1932) reporta formas de escleractinios que no formaban arrecifes, atribuyéndolo a la fijación larval en zonas de alta energía.

La presencia de formas incrustantes y masivas de Siderastrea en algunas localidades de Nuevo León, sugieren una asociación con fragmentos de conchas de ostreídos (Figura 9b), bivalvos (Nemodon sp.) y de gasterópodos (Volutomorpha producta Sohl). Si se toma en cuenta a cada colonia como un individuo, el porcentaje que representa Siderastrea en la composición faunística total es el 0.8%. Si bien este porcentaje no es considerable, sí indica que esta especie pudo adaptarse a las condiciones que imperaban en las unidades U2 y U3, siendo más numerosa en la unidad U2 (9 ejemplares) que en la U3 (2 ejemplares, ver Tabla 1), alcanzando un desarrollo máximo en una colonia de 3X4X3 cm. La relación simbiótica que se da en las formas actuales no es generalizada para

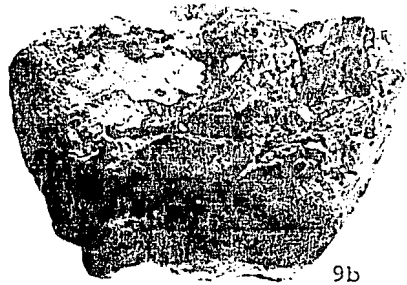
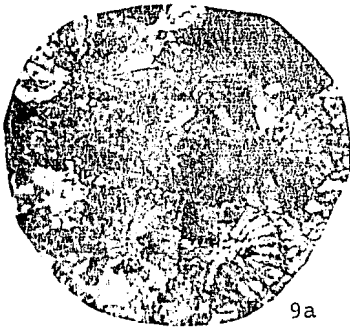


Figura 9a.- Superficie pulida de Siderastrea sp. en la que se aprecian los márgenes septales dentados (4 x).

Figura 9b.- Colonias de Siderastrea sp. incrustantes sobre un fragmento de ostréido (1.1 x).

todas las especies y es probable que no existiera en las colonias del miembro inferior de limolita, lo que daría una mayor tolerancia ante las condiciones de sedimentación de la plataforma deltaica. El estado de preservación de las colonias, sugiere que no sufrieron transporte, desarrollándose sobre fragmentos de concha de bivalvos y probablemente, utilizando conchas de gasterópodos vivos como sustrato, lo cual ha sido observado en comunidades recientes (Kidwell y Jablonski, 1983).

Phylum Mollusca

Clase Gastropoda

Orden Mesogastropoda

Familia Turritellidae

Genero Turritella

Turritella vertebroides Morton. El genero Turritella surge en el Cretácico y prevalece en la actualidad en sustratos lodosos y arenosos de aguas someras, principalmente bajo la línea de bajamar (Morris, 1975) en mares tropicales. El trabajo de Van Straaten (1960) sobre la distribución de conchas de moluscos en el delta del Ródano, le llevó a postular algunas condiciones que imperaron en las composiciones de Turritella en depósitos de lodo, limo y lodo arenoso. Algunas de estas conclusiones son: a) que habitan en fondos cuya composición oscila entre lodo y lodo arenoso (por lo que no es de extrañar que en estado fósil, se hallen en gran abundancia en lutitas y lutitas arenosas); b) que preferentemente

viven en áreas de plataforma continental relacionadas con medios deltaicos (en un sentido muy general se podría decir que con aporte de agua dulce); c) que no poseen un límite bajo de profundidad, pues habitan entre 5 y 100 m, siendo alrededor de los 10-30 m donde son más frecuentes. Las turritelas son gregarias; en la Bahía Amuay, en Venezuela, Petruch (1976) contó más de 500 ejemplares de la especie I. variegata Linnaeus, por metro cuadrado. Viven sepultadas en el sedimento, manteniéndose cercanas a la superficie, con la concha casi paralela a ella y la abertura hacia abajo. Una corriente inhalante es filtrada a través de una depresión de moco consolidado creada por el pie al lado izquierdo de la cabeza, y un sifón exhalante expulsa los desechos en el lado opuesto de la cabeza (Yonge, 1946). Con respecto a la concha, la corriente inhalante pasa por el lado interno de la abertura y la exhalante por el lado externo. Al posicionarse de esta forma en el sustrato, los organismos pueden permanecer sin movimiento aparente durante un año (Bandel, 1976). Como suspensivores infaunales, presentan cilios bucales y son muy sensibles a la contaminación. El organismo cierra la cavidad del manto si percibe la entrada de lodo o limo. El opérculo funciona como filtro de partículas grandes. Los tentáculos pinados de la boca forman una corona en la entrada de la cámara inhalante, permitiendo solo la entrada de fitoplancton y materia orgánica en suspensión (Saul, 1983). El disturbio causado en el agua por la acción combinada de las corrientes alimentarias es considerable, pero no afecta el sedimento. Sin embargo, en sustratos demasiado suaves, estos organismos se ven imposibilitados

para mantener la depresión inhalante y el pie se obstruye (Fretter y Graham, 1962). Como suspensívoros ciliados infaunales, las turritelas cretácicas debieron mostrar requerimientos de sustrato similares a los de las especies actuales; es decir, un fondo lo suficientemente suave para cavar, pero al mismo tiempo adecuadamente firme para preservar la estructura del canal inhalante, con el pie no obstruido y el canal exhalante libre. Dado que los sustratos muy suaves y los relativamente firmes pueden formar el mismo tipo y textura de rocas, la presencia de estos organismos constituye un índice para interpretar condiciones que no se podrían registrar en otras características de la roca. Si suponemos que las turritelas del Cretácico eran infaunales moderadas y que no podían alimentarse en condiciones de aguas turbulentas como sus representantes actuales, podríamos inferir que ocupaban áreas con condiciones de baja turbiedad. Los gasterópodos de espira alta como Turritella, Terebra, Turris y Pyramidella son poco comunes en aguas templadas, pero típicas en mares tropicales de fondos lodosos y arenosos. El hábito infaunal de Turritella favoreció su preservación, ya que los ejemplares no son sometidos a transportación, como los organismos epifaunales, una vez muertos. Stephenson (1941) describe tres variedades de I. vertebroides para el Maastrichtiano del Grupo Navarro en Texas. En el miembro inferior de limolita de la Formación Potrerosillos, I. vertebroides está representada por un porcentaje bajo para la composición faunística total (0.4%), distribuido en las unidades U2 (2 ejemplares) y U3 (3 ejemplares). Es probable que la competencia

interespecifica haya jugado un papel determinante en la diferencia de porcentajes entre I. vertebroides y Haustator trilira Morton (comentado más adelante), dado que las dos especies presentaban un nicho ecológico similar. Los límites de tolerancia a fenómenos de turbiedad y baja salinidad pudieron haber influido en este aspecto. La duración estratigráfica para esta especie se ha estimado en 6 m. a., con una amplia distribución geográfica (Jablonski, 1986).

Género Haustator

Haustator trilira Morton. La abundancia de esta especie con respecto a I. vertebroides es con mucho superior, pues representa el 8.6% de la composición faunística total distribuida en las unidades U2 (117 ejemplares) y U3 (3 ejemplares). En la Tabla 1 se aprecia una exclusión mutua entre las dos especies, ya que con excepción de la localidad 1805, en ninguna otra se registra la presencia de estas dos especies. Esto reforzaría la hipótesis de un desplazamiento de I. vertebroides por estrategias alimenticias o por hábitos de reproducción, ya que en la actualidad existen especies de Turritella vivíparas y ovíparas. Las especies ovíparas fijan sus puestas en granos de grava gruesos. Si el sustrato en que habitan es uniformemente fino, se arrastran al parche de grava más cercano para ovopositar (Bandel, 1976), en tanto que las especies vivíparas no enfrentan este problema, pudiendo reproducirse sin dificultad en sustratos de grano fino, como pudo ocurrir en H. trilira. La unusual ornamentación trilirica de esta especie del

Cretácico del Golfo pudo representar una adaptación antidepredatoria en respuesta a la radiación de los gasterópodos y decápodos molusquívoros en el Cretácico Tardío (Vermeij, 1977, 1978). De hecho, los ejemplares de Nuevo León y de otras unidades del Maastrichtiano del Golfo y Planicie Costera no muestran indicios de depredación reflejados en orificios de perforación de otros gasterópodos, ni cicatrices de rompimiento por crustáceos como las reportadas para formas menos ornamentadas del Cretácico Tardío y recientes (Dudley y Vermeij, 1978). H. trilira es una de las especies más ampliamente distribuida en los depósitos del Maastrichtiano del Golfo y Planicie Costera del Atlántico. Se ha encontrado en Texas, Arkansas, Tennessee, Mississippi, Alabama y Georgia, por lo que esta especie no puede ser considerada como endémica. El carácter planctotrófico inferido para las larvas de esta especie puede explicar su amplia distribución geográfica y su considerable duración en el tiempo geológico (14 m. a.), ya que las especies que presentan esta estrategia larval tenían pocas oportunidades de sufrir un aislamiento geográfico poblacional y, por consiguiente, una especiación que daría como resultado la desaparición de la especie original (Jablonski, 1986).

Familia Aporrhaidae

Género Anchura

Anchura sp. Género característico del Cretácico de la Planicie Costera del Atlántico (Sohl, 1967). Correspondía a formas

alimentadoras de depósito infaunales (Mc. Kerrow, 1978) asociadas a sustratos limosos (Casey, 1961). Presentaban el labio externo sumamente expandido, alejado de la espira, formando un ala que se dividía en el margen externo. El canal sifonal era largo y delgado. El labio externo expandido sirvió probablemente para proteger el cuerpo del organismo, particularmente la cabeza. En las composiciones faunísticas cretácicas del Pacífico, el género se encuentra en ambientes de aguas relativamente tranquilas (Saul, 1983). En la composición de la fauna de Nuevo León representa el 1.0% del total de ejemplares, encontrado en una sola localidad (1571) de la unidad U2. La familia tiene representantes infaunales someros (Yonge, 1937) a epifaunales (Perron, 1978). Anchura, Gracilia y Arrhoges son comunes en las composiciones mixtas de suspensívoros y alimentadores de depósito en la Planicie Costera en el Este de Texas, la Bahía del Mississippi, la Formación Raritan, Bahía de Salisbury, Bahía del Río Grande y la Formación Chattahoochee. La amplia distribución de Anchura, sugiere que sus especies presentaban larvas planctotróficas.

Género Pugnellus

Pugnellus densatus Conrad. Presenta una concha gruesa y la vuelta corporal grande, con una abertura estrecha. Era un alimentador de depósito epifaunal (Stephenson, 1931) muy abundante en el Grupo Navarro de Texas, aunque otros autores sugieren que pudo ser herbívoro (Jablonski, 1979), característico de ambientes

someros de fondo blando. El grosor de la concha constituía una adaptación contra la depredación a cargo de gasterópodos carnívoros o crustáceos decápodos. En la fauna de la Sierra El Antrisco representa el 1.6% de la composición total, distribuyéndose en las unidades U3 (un ejemplar) y preferentemente en la U2 (22 ejemplares). La preservación es bastante aceptable y no se aprecian huellas de abrasión por transporte ni fractura de la concha por depredación, aunque pudo ser vulnerable a la misma, ya que representa el único gasterópodo alimentador de depósito epifaunal. Sin embargo, el grosor de la concha constituyó el medio de defensa ante este factor. Se ha reportado de Nueva Jersey, Maryland, Este de Texas, Alabama, Carolina del Norte, Tennessee, Mississippi y un ejemplar conferible encontrado en Texmalac, Gro. Esta distribución geográfica equivaldría a 2,350 m, con una duración geológica aproximada de 14 m. a., lo cual sugiere que las larvas de esta especie eran planctotróficas y que no presentaban requerimientos ecológicos estrictos para su desarrollo.

Familia Naticidae

Genero Gyrodos

Gyrodos rotundus Stephenson. Concha de espira baja, casi plana con la última vuelta grande y ornamentación dada por costillas anteriores y posteriores. Forma carnívora epifaunal, representada por el 3.4% de la composición de Nuevo León en las unidades U2 (46 ejemplares) y U3 (un ejemplar). La mayor concentración se encuentra

en las dos localidades de la unidad U2 (1571 y 1574). Es la especie de gasterópodos carnívoros más abundante, pudiendo relacionarse a una mayor eficiencia depredatoria, que quizás se dio incluso sobre las otras especies carnívoras que habitaban sustratos blandos (Bottjer, 1981). Se asume que esta especie era capaz de excavar en busca de presas de bivalvos y otros grupos infaunales (Dane, 1929), dado que la familia se caracteriza por la presencia de depredadores activos que se alimentan principalmente de bivalvos y otros gasterópodos (Taylor y Taylor, 1977). G. rotundus se ha reportado del Centro y Este de Texas y Nueva Jersey. Las especies cercanas tienen una amplia distribución y una duración geológica promedio de 11 m. a. (Jablosnki, 1986), por lo que se atribuye un carácter planctotrófico a las larvas de G. rotundus. G. supraplicatus (Conrad) se ha citado para el Maastrichtiano de Guerrero (Alencaster, 1980).

Orden Neogastropoda

Familia Buccinidae

Género Stantonella

Stantonella sp. Los buccinidos surgen en el Cretácico. Poseen conchas fuertes, frecuentemente con ornamentación bien desarrollada. La abertura presenta un canal sifonal o un diente en la base. El labio interno es generalmente liso. Carnívoros epifaunales, considerados depredadores activos, comprenden el 0.6% de la composición en el miembro inferior de limolita en las

unidades U2 (6 ejemplares) y U3 (3 ejemplares).

La composición de depredadores muestra una distribución bimodal en la actualidad, pero el alto número de familias depredadoras en las faunas del Cretácico indica claramente que son diferentes a las faunas de altas latitudes actuales, en las que la riqueza de las formas carnívoras se debe casi completamente a las familias Turridae y Buccinidae (Taylor y Taylor, 1977). Stantonella era carnívoro con capacidad de cavar en busca de presas, utilizando el diente de la abertura para forzar las conchas de los bivalvos e introducir la boca para alimentarse de ellos. Stantonella se ha registrado en los depósitos del Cretácico Superior de la Bahía de Mississippi, de las Carolinas, de Chattahoochee, de la Bahía del Río Grande y de Salisbury. Aunque se considera que las larvas de las especies de este género eran planctotróficas, la duración geológica (2 m. a.) no es considerable. Sin embargo, la distribución geográfica de estas especies es significativa (500 km).

Género Buccinopsis

Buccinopsis sp. Se han reportado 43 géneros de buccinidos en el Cretácico y más de 250 en el Terciario (Moore, Lalicker y Fisher, 1952). Buccinum undatum vive en el litoral somero del Mar del Norte. Una espesa secreción mucosa del pie cementa el sedimento conforme el animal se arrastra, generando un sustrato adecuado para la locomoción. La sedimentación moderada no afecta este movimiento

(Schaefer, 1956). El uso del diente de la abertura de la concha para depredar bivalvos ha sido observada en esta especie (Nielsen, 1975). El hábito carnívoro requiere de la habilidad para detectar a las presas infaunales y epifaunales, implicando el desarrollo de un osfradio y un sifón largo que auxilia en la respiración cuando el gasterópodo excava (Wilbur, 1985). Buccinopsis representa el 0.5% de la composición total, encontrándose en una sola localidad (1574) de la unidad U2 con 7 ejemplares. El género se ha descrito del Este de Texas, Bahía del Mississippi, Arcilla Raritan, Chattahoochee y la Bahía del Río Grande. La distribución geográfica promedio de las especies de este género es de 360 km y la duración geológica promedio es de 2.6 m.a., lo que indica que las larvas de estas especies no eran planctotróficas y que la tasa de especiación debió ser relativamente alta.

Familia Melongenidae

Género Deussenia

Deussenia riplevana Harbison. Concha de tamaño medio, con una vuelta corporal grande y una espira cónica alargada. Ornamentación cancelada. Abertura oval, con el canal sifonal moderadamente largo, carnívoros, cuyas presas eran otros moluscos (principalmente bivalvos). Representa el 1.7% de la composición total, presente en una sola localidad (1571) de la unidad U2 con 24 ejemplares, cuya preservación en general es buena, sin embargo, algunos sirvieron como sustrato para la fijación y crecimiento de poliquetos.

tubícolas (Hamulus sp.), lo cual podría indicar que las conchas sirvieron como sustrato una vez muerto el animal, o que existía una asociación en vida, lo cual parece más probable, ya que la concha vacía sería susceptible al transporte y/o sepultamiento relativamente rápido, en cuyo caso, la preservación no sería buena y los anélidos no tendrían oportunidad de desarrollarse, además de que los tubos dejaron libre la abertura de la concha. El hábito excavador sería improbable de acuerdo a esta última interpretación, ya que los vermes estarían sometidos a una saturación continua de sedimento. D. riplejana ha sido descrita de Tennessee y Georgia, con una distribución geográfica de 800 km y una duración geológica de 2 m. a., por lo que se considera que las larvas de esta especie no eran planctotróficas y que existía cierto grado de endemismo con respecto a las especies del género (Jablonski, 1986). Sin embargo, D. riplejana ha sido reportada en el Maastrichtiano de Texmalac, Guerrero (Alencaster, 1980), lo que indica que esta especie no puede ser considerada endémica, dada su amplia distribución y es probable que la duración geológica señalada por Jablonski (op. cit.) haya sido mayor a 2 m. a., lo que sugeriría un hábito planctotrófico de la larva de esta especie.

Género Fyrifusus

Fyrifusus sp. Concha de espira alta y vuelta del cuerpo grande, con abertura oval. Representado por el 2.4% de la composición total en tres localidades de las unidades U2 (1571 y 1574, con 2 y 31

ejemplares respectivamente) y U3 (1561 con un ejemplar). El género se ha reportado del Este de Texas, la Bahía del Mississippi, Bahía de Raritan y Bahía de Salisbury. Carnívoros epifaunales capaces de excavar en busca de su presa, principalmente bivalvos infaunales. La distribución relativamente restringida de las especies de este género y su corta duración geológica, sugieren que sus larvas no eran planctotróficas y que, probablemente, su tasa de extinción fue alta. La mayoría de los ejemplares están bien conservados, aunque algunos corresponden a moldes internos.

Familia Fasciolariidae

Fasciolariidae. Espira mediana con vueltas convexas y con hombros marcados. Abertura oval que se expande hacia un largo canal sinuoso. Labio interno engrosado. Ornamentación consistente en costillas transversales y concéntricas. Los representantes actuales son depredadores en aguas someras del Golfo de México y Carolina del Norte, atacando preferentemente grandes gasterópodos como Ficus y Strombus (Knopf, 1981), aunque también consumen bivalvos, poliquetos y cirrípedos, siendo por lo general epifaunales. Se ha registrado depredación entre especies del mismo género, como es el caso de Fasciolaria tulipa sobre F. hunteria (Paine, 1963). Incluso se ha reportado que F. tulipa es capaz de depredar sobre gasterópodos que son 85% más grandes que su propia talla. La familia está representada por el 0.6% de la composición total en tres localidades de la unidad U2 (1570, 1571 y 1805) y en una de la

U3 (1569 con un ejemplar). Durante el Maastrichtiano en la Planicie Costera del Atlántico, la familia tuvo una distribución geográfica promedio de 448 km y una duración geológica promedio para sus especies de 3.2 m. a. (Jablonski, 1979), de lo que se infiere que la mayor parte debieron poseer larvas no planctotróficas. El material de Nuevo León no tiene una preservación adecuada para su determinación a nivel generico, por lo que fué asignado a la Familia Fasciolariidae. \

Género Bellifusus

Bellifusus sp. Concha fusiforme con la abertura más larga que la espira; canal sifonal largo. Ornamentación cancelada. Carnívoros epifaunales, depredadores de bivalvos epi e infaunales, así como de otros gasterópodos. Representado por el 0.3% de la composición total en dos localidades de la unidad U2 (1571, con un ejemplar y 1574 con 3). El género se ha reportado del Este de Texas, Bahía del Mississippi, Bahías de Chattahoochee, Raritan, Salisbury y del Río Grande. Género extinto, con una distribución geográfica promedio para sus especies de 1870 km y una duración geológica promedio de 4.6 m. a. Se infiere un carácter no planctotrófico de sus larvas y se considera endémico (Jablonski, 1986). B. curvicostatus (Wade) se ha reportado del Maastrichtiano de Guerrero (Alencaster, 1980), lo que indica una amplia distribución geográfica del género.

Género Drilluta

Drilluta sp. Concha fusiforme de espira alta y abertura larga, comprendiendo la mitad de la longitud de la concha, la cual está ornamentada con costillas longitudinales, fuertemente marcadas. Carnívoro epifaunal depredador de bivalvos y otros moluscos epi e infaunales. Representa el 0.07% de la composición, con un solo ejemplar de la localidad 1574 en la unidad U2, siendo una de las especies de gasterópodos menos abundantes. Se ha encontrado en la Formación Ripley (Maastrichtiano inferior) en asociación con Turritella howelli, Syncyclonema simplicius, Agerostrea falcata, Crassatella vadosa, Postligata crenata y Aenona eufaulensis, en donde tampoco es abundante. También se ha citado para las Bahías de Mississippi, Salisbury, Raritan, Este de Texas y Chattahoochee. Drilluta es un género extinto, considerado endémico, con una distribución geográfica de 1,230 km, y una duración geológica de 4 m. a. La amplia distribución geográfica, indica una tendencia planctotrófica de sus larvas.

Género Graphidula

Graphidula sp. Concha delgada fusiforme, con múltiples costillas axiales. Abertura estrecha y larga, con un canal sifonal largo. Representada por el 0.1% de la composición total en la localidad 1574 (2 ejemplares) de la unidad U2. Forma carnívora epifaunal, depredador de bivalvos y otros moluscos epi e

infaunales. En algunas composiciones del Maastrichtiano de Texas, Graphidula es uno de los gasterópodos más abundantes junto con Pugnellus densatus en sustratos limosos. El género se ha reportado de las Bahías de Mississippi, Este de Texas, Raritan, Rio Grande, Tennessee y Alabama. Una distribución geográfica no amplia y la escasa duración geológica de sus especies, permiten inferir una tendencia al endemismo y un hábito no planctotrófico de sus larvas.

Familia Vasidae

Género Pyropsis

Pyropsis sp. A. El género se encuentra desde el Cretácico Superior al Eoceno en Norteamérica. Concha piriforme, con ornamentación espiral. Vuelta corporal inflada, estrechándose hacia la base a un canal sifonal largo. Espira baja. Forma carnívora epifaunal, cuyas presas probablemente consistían en bivalvos epifaunales y otros moluscos. El hábito excavador era improbable, dada la dificultad que representaría el enterrar una concha globosa. Aunque la preservación de los ejemplares de los tres taxa de Pyropsis del miembro inferior de limolita es buena, no ha sido posible asignarlos a alguna especie conocida. Esta especie está representada por el 2.1% en la composición de Nuevo León, en las unidades U2 (29 ejemplares) y U3 (un ejemplar). Pyropsis es un género extinto, cuyas especies muestran un fuerte endemismo, vinculado al hábito no planctotrófico de sus larvas, dada la corta distribución geográfica de algunas de sus especies, como es el caso

de P. cornutus Sohl, con una distribución de 30 km (Jablonski, 1966). La escasa duración geológica de esta especie (2 m. a.) sugiere una tasa de especiación bastante alta para el grupo, como lo indica la presencia de tres especies diferentes en la composición de Nuevo León siendo el género de gasterópodos más diverso. P. lanhami es muy parecido a nuestro material y ha sido encontrado en Guerrero (Alencaster, 1980). sin embargo, la asignación de los ejemplares a esta especie es dudosa, ya que no cumplen con precisión las características de dicha especie. El género ha sido reportado de las Bahías de las Carolinas, Salisbury, Chattahoochee, Este de Texas, Mississippi, Raritan y Río Grande.

Pyropsis sp. B. Concha piriforme, con la espira ligeramente alta. Tamaño menor en relación a Pyropsis sp. A. El canal sifonal no se conservó en ningún ejemplar, que en conjunto comprenden el 0.3% de la composición total, encontrándose en dos localidades (1571 y 1574) de la unidad U2. Esta especie es similar a Pyropsis sp. A de la Formación Owl Creek de Tippah County, Mississippi (Sohl, 1964), aunque la especie de Nuevo León presenta una espira más alta. Especie carnívora epifaunal, probablemente endémica, cuyas larvas no eran planctotróficas. Otras especies de Pyropsis han sido reportadas de Georgia, Nueva Jersey, Mississippi, Tennessee, Maryland y Texas, teniendo una distribución geográfica promedio de 10 km y una duración de 2 m. a. Es interesante notar que en estos conjuntos, Pyropsis es el género más diverso entre los gasterópodos, lo que indica su alta tasa de especiación (Jablonski,

1979).

Pyropsis sp. C. Concha piriforme grande, con la espira moderadamente baja. Vuelta del cuerpo con ornamentación consistente en costillas espirales y nudos. Abertura y canal sifonal no conservados. Representa el 1.2% de la composición en cuatro localidades (1571, 1574, 1575 y 1805) de la unidad U2. El material es similar a Pyropsis sp. E de Prairie Bluff Chalk en Mississippi (Sohl, op. cit.) aunque nuestro material es de menor tamaño con una espira más alta. Se ha señalado que la diversidad de especies de gasterópodos carnívoros durante el Maastrichtiano del Golfo y Planicie Costera, era similar a la registrada en bajas latitudes actuales. Esto podría indicar condiciones climáticas similares a las existentes en esas zonas, o bien que una radiación adaptativa de este tipo de gasterópodos comenzaba a tener lugar, para expandirse en el Cenozoico (Sohl, 1969; Ponder, 1973; Vermeij, 1977).

Familia Volutidae

Género Volutoderma

Volutoderma (Longoconcha) sp. Concha alargada con costillas radiales, espira alta con suturas oblicuas. Vuelta corporal grande y alargada, comprendiendo $\frac{3}{4}$ de la altura total. Abertura lenticular con un pequeño canal sifonal. Forma carnívora epifaunal que representa el 0.07% en la composición con un sólo ejemplar

correspondiente a la localidad 1805 de la unidad U2. El género está restringido a los depósitos del Cretácico Superior de Norteamérica. Los representantes actuales de la familia viven en fondos suaves, depredando bivalvos y otros gasterópodos, tanto epi como infaunales. La forma alargada y relativamente delgada de la concha pudo constituir una adaptación para el sepultamiento en busca de presas, y las fuertes costillas espirales, una adaptación ante la depredación por parte de decápodos, peces y otros gasterópodos. Es considerado como depredador activo de organismos sedentarios (Jablonski, 1979). El género se ha encontrado en las Bahías de Mississippi, Raritan, Salisbury, Este de Texas, Chattahoochee y Rio Grande. La duración promedio de las especies de la familia es de 2.9 m. a., con una distribución geográfica promedio de 423 km, lo cual sugiere un hábito no planctotrófico de las larvas de estas especies y una tendencia al endemismo.

Género Volutomorpha

Volutomorpha producta Schl. Concha moderadamente larga, alargada a oval, con espira relativamente alta, vuelta corporal grande que equivale a $4/5$ de la altura total. Costillas transversales fuertemente marcadas en la espira y la parte superior de la vuelta del cuerpo. Abertura alargada a oval, labios engrosados y un canal sifonal largo. Este género es uno de los más característicos del Cretácico en la Planicie Costera del Atlántico (Easton, 1960).) Forma carnívora epibentónica, considerado

depredador activo de bivalvos y otros gasterópodos. En la composición del Antrisco, representa el 0.3% con cuatro ejemplares distribuidos en tres localidades (1571, 1572 y 1574) de la unidad U3. Dos ejemplares muestran colonias de Siderastrea sp. incrustadas en la concha. Dada la buena preservación de los ejemplares de V. producta, se puede inferir que la fijación de Siderastrea fue mientras el gasterópodo se encontraba vivo, ya que de otra forma, la concha vacía sería sepultada a una velocidad que no permitiría el desarrollo de la colonia coralina. Cabe la posibilidad de que el ejemplar de V. producta haya sido exhumado y sometido a la fijación de esponjas y colonias de corales y, posteriormente, vuelto a sepultar. V. producta ha sido citada para el Maastrichtiano de Mississippi y su restringida distribución, así como su corta duración geológica, indican un carácter no planctotrófico de las larvas de esta especie.

Género Liopeplum

Liopeplum leioderma (Conrad). Concha estrombiforme, espira baja. Vuelta del cuerpo con costillas axiales bien marcadas. Concha cubierta por un callo. Abertura larga a oval. Carnívoros epifaunales capaces de excavar en busca de presas como bivalvos infaunales y otros moluscos. Representa el 2.6% de la composición total, distribuido en tres localidades (1571, 1574 y 1576) de la unidad U2. L. leioderma se ha encontrado asociado con Volutomorpha retifera Dall en el Grupo Navarro de Texas. También se ha reportado

de Tennessee y de Georgia. Se infiere la existencia de larvas no planctotróficas, dada la distribución geográfica relativamente corta y la escasa duración geológica de esta especie. Los ejemplares presentan una buena preservación, sin indicios de transporte.

Liopeplum sp. Los ejemplares de Nuevo León se asemejan a L. coronatum Sohl de la Formación Ripley en Tennessee, siendo nuestro material de concha más pequeña. Representado por el 0.8% de la composición total y distribuido en cinco localidades de la unidad U2 y en una de la U3, con un sólo ejemplar en esta última. Gasterópodos carnívoros epifaunales, considerados depredadores activos de bivalvos epi e infaunales. Después de Pyropsis, Liopeplum es el género más diverso de gasterópodos en la composición del miembro inferior de limolita, lo que sugiere una alta tasa de especiación y una consecuente distribución geográfica limitada, así como una duración geológica corta, características de especies con larvas no planctotróficas.

Familia Epitoniidae

Género Striaticostatum

Striaticostatum sp. Concha pequeña, espira formada por seis vueltas que presentan ornamentación dada por 12 a 14 costillas

oblicuas fuertemente marcadas. Abertura redonda y pequeña. Carnívoros epifaunales, depredadores de anémonas, corales y otros celenterados. Se alimentan arrancando grandes trozos de tejido por medio de filosas mandíbulas pareadas. Se encuentran en sustratos lodosos o arenosos (Knopf, 1981). Representado por el 0.2% de la composición total en dos localidades (1571, dos ejemplares y 1805, un ejemplar) de la unidad U2. La escasez de este género puede ser debida a su hábito alimenticio, ya que ni anémonas ni corales suelen ser abundantes en un sistema deltaico. Taylor y Taylor (1977) excluyen a los miembros de esta familia de la categoría de depredadores activos, dado que se alimentan de organismos sésiles. El género ha sido reportado de las Bahías Raritan, Este de Texas, Mississippi, Chattahoochee, Salisbury y Rio Grande. Los miembros de la familia tienen una distribución considerable y una duración geológica amplia a nivel específico, infiriéndose que sus larvas presentaban un hábito planctotrófico.

Clase Bivalvia

Orden Nuculoida

Familia Nuculidae

Género Nucula

Nucula chatfieldensis Stephenson. Concha mediana, suboval y convexa, ornamentada por costillas radiales muy finas y bajas. El género existe desde el Cretácico Tardío y es un bivalvo común en el

ambiente marino. Alimentador de depósito con palpos carnosos que se extienden desde la boca y toman materia orgánica fina del sedimento. Infaunal somero que carece de sifones y se desplaza en el sedimento gracias a su pie (Roger, 1980), siendo responsable de una proporción de la bioturbación (Schaefer, 1972) en sustratos suaves de grano fino. En la actualidad se ha registrado una alta depredación sobre especies de Nucula a cargo de gasterópodos, aunque el material de Nuevo León no presenta una alta incidencia de este ataque, a excepción de tres ejemplares (Figuras 10a y 10b). Entre las conchas muertas recuperadas de una laguna en Nigeria, Reymont (1967) encontró que la frecuencia de valvas perforadas por gasterópodos fue de 58% para Ostrea spp., 36% de Cardium papillosum y un 25% de Nucula nitida e Iphigenia rostrata. Ninguna característica morfológica de los bivalvos ha sido asociada definitivamente a la existencia o repulsión ante gasterópodos perforadores. La única característica que puede inhibir la perforación de la concha, es la posesión de valvas sumamente gruesas. Los ejemplares de la Sierra El Antrisco presentan conchas relativamente gruesas, con bandas concéntricas. Rhoads y Pannella (1970) discuten los factores que controlan el patrón de bandeamiento e indican algunas de las aplicaciones paleoecológicas y paleobiológicas que potencialmente pueden darse a partir del estudio de este patrón, demostrando un número de efectos ambientales que alteran el patrón de bandeamiento en bivalvos modernos. Algunas especies del género Nucula, distribuidas entre tres y 4,970 m de profundidad, fueron comparadas. El bandeamiento

en las formas de aguas someras es mucho más pronunciado e irregular que en los especímenes de aguas profundas. En comparación con el género afín Nucinella de aguas profundas, Nucula, con sus grandes palpos con proboscides y el intestino sumamente largo, parece ser más especializada. Los nucúlidos, alimentadores de depósito activos, requieren recursos alimenticios suficientes para cubrir sus demandas metabólicas, por lo que son más comunes en la plataforma y talud continentales, que en profundidades abisales. En las zonas someras, Nucula se encuentra sepultada a 1-2 cm de profundidad, con una densidad faunal de 100-1000 individuos por metro cuadrado (Young, 1971), siendo más abundantes en profundidades de 12-15 m (Kern y Wicander, 1974), en sustratos de arena muy fina a limo (Franz, 1976). Salvo tres valvas, los ejemplares de N. chatfieldensis se encuentran articulados. En estudios de comunidades recientes, Cadée (1968) ha reportado un mayor número de especímenes muertos que vivos de Nucula spp. en ambientes someros. El escaso porcentaje de especímenes de N. chatfieldensis, indica que los organismos murieron sepultados, sin sufrir transporte alguno. Incluso los ejemplares que muestran perforaciones de gasterópodos se encuentran articulados, sugiriendo su depredación infaunal. Nucula es responsable de una gran parte de la resuspensión en sedimentos suaves (Thayer, 1983), siendo responsable de la exclusión de algunos bivalvos suspensívoros como Yoldia y Mulinia. Las actividades alimenticias de los alimentadores de depósito desestabilizan el sustrato (Rhoads y Young, 1970) y evitan el desarrollo de los suspensívoros. Rhoads (1974) encontró

que después de la defaunación ocasionada por un derrame de petróleo en la Bahía Buzzards, los colonizadores del género Mulinia fueron eliminados por la reaparición de los bivalvos alimentadores de depósito, en un lapso de dos meses. En las composiciones de la Formación Prairie Bluff de Mississippi y Alabama (Maastrichtiano medio), Nucula comprende porcentajes muy bajos (Stephenson y Monroe, 1940; Stowers, 1961; Greeley, 1963; Sohl, 1960). Sin embargo, en otras composiciones como en la Formación Blufftown, las especies de Nucula comprenden un tercio del total de ejemplares (Veatch y Stephenson, 1911; Cooke, 1943).

Los protobranquios jugaron un papel importante en la bioturbación de los sustratos blandos en las comunidades marinas cretácicas; de hecho, son abundantes en las rocas de grano fino desde el Silúrico (Levinton y Bombach, 1975). Los nucúlidos del Cretácico Superior incluyen un grupo de especies masivas de tamaño unusually grande, alcanzando los adultos una longitud de hasta 5 cm. Estas dimensiones sugieren que fueron cavadores lentos y es difícil imaginárselos habitando los sustratos lodosos que actualmente contienen a las poblaciones de protobranquios más densas (Sanders, 1960; Rhoads et al., 1975). Los miembros de este grupo se encontraban en una variedad de sustratos, indicando un amplio espectro de habitats ocupados. Algunas especies representativas del Cretácico Superior en el Golfo y Planicie Costera son: N. percrassa, N. tippahensis, N. slackiana, N. stantoni y N. chatfieldensis, pudiendo ser esta última, sinónimo de N. ciboloensis. Los nucúlidos de la forma y dimensiones más

típicas, coexistieron con las formas del grupo de N. percrassa, alcanzando sus máximas abundancias en limos y arcillas, depositados en ambientes de plataforma somera o bahía protegida, siendo similares a los descritos para las composiciones de lodos de bahía abierta del Interior Oeste de Estados Unidos (Scott, 1970, 1974; Scott y Taylor, 1977).

N. chatfieldensis representa el 7.1% del conjunto faunístico de Nuevo León, distribuida en cuatro localidades de la unidad U2 y en una de la U3. En la localidad 1571 (U2) fueron colectados 90 especímenes, equivalentes al 90.9% de los ejemplares. Esta especie ha sido citada para el Este de Texas, considerando que poseía una larva lecitotrófica. Estas larvas no son pelágicas o permanecen en el plancton por pocas horas, a pocos días. El esfuerzo reproductivo por la progenie es más alto, y la mortandad larvaria más baja que en las especies planctotróficas, por lo que se produce menor cantidad de huevos (Scheltema, 1972). La restringida distribución geográfica y duración geológica de esta especie, apoyan la interpretación de un carácter no planctotrófico de sus larvas. La gran diversidad de especies de Nucula en las unidades maastrichtianas sugiere una alta tasa de especiación en el género.

Orden Arcoida

Familia Parallelodontidae

Género Nemodon

Nemodon sp. Equivalvo, valvas infladas, ornamentadas por

costillas radiales fuertemente marcadas. Umbones cercanos al extremo anterior. Charnela recta, con numerosos dientes pequeños. Nemodon es característico del Cretácico Tardío. Suspensivoro epifaunal, fijo por medio del biso a objetos firmes, tales como rocas, corales o fragmentos de concha. Desde el Cretácico, los Arcoida han tenido una amplia radiación adaptativa (Easton, 1940). N. eufaulensis se cita para la Formación Severn, en Maryland, escasamente representado en dicho conjunto (Brouwers y Hazel, 1978), y para la Formación Providence (Poort, 1974). En la composición del Antrisco, Nemodon representa el 0.1% del total de ejemplares, en dos localidades (1570 y 1571) de la unidad U2, con un ejemplar en cada una. Nemodon se ha encontrado en las Bahías del Este de Texas, Mississippi, Chattahoochee, Raritan, Salisbury, Carolinas y Río Grande. La escasez de este género puede ser explicada en base a los fenómenos de transporte por tormenta que sufren representantes actuales afines. Haas (1940) proporciona una descripción de los depósitos intermareales generados por tormentas que podrían afectar la representatividad de ciertos grupos en las composiciones fósiles, aunque en este caso la gran mayoría de los bivalvos afectados corresponden a ejemplares pequeños de Arca spp. Estos organismos mueren por miles, debido a la desecación en depósitos que se encuentran sobre el nivel del agua. Los adultos son raros en estos depósitos, quizás por tener una fijación más profunda. Los organismos epifaunales de conchas delicadas, son más susceptibles al transporte, desarticulación y rompimiento, factores que pueden alterar una composición original. Se ha observado que

las valvas desarticuladas de Arca spp. se encuentran en el fondo marino con la parte cóncava sobre el sustrato y en la parte convexa, suelen presentar la fijación de un gorgonido o hidrozoario (Boucot, 1981). Un ejemplar de Nuevo León presenta este tipo de asociación (Figura 11), lo cual sugiere que pudieron imperar fenómenos como los descritos anteriormente en el Maastrichtiano de la Cuenca de La Popa, incidiendo en la representatividad de algunos grupos de la composición del miembro inferior de limolita.

Familia Cucullaeidae

Género Cucullaea

Cucullaea capax (Conrad). Valvas infladas, redondeadas, y gruesas, con línea de la charnela recta. Superficie ornamentada por costillas radiales fuertes. Umbones casi centrales. Área entre umbones y línea de la charnela con líneas de crecimiento en "chevron". Ranura bisal y seno paleal ausentes. Jurásico Inferior al Paleoceno de los depósitos de la Planicie Costera del Atlántico y del Golfo. Cucullaea vivía parcialmente sepultada en el sedimento, con sólo el margen posterior sobre la superficie. La pesada concha, la forma inflada y las fuertes costillas, debieron auxiliar en la estabilización. Esta forma de vida constituía una protección contra el arrastre, depredación, golpeo o contra la desecación, en caso que viviera sobre la línea de marea baja. Idonearca, de amplia distribución en Norteamérica desde el Jurásico al Cretácico, es muy similar a Cucullaea, de tal forma que es

considerada frecuentemente como subgénero. Intervalos de sedimentación y/o erosión bajos, acompañados de cierto asentamiento de la interfase sedimento-agua, debieron ser favorables para el desarrollo de Cucullaea sp., dado su hábito infaunal y suspensívoro.

La diferenciación entre especies oportunistas y de equilibrio en el registro fósil, puede ser una herramienta muy útil en la distinción de ambientes físicamente estables e inestables. La gran abundancia de una determinada especie en una sola capa, puede sugerir que fue oportunista, aunque la concentración pudo deberse a transportación discriminativa. Los siguientes criterios son útiles para reconocer especies oportunistas (Levinton, 1970). (1) La especie es muy abundante en la composición (85-100%). (2) Está ampliamente distribuida en un horizonte isócrono dado, aunque dicha distribución puede ser en parches dentro del mismo horizonte. (3) Se encuentra en varios horizontes, con intervalos de ausencia. (4) La especie aparece en diversas facies. (5) Se encuentra abundantemente con asociaciones faunales que en otras partes son fácilmente discernibles. (6) Su morfología es variable y sugiere un mecanismo de alimentación generalista. Estos criterios deben ser combinados con evidencias de transportación y discriminación. Las especies de equilibrio deben tener muchas características que son esencialmente opuestas a las de las especies oportunistas. (1) La especie se restringe a una facies característica. (2) se encuentra de manera continua en la sección fósil. (3) Puede ser relativamente abundante, pero sin presentar un porcentaje exagerado, en una fauna

bien representada. (4) Se encuentra en diversas faunas. (5) Su morfología muestra poca variación entre los especímenes. (6) Es claramente especialista en sus hábitos de vida.

Aunque algunas especies son oportunistas y otras de equilibrio, la mayoría presentan estrategias intermedias, por lo que no es factible realizar una lista de especies, clasificándolas como oportunistas o de equilibrio. Así mismo, los ambientes inestables no incluyen necesariamente el 100% de especies oportunistas. Aún los ambientes inestables contienen una cierta porción de recursos tróficos que pueden ser usados por las formas no oportunistas, y los recursos tróficos de los ambientes estables pueden fluctuar de tal forma, que existan nichos para algunas especies oportunistas o semioportunistas.

Waage (1968) describe al menos dos especies oportunistas de bivalvos en la Formación Fox Hills del Cretácico de Dakota del Sur. El miembro de Lago Timber de esta formación, fue depositado en un ambiente que no pudo ser tolerado por organismos fosilizables. Aparentemente, las condiciones mejoraban en forma ocasional, propiciando la invasión del área por poblaciones de Ptria y Cucullaea, las cuales se incrementaban rápidamente en abundancia, pero periódicamente eran abatidas por el retorno de las condiciones desfavorables, lo que sugiere un ambiente fluctuante inestable.

Cucullaea es un Arcoida de concha masiva. Las dimensiones de su concha indican que este género era infaunal (Stanley, 1970; Thomas, 1978), enterrándose a poca profundidad. La forma general de la concha y la carencia de sifones sugieren esta interpretación, y

que poseían un margen posterior de la concha truncado, el cual se encontraba en contacto con la interfase sedimento-agua. Los pliegues observados cerca del umbo de los especímenes bien conservados, indican que estos bivalvos presentaban biso en su ontogenia temprana (Kauffman, 1978). C. capax se ha reportado en las Bahías del Este de Texas, Missouri, Tennessee, Mississippi, Alabama, Georgia y en la Formación Mendez de San Luis Potosí. En la composición de Nuevo León, C. capax representa el 1.0%, distribuida en tres localidades de la unidad U2 con 14 ejemplares. En otras composiciones, como en la de la Formación Coon Creek, el género representa un porcentaje considerable. Su duración geológica corresponde a los dos últimos millones de años del Maastrichtiano. Su relativa escasez en la composición de Nuevo León, podría indicar un ambiente estable para el miembro inferior de limolita, en virtud de ser considerada como especie oportunista, presentando una distribución geográfica relativamente amplia, por lo que se atribuye un carácter planctotrófico a sus larvas.

Familia Glycymerididae

Género Glycymeris

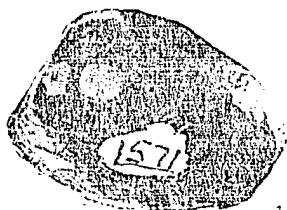
Glycymeris sp. Concha casi circular, valvas iguales, moderadamente infladas. Margenes con costillas. Superficie lisa o con costillas radiales finas. Umbones centrales, rectos. Cretácico Inferior al Reciente, con amplia distribución en Norteamérica. Este género alcanzó un máximo de diversidad y abundancia durante el

Cretácico. Infaunal sepultado a poca profundidad, con las comisuras verticales en relación a la interfase sedimento-agua de la zona litoral a sublitoral (Babin, 1980). Sobre la Familia Glycymerididae se han efectuado diversos estudios autoecológicos, que arrojan información a nivel específico y poblacional. Las valvas de estos pelecípodos se abren después de la muerte, debido a la relajación de los músculos y la mayor durabilidad de los ligamentos que unen las valvas dorsalmente. El grado de esta abertura puede utilizarse como una medida de la tasa de sedimentación. En las rocas del Eoceno inferior de Sussex, todos los especímenes de G. brevirostris están abiertos en un mismo grado. Esta abertura uniforme no nos indica nada relacionado con la vida o muerte del organismo, pero sí sugiere condiciones de sedimentación tranquilas (Ager, 1963). Esto mismo puede observarse en los ejemplares de Nuevo León, presentándose una abertura uniforme pequeña. La depredación por perforación, es una fuente cuantitativa importante de mortandad para muchos bivalvos, especialmente para las especies con conchas delgadas (Ansell, 1960; Reyment, 1967; Jackson, 1972; Stump, 1975; Thomas, 1976). En fósiles de Glycymeris con conchas gruesas del Neógeno en el sureste de Estados Unidos, Thomas (op. cit.) encontró que entre el 0 y el 60% de las valvas estaban perforadas, principalmente por naticidos. El material del miembro inferior de limolita, no presenta perforaciones por gasterópodos; sin embargo, en algunos ejemplares se aprecian pequeñas horadaciones, causadas probablemente por esponjas (Figura 12), lo cual ha sido observado en otras especies de bivalvos (Boekschoten, 1966). Thomas (op.

Figura 10a, b.- Ejemplares de Nucula Chatfieldensis Stephenson que muestran perforaciones de depredación por gasterópodos (1.7 x).

Figura 11.- Ejemplar de Nemodon sp. con una colonia incrustante de Siderastrea sp. en la parte superior de la valva (2.2 x).

Figura 12.- Ejemplar de Glycymeris sp. que muestra horadaciones causadas probablemente por esponjas (3.2 x).



10a



10b



11



12

cit.) sugirió que las frecuencias de depredación sobre Glycymeris aumentaban notoriamente a partir del Mioceno. Esta opinión es acorde con la de otros autores (Adegoke y Tevesz, 1974) respecto a que los bivalvos constituyeron presas importantes de los naticidos, después que otros gasterópodos, tales como Turritella spp. que se encuentra en composiciones del Cretácico Superior y Paleoceno junto con Glycymeris, cuyos representantes actuales se encuentran preferentemente en sustratos arenosos finos a gruesos, con fragmentos de conchas (Holme, 1961, 1966), que constituyen sustratos inestables cercanos a la costa (Thomas, 1975, 1978).

Las poblaciones de especies oportunistas están caracterizadas por una fecundidad muy elevada y por generaciones de corta duración. No están muy especializadas y en el momento de su proliferación el medio no presenta limitaciones de alimentación. Tal es el caso de lamelibranquios como Glycymeris, Corbulomya, mactrídos y donácidos (Thomas, 1976). Las especies de Glycymeris del Mioceno de Florida tienen una duración variable, existiendo especies cuya duración fue de uno a dos millones de años, en tanto que muchas otras varían en duración entre dos a 15 millones de años. En el Cretácico Superior de la Planicie Costera del Atlántico y del Golfo, el género se ha localizado en las Bahías de Mississippi, Raritan, Chattahoochee, Carolinas, Este de Texas y Salisbury. En la composición de Nuevo León, Glycymeris representa el 1.6% del total, distribuido en dos localidades de la unidad U2 (1575 y 1582) y en una de la unidad U3 (1573).

Orden Mytiloida

Familia Pinnidae

Género Pinna

Pinna laqueata (Conrad). Concha grande, triangular, delgada, abierta en el margen posterior. Presenta pliegues radiales. Umbones terminales. El género está ampliamente distribuido en Norteamérica y se conoce del Jurásico al Reciente, siendo común en los fondos marinos pastosos, tropicales y subtropicales. Semiinfaunales, con biso que se adhiere a rocas o conchas sepultadas. Suspensivoros. En Pinna, la capa prismática externa de la concha está compuesta de calcita, y la laminada por aragonita. Dado que la aragonita es menos estable y más soluble que la calcita, las conchas compuestas originalmente por aragonita están representadas, en estado fósil, por moldes (Twenhofel y Shrock, 1935), que es el caso de los ejemplares de Nuevo León, los que además se encuentran fragmentados. La mayoría de los pteriomorfos tropicales (Pinna, Pteria, Malleus) son capaces de retraer el borde del manto a una distancia considerable, del margen de la concha (Yonge, 1953). La concha, y en particular la porción distal, es delgada y frágil, siendo vulnerable a la ruptura por el choque de peces y otros organismos vagiles, contra la porción expuesta de la concha. Por tanto, la retractibilidad del manto, puede constituir una adaptación contra la depredación. Durante las tormentas actuales, una gran cantidad de organismos bentónicos son arrojados a la costa. Entre éstos, Pinna constituye un porcentaje considerable,

formando depósitos de sus conchas fragmentadas, en la zona supralitoral. Es improbable que un evento de este tipo afectara la paleocomunidad de Nuevo León, ya que la mayor parte de los ejemplares fueron encontrados en posición de vida (Figura 13). Los bivalvos endobisales recientes se restringen a sedimentos que han sido estabilizados física o biológicamente (Stanley, 1972). Sin embargo, Pinna constituye una excepción. En la Bahía Discovery de Jamaica, se ha encontrado este género en arenas retrabajadas, en las que la mayoría de organismos epifaunales no se presentan (Aller y Dodge, 1974). En otras partes, Pinna ocupa sustratos más típicos en la misma bahía, como son sedimentos estabilizados por Thalassia o Halimeda (alga calcárea), en los que se encuentra fija a rocas y granos de la sub-superficie (Cox, 1969). Thayer (1979) sugirió que Pinna crece rápidamente para ubicarse en un refugio, antes de que el tipo de sedimento pueda cambiar. Se ha citado una longitud media de Pinna de 20 cm en un año (Buttler y Brewster, 1979). Las larvas de Pinna permanecen mucho tiempo en el plancton, y una vez fijadas, crecen 15 cm en los primeros tres meses. Se plantea que estas características son ventajosas en habitats perturbados (Thayer, 1983). La gran dispersión de los taxa ha sido asociada con una fase larvaria planctónica larga, característica de un gran número de animales tropicales con una duración de vida adulta considerable. La larva teleplanica ha evolucionado independientemente en ciertos decápodos, estomatopodos, gasterópodos, bivalvos (Pinna), equinodermos y poliquetos (Thorson, 1961; Scheltema, 1971, 1977). La dispersión por medio de la larva teleplanica, parece estar

relacionada con una gran duracion geologica (Shuto, 1974), por lo que no es sorprendente encontrar que E. laqueata tenga un alcance estratigrafico que va del Coniaciano al Maastrichtiano, presentando una amplia distribucion geografica, habiendose encontrado en la Formacion Mendez de San Luis Potosi, Nueva Jersey, Mississippi y Texas. En el conjunto del Antrisco, esta especie representa el 3.0% del total, distribuida en cuatro localidades de la unidad U2 (9 ejemplares) y en dos de la unidad U3 (33 ejemplares), alcanzando la maxima abundancia en la unidad U3, debido probablemente a condiciones de estabilidad del sustrato. Aunque se ha observado epibiosis de briozoarios y serpulidos sobre Pinna (Kay y Keough, 1981), este fenomeno no se aprecia en nuestro material, debido a la perdida de la concha original.

Orden Pterioidea

Familia Inoceramidae

Género Inoceramus

Inoceramus vanuxemi Meek y Hayden. Concha trapezoidal, poco inflada, valvas aplanadas, ornamentadas por costillas concentricas redondeadas. El genero aparece en el Jurásico Temprano y se extingue en el Cretácico Tardío, ampliamente distribuido en Norteamérica, alcanzando hasta 1.2 m de talla en algunas especies, las cuales yacian sobre el sustrato sin fijarse. Las amplias y delgadas conchas aplanadas, evitaban su hundimiento en los sustratos lodosos, sobre los que eran abundantes. Las especies más

pequeñas se encontraban en grupos, fijos a pequeños fragmentos de roca y a grupos vecinos. La concha de Inoceramus presenta una estructura disasociada de prismas, característica de este género (Easton, 1960) y que ha sido empleada en la estima de paleotemperaturas (Lowenstam y Epstein, 1954). La estructura y composición de la concha de I. vanuxemi dificultaron su preservación, encontrándose un gran porcentaje de moldes internos y externos. Inoceramus era típico de aguas calidas, siendo un filibranquio suspensivoro (Tasch, 1980). I. labiatus del Turoniano ha sido interpretado como infaunal (Roger, 1980). Todos los ejemplares de I. vanuxemi se encuentran desarticulados en la composición de Nuevo León, lo que apoya la interpretación epifaunal de esta especie. La evidencia paleoambiental sugiere que los inoceramidos tuvieron una gran tolerancia, y su presencia en ciertos habitats sugiere condiciones de turbiedad y/o profundidad, en las que las relaciones simbióticas son poco probables (Cowen, 1983), como en el caso de los ejemplares de Nuevo León, aunque la carencia de la concha original impide afirmar lo anterior. La fijación larval en sustratos duros pequeños, con el desarrollo de adultos de formas planas, extensas y/o con proyecciones esqueléticas radiales que distribuyen el peso del organismo sobre una amplia superficie, fue llamada la estrategia de "raqueta de nieve", como medio adaptativo de los organismos bentónicos de sustratos blandos y finos, para evitar el hundimiento (Rhoads, 1970; Carter, 1972; Thayer, 1975), principalmente por parte de los suspensívoros epifaunales como I. vanuxemi, en el que las costillas

concentricas incrementaban el area de contacto con el sustrato, favoreciendo la flotacion. Inoceramus constituyo un elemento epifaunal dominante en muchas composiciones del Cretacico Superior (Formacion Demopolis, Alabama; Formacion Annona, Arkansas y Formacion Wolfe City, Texas), decreciendo en abundancia a finales del Maastrichtiano, hasta su extincion. I. vanuxemi representa el 1.2% de la composicion de Nuevo Leon, encontrandose en tres localidades de la unidad U2 (4 ejemplares) y en una de la unidad U3 (13 ejemplares). El material se encuentra desarticulado, e incluso fragmentado, lo que sugiere un transporte considerable, que en organismos epifaunales de concha ligera es comun. Se ha registrado de Tennessee, Este de Texas, Arkansas y Mississippi, teniendo una duracion geologica restringida a 4 m. a. y una distribucion no muy amplia, por lo que se infiere un caracter lecitotrófico de su larva.

Familia Anomiidae

Genero Anomia

Anomia argentaria Morton. Concha oval, inequivalva, delgada. Valva derecha mas plana y pequena, perforada cerca del umbo. El genero se conoce desde el Cretacico al Reciente, distribuido ampliamente en Norteamerica. Los juveniles de Anomia fijan la valva derecha a algun sustrato firme, por medio del biso. Conforme la concha crece, los margenes crecen en torno al biso, formando finalmente una perforacion en la valva derecha, al tiempo que el

biso se calcifica. Suspensivoro epifaunal. En algunas especies de Anomia se ha observado la capacidad de copiar la ornamentación de la concha a la que se encuentran fijas, desarrollando una ornamentación alomórfica, que podría hacerlas menos visibles ante sus depredadores (Easton, 1960). Dada la vida sésil, Anomia requiere agua rica en nutrientes pero con poca materia en suspensión (Schaefer, 1972). El material de Nuevo León consiste en dos valvas derechas parcialmente fragmentadas, las cuales, al ser mas pequeñas y delgadas que las izquierdas, pueden ser transportadas con mayor facilidad (Dodd y Stanton, 1981). A. argentaria es considerada como epizoica, dada la relación de sustrato de la valva izquierda encontrada en algunas faunas de la Formación Owl Creek (Miss.), en donde se encuentra sobre ostreídos como Exogyra costata (Jablonski y Bottjer, 1983). A. argentaria representa el 0.14% de la composición de Nuevo León en dos localidades de la unidad U2, siendo probable que se trate de ejemplares transportados. Esta especie también se encuentra en Mississippi, Alabama, Nueva Jersey, Este de Texas, Georgia, Maryland, Arkansas, Carolina del Norte, Tennessee y Carolina del Sur, siendo una de las especies de bivalvos de Nuevo León, con mayor distribución geográfica y una duración de 16 m. a., lo cual sugiere un carácter planctotrófico de sus larvas.

Genero Volseilla

Volseilla sp. Concha oval, alargada, poco convexa, con costillas

concentricas y radiales. Fijación por medio de un biso a sustratos rocosos u otras conchas. Ligamento calcificado. El genero se conoce desde el Devonico al Reciente. Elemento escaso en la composición de Nuevo Leon, donde representa el 0.07% del total, con un ejemplar articulado, recolectado en la unidad U2. El genero se ha encontrado en Mississippi y Texas, siendo probable que sus larvas tuvieran un caracter no planctotrofico. Suspensivoro epifaunal.

Familia Ostreidae

Genero Flemingostrea

Flemingostrea subspatulata (Forbes). Concha oval de tamaño medio, inequivaiva, engrosada en la porcion umbonal, adelgazandose hacia la region ventral. Suspensivoro epifaunal cementante, fijo a pequeñas rocas o a otras conchas (Stephenson, 1927; Fallaw y Wheeler, 1963; Wheeler y Curran, 1974; Harris, 1978). En la composicion de la Formacion Potrerillos, F. subspatulata representa el 1.2% del total, distribuido en cinco localidades de la unidad U2 (9 ejemplares) y en dos de la U3 (7 ejemplares). Jablonski (1979) escribio con respecto a esta especie en el Grupo Difunta lo siguiente (p. 173): "Cerro del Pueblo Formation...A low diversity transported fauna dominated by Aggerostrea arizpensis with Flemingostrea subspatulata as a much rare associate, occurs only in a scour-and-fill and cross bedded layers. Delta flank mudstones are probably lagoonal and enclosed bay deposits. Oyster beds, analogous to the Crassostrea buildups reported by Cooper (1970) to the north,

are dominated by Flemingostrea subspatulata and Lopha saltillensis." (p. 174) "Delta flank deposits from the slightly younger Fortilleros (Potrerillos) Formation have different oyster buildup assemblage: Lopha? semiarmata, with less common Flemingostrea subspatulata...The Canon (Cañon) del Tule Formation...Delta platform or proximal delta deposits contain a rich assemblage probably derived...from several distinct paleocommunities. Most common is Flemingostrea subspatulata (important in oyster accumulations in other Difunta Group assemblages)."

La mayor parte de los ejemplares del miembro inferior de limolita están articulados y no muestran señas de transporte, sin embargo, en algunos se aprecian perforaciones provocadas por esponjas (Figura 14a) similares a las presentadas por ostreídos actuales (Figura 14b), y por bivalvos de la Familia Petricolidae. La forma expandida de las conchas y la presencia de pliegues concéntricos que aumentan la superficie, permiten inferir que eran estrategias de "raqueta de nieve". Por otra parte, la forma ligeramente cóncava de la valva izquierda sugiere que se trataba de una estrategia intermedia, usando también el principio de la estrategia de "iceberg" (ver Pycnodonte mutabilis y Exogyra costata). Estas características morfológicas permitían al organismo mantener la comisura sobre la interfase sustrato-agua, evitando que se hundiera en el sedimento para realizar la respiración branquial y la alimentación por suspensión. La especie se ha citado también para Georgia, Nueva Jersey, Carolina del Norte, Este de Texas,

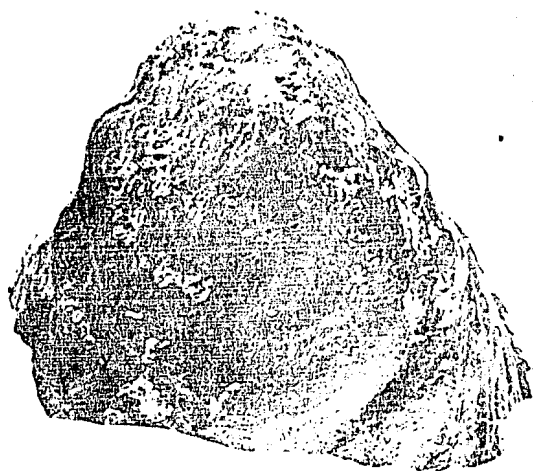
Figura 13.- Pinna laqueata (Conrad) en posición de vida en la unidad U3.

Figura 14a.- Ejemplar de Flemingostrea subspatulata Forbes que muestra perforaciones de esponjas (1.3 x).

Figura 14b.- Ejemplar reciente de Crassostrea sp. que muestra horadaciones ocasionadas por esponjas (1.0 x).



13



14a



14b

Arkansas, Mississippi y Alabama, teniendo una duración de 6 m. a., sugiriendo un carácter no planctotrófico de sus larvas. La escasez de esta especie en la composición de Nuevo León, indica que las condiciones del sustrato no eran favorables para estos organismos, siendo probable que la mortandad por asfixia de sus juveniles, fuera muy alta.

Familia Grypnaeidae

Genero Evcnodonte

Evcnodonte mutabilis Morton. Concha irregular, tendiente a ser circular, inequivalva, valva derecha mas chica, opercular, plana a concava, cuyo margen está engrosado. Valva izquierda muy convexa, con el umbo alto y curvado sobre la charnela. El genero se conoce del Cretácico al Mioceno de las Planicies Costeras del Golfo y el Atlantico. Suspensivoro epifaunal cementante, con fijación larvaria en sustratos duros de pequeña talla, cuyos adultos eran de vida libre, expandidos o inflados ventralmente, de tal forma que el organismo se apoyaba en el sedimento mas denso y compacto bajo la interfase sedimento-agua, manteniendo la comisura sobre la misma. Esta estrategia dio lugar a la forma de Gryphaea (Carter, 1972; Stenzel, 1971), denominandose como estrategia de "iceberg" (Thayer, 1975). Evcnodonte se encuentra en sedimentos someros en climas tropicales a templados (Awad e Issawi, 1974). Las composiciones epifaunales de suspensivoros en fondos estables, declinaron al final del Mesozoico, y existen pocos analogos funcionales a los de

las composiciones del Cretácico Tardío, en los mares modernos. Los principales representantes de las composiciones cretácicas están extintos, como los *Inoceramidae* y *Exogyra*, o son escasos actualmente en ambientes de plataforma, como los picnodontidos. Se ha encontrado a *Neopycnodonte cochlear* circunglobalmente, a profundidades de 25 a 350 m o mas, fijo a sustratos duros, como conchas de gasterópodos y corales (Ranson, 1949; Freneix, 1975). Otros picnodontes vivos (*Hvotissa*) se restringen a los sustratos duros en aguas tropicales, preferentemente en arrecifes coralinos (Stenzel, *op. cit.*). Ninguno de estos parientes lejanos de *Pycnodonte* del Cretácico presentan la concha masiva, la forma de *Gryphaea*, ni la gran abundancia que caracterizaba a este género. *Pycnodonte*, *Exogyra* y *Agerostrea* son integrantes característicos de las composiciones inframareales del Campaniano-Maastrichtiano de la Planicie Costera del Golfo y del Atlántico, alcanzando el mayor predominio en ambientes de plataforma (Sohl y Koch, 1982). *P. mutabilis* se encuentra en asociación con *E. ponderosa* en la Formación Annona de Mississippi, indicando un alcance del Campaniano tardío al Maastrichtiano tardío (Stephenson y Monroe, 1940), ya que también se ha encontrado con *E. costata* en la Formación Prairie Bluff de Mississippi y Alabama. En la Formación Navesik de Nueva Jersey, Sohl (1977) encontró que los ejemplares de *P. mutabilis* eran mas convexos que los de otras unidades de sustratos mas firmes y cercanos a la costa. Ihies (1978) observó que los ejemplares de esta especie alcanzaron las maximas tasas de crecimiento y longevidad en ambientes lejanos a la costa, donde las

tasas de sedimentación eran bajas. Los ejemplares de Nuevo Leon son moderadamente convexos y de tallas medianas, sugiriendo un sustrato relativamente firme.

Bottjer (1982) reporta briozoarios, poliquetos, serpulidos, bivalvos perforantes y esponjas clionidas, como epibiontes de Pycnodonte en el Cretácico Tardío. El material de Nuevo Leon presenta bivalvos perforantes (ver Petricoliidae) y marcas de tubos de poliquetos y esponjas (Figura 15). Estas marcas son abundantes en las valvas izquierdas de los dos ejemplares articulados con que se cuenta, indicando que la epibiosis tuvo lugar después de la muerte de los organismos, que pudieron sufrir un ligero arrastre, dado que se encuentran articulados y su peso y talla son considerables, o bien, que fueron sepultados y posteriormente desenterrados y expuestos por algún tiempo. P. mutabilis representa el 0.14% de la composición total, encontrándose en la localidad 1573 de la unidad U3. Esta escasez podría ser el reflejo de un desplazamiento ecológico de esta especie, a cargo de Exogyra costata, quien presentaba los mismos requerimientos de alimentación y la misma estrategia adaptativa al sustrato. Esta hipótesis se ve apoyada en el hecho de que E. costata presenta la mayor incidencia en la localidad 1573, sugiriendo un medio muy favorable para su desarrollo. Un ejemplo contrastante es el desplazamiento de E. costata a cargo de Pycnodonte sp. en la Formación Marshalltown de la Bahía de Salisbury (Sohl, 1977). P. mutabilis se localiza en Arkansas, Este de Texas, Mississippi, Carolina del Norte, Nueva Jersey, Tennessee, Alabama, Georgia, Carolina del Sur y Maryland,

con una duracion geologica aproximada de 12 m. a. Dada su amplia distribucion y duracion geologica, se infiere un caracter planctotrofico de sus larvas.

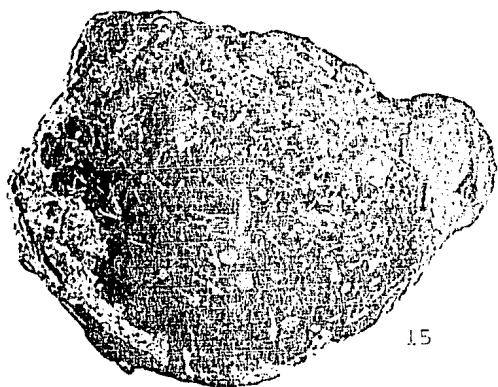
Genero Exogyra

Exogyra costata Say. Concha masiva y pesada. Valva izquierda, concava, valva derecha plana, opercular. Cicatriz de fijacion en la valva izquierda, plana o concava. Láminas concéntricas de crecimiento en ambas valvas, costillas radiales fuertemente marcadas en la izquierda. El genero corresponde al Cretácico; ampliamente distribuido en las Planicies Costeras del Golfo y el Atlantico, siendo uno de los bivalvos mas distintivos y comunes del Cretacico. En estadio juvenil se cementaba en pequeños fragmentos de roca o de concha, siendo de vida libre cuando adulto. La fijacion basal, combinada con la cementación, dio la forma espiralada característica de este genero y de Gryphaea. Dado el tamaño y consistencia de sus conchas (especialmente la izquierda), no eran fracturadas facilmente, constituyendo fosiles potenciales, encontrandose frecuentemente formando bancos. Las especies de Exogyra constituyen formas indice dada su gran dispersion geografica, abundancia y duracion geologica relativamente corta (E. cancellata tiene una distribucion aproximada de 4,000 km, encontrandose en espesores de hasta 185 m (Stephenson, 1933)). Stephenson propuso que las condiciones de temperatura, salinidad y aporte de nutrientes debieron ser las mismas a lo largo de la Zona

de E. cancellata, privando en aguas someras entre 1.2 a 60.0 m de profundidad, en un clima tropical a subtropical, existiendo cierto rango de tolerancia para esta especie. Las especies de Exogyra constituyen elementos epifaunales suspensivoros, dominantes en numerosas composiciones del Cretácico Tardío, como fue E. poderosa en la Formación Pecan Gap, del noreste de Texas y E. costata en la Formación Prairie Bluff de Mississippi y Alabama (Stephenson y Monroe, 1940), en donde abundaban en sustratos blandos, gracias a su estrategia de "iceberg". Sohl (1977) noto que en la Formación Navesik de Nueva Jersey, Exogyra presenta un desarrollo poco usual de lamelas concéntricas foliaceas, que pudieron constituir una ayuda a la flotación, incrementando el área de apoyo sobre el sustrato. Estas lamelas se presentan en algunos ejemplares de E. costata de la unidad U3 (Figuras 16a y 16b), en donde la litología es más fina y los organismos requerían adaptaciones para evitar el hundimiento. Con respecto a la Formación Cañon del Tule, en la Cuenca de Farras, Jablonski (1979, p. 174) escribió: "Delta flank sandstones again contains profuse Ophiomorpha, as well as the cassiduloid echinoid Hardouinia, a common upper shoreface associate of Ophiomorpha on the eastern Gulf: a few transported Exogyra costata are also found". La mayor parte de los ejemplares de el Antrisco, no presentan señales de transporte, aunque en algunos se aprecian perforaciones ocasionadas por esponjas en ambas valvas, lo que sugiere un sepultamiento y una posterior exhumación sin transporte, ya que estos ejemplares se encuentran articulados. E. costata representa el 4.0% de la composición del miembro inferior

Figura 15.- Ejemplar de Pycnodonte mutabilis Morton mostrando perforaciones de esponjas cliónidas, perforaciones de bivalvos y poliquetos epibiontes (0.7 x).

Figura 16a, b.- Desarrollo de lamelas en dos ejemplares de Exogyra costata Say de la unidad U3 (0.8 x).



15



16a



16b

de limolita, distribuido en seis localidades de la unidad U2 (31 ejemplares) y en dos de la unidad U3 (25 ejemplares), siendo más abundante en las localidades de esta última unidad, indicando el éxito adaptativo de la estrategia morfofuncional que presenta esta especie en sustratos blandos. E. costata ha sido citada como elemento abundante en las Formaciones Mendez y Cardenas de San Luis Potosí (Myers, 1968). También se ha reportado de Texas, Arkansas, Tennessee, Mississippi, Alabama, Georgia, Carolina del Norte y del Sur, Nueva Jersey y Maryland, alcanzando su máxima distribución durante los 2 m. a. finales del Maastrichtiano, con una duración geológica total de 6 m. a. La gran distribución de esta especie sugiere un carácter planctotrófico de sus larvas, y su corta duración podría explicarse con base en una tasa de extinción rápida, ya que con esta especie y con E. costata spinifera desaparece el género, al término del Cretácico.

Orden Trigonioidea

Familia Trigonidae

Género Trigonia

Trigonia sp. Concha subtriangular, valvas moderadamente infladas y gruesas. Costillas delgadas y altas, radiando a partir del escudo, que es largo y está cruzado por las costillas, las cuales presentan nodulos. El género se conoce del Jurásico Medio al Cretácico Superior, distribuido ampliamente en Norteamérica. Infaunal somero, con el escudo casi horizontal a la superficie. Las

costillas de las valvas ayudaban a la estabilización de la concha en sustratos lodosos o arenosos, mientras que las del escudo inhibían la acción erosiva de las corrientes, aunque algunos autores consideran que las costillas del margen anterior auxiliaban en la excavación (Roger, 1980). Los trigonidos son más comunes en Europa que en Norteamérica, pero su distribución indica que evolucionaron en el Pacífico durante el Triásico, dispersándose en el Oeste de Sudamérica y posteriormente, hacia Norteamérica y Europa. La familia está integrada por más de 40 géneros y numerosos subgéneros, los cuales presentan variaciones en el patrón morfológico original de Trigonia, que es usado aquí como género, dado que no fue posible asignar el material a ningún otro descrito. En el Terciario, Trigonia está representada por algunas especies restringidas al este de Asia y Australia, en donde se encuentran sus únicos representantes actuales (Ager, 1963). Suspensívoros con incipiente formación de sifones, con poca tolerancia a los ambientes de baja salinidad (Mc. Kerrow, 1978), siendo probable que esta sea la causa de la escasez de este género en la composición de Nuevo León. El análisis de ciertas composiciones cretácicas del Pacífico han llevado a proponer que las especies de Trigonia eran capaces de resistir condiciones inestables del sustrato, tolerando condiciones de turbulencia en las que otros moluscos (Turritella) no podían desarrollarse (Scott, 1974), encontrándose composiciones en las que otros suspensívoros no se presentan. Esto va ligado a la complejidad estructural de la charnela que presentan los trigonidos, ya que la charnela heterodonta previene la dislocación

de las valvas en los organismos infaunales someros, capaces de tener movimientos rápidos (Vermey, 1978). Incluso después de la muerte, las valvas permanecen articuladas, siendo necesario un fuerte transporte para separarlas, como debió ocurrir a los ejemplares de Nuevo Leon, ya que los especímenes corresponden a valvas desarticuladas con cierto grado de fractura. Trigonia sp. representa el 0.3% de la composición total, distribuido en una localidad (1582 con un ejemplar) de la unidad U2 y en otra (1573 con 4 ejemplares) de la unidad U3. El género representativo de los trigonidos en el Campaniano-Maastrichtiano del Atlántico y Golfo es Pterotrigonia (Scabrotrigonia) (Jablonski, 1979) y ha sido reportado de las Bahías de Mississippi, Chattanooga, Salisbury, Este de Texas, Raritan, Carolinas y Rio Grande. Wolleben (1977) describe la especie Trigonia saltillensis de las Formaciones Tanque y Cerro del Pueblo, de la Cuenca de Farras, en ambientes de plataforma deltaica y flanco de delta, en escaso número (13 ejemplares). Sin embargo, no comenta el estado de preservación del material que, a juzgar por el holotipo figurado, no se encuentra en buen estado, debido quizás a transportación tanocenótica.

Orden Veneroida

Familia Crassatellidae

Género Crassatella

Crassatella vadosa bexarensis Stephenson. Concha mediana, de forma subtrigonal, inequilateral. Concha poco convexa y aplanada

hacia el margen posteroventral, ornamentada por pliegues concentricos (Figura 17a) y líneas de crecimiento. El genero se conoce desde el Cretácico Medio hasta el Mioceno. Organismos infaunales someros activos no sifonados, de alimentación suspensivora, habitantes de aguas tranquilas, con bajo aporte de sedimento y en asociación con Turritella spp. en varias composiciones cretácicas (Saul, 1983). C. vadosa fue una especie de equilibrio, abundante en algunas paleocomunidades como en la de la Formación Ripley, en Mississippi (Jablonski y Bottjer, 1983), en donde se encuentra asociada a la especie oportunista Cucullaea capax, así como en la Formación Coon Creek de Tennessee, en la Formación Mendez de San Luis Potosí y en la Formación Pecan Gap de Texas. Estas asociaciones registran intervalos de sedimentación reducida, acompañada de cierta compactación de la interfase sedimento-agua. La depredación sobre los crasatelidos se vio dificultada, dado el grosor de su concha (Figura 17b). En una composición actual de una laguna de Nigeria, Reymont (1967) reportó tan solo un 5.5% de especímenes de Crassatella paetili con perforaciones de depredación. Ningún ejemplar de Nuevo León presenta estas marcas, por lo que se infiere que el grosor de la concha de estos especímenes constituyó una buena defensa contra la perforación. C. vadosa bexarensis representa el 0.9% de la composición total de Nuevo León, distribuido en dos localidades de la unidad U2 (12 ejemplares) y en una de la U3 (un ejemplar). C. vadosa se ha encontrado en Texas, Tennessee, Mississippi, Alabama, Georgia y Nueva Jersey, alcanzando su máxima dispersión durante los

dos últimos millones de años del Maastrichtiano y con una duración geológica total de 0.5 m. a. proponiéndose un carácter planctotrófico para sus larvas, dada su distribución geográfica. La existencia de varias subespecies (Stephenson, 1941) de C. vadosa, sugiere una tasa de especiación alta, lo que explicaría la corta duración geológica de las mismas. Dos ejemplares de Nuevo León muestran malformaciones ontogénicas de la concha (Figuras 17c y 18).

C. vadosa manorensis Stephenson. Concha más globosa y sin el aplastamiento posterior que muestra C. vadosa bexarensis. Representa el 2.0% de la composición total de Nuevo León, distribuida en dos localidades de la unidad U2 (24 ejemplares) y en una de la U3 (4 ejemplares). C. vadosa es el elemento infaunal dominante en ciertas composiciones de la Formación Coon Creek de Tennessee, en donde conforma más del 50% (Jablonski, 1979), encontrándose la mayor parte de los especímenes articulados y algunos en posición de vida. Casi la totalidad de los ejemplares de Nuevo León se encuentran articulados y aunque no muestran huellas de transporte, es difícil afirmar que fueron colectados en posición de vida, dada la alteración de la estratificación por bioturbación. La abundancia de formas infaunales someras de alimentación suspensiva, sugiere la conjugación de factores tales como firmeza del sustrato y de la microtopografía (Moore, 1974). La sección completa de la parte superior de la Formación Coon Creek, está dominada por los suspensívoros Haustator nowelli y C. vadosa, desconociéndose si

Figura 17a.- Ejemplar de Crassatella vadosa bexarensis Stephenson mostrando los pliegues concéntricos (2.4 x).

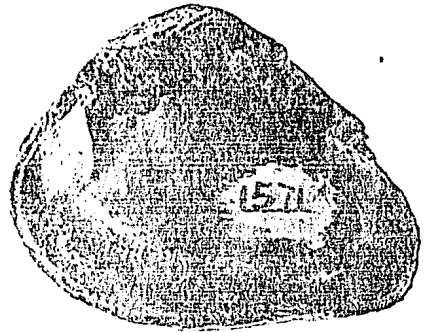
Figura 17b.- Ejemplar de C. vadosa bexarensis en la que se muestra el grosor de la concha, el molde del músculo áductor y el seno paleal (1.5 x).

Figura 17c.- Ejemplar de C. vadosa que muestra deformación en la parte central de la concha (1.4 x).

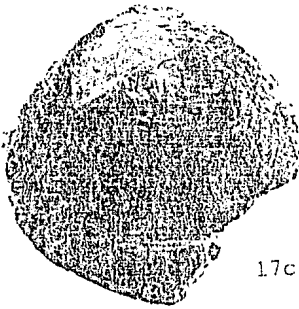
Figura 18.- Especimen de C. vadosa mostrando una malformación que alteró la comisura (2.3 x).



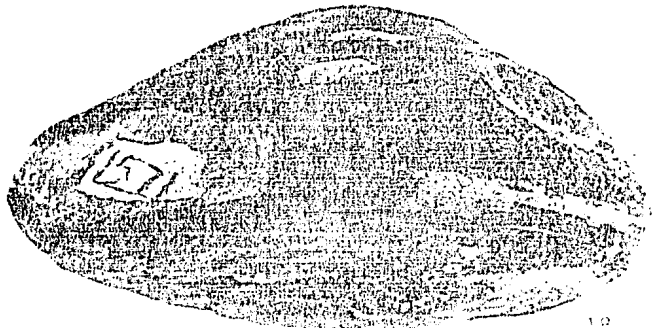
17a



17b



17c



17d

esta asociacion se debe a una biocenosis o a la mezcla, por eventos tafonomicos, de dos composiciones que eran dominadas por el gasteropodo y el bivalvo, independientemente (Jablonski, 1979). La localidad 1571 muestra la mayor abundancia de H. trilira (103 ejemplares) asi como de las subespecies de C. vadosa (79 ejemplares) en la Sierra El Antrisco. Dadas las condiciones de preservacion de los ejemplares en esta localidad, es improbable que hayan sido sometidos a transportacion, por lo que es factible pensar que estos dos suspensivos compartian el nicho ecologico en las paleocomunidades de sustratos suaves del Maastrichtiano.

Crassatella sp. Se ha citado para las Formaciones Coon Creek (Tennessee, Mississippi), Owl Creek (Mississippi), Arkadelphia (Arkansas), Nacatoch (Texas), Corsicana (Texas) y Mendez (San Luis Potosi). Los crasatalidos son elementos comunes en numerosas composiciones de las Planicies Costeras, en las cuales C. vadosa era la especie dominante de este genero y la de mayor distribucion geografica, principalmente en la Zona de Exogyra costata, y en sedimentos que varian desde areniscas cuarciticas a lodolitas pelagicas carbonatadas. La longitud promedio del adulto es de 5 cm, siendo raros los hallazgos de juveniles en el Grupo Difunta. Suspensivos de concha gruesa que carecen de seno paleal, lo cual sugiere que el margen posterior truncado se encontraba proximo y paralelo a la interfase sedimento-agua, aunque algunos autores los consideran como infaunales medio-profundos (Kauffman, 1978). Las dimensiones de la concha inflada y los pliegues concentricos,

indican que se encontraba someramente y que eran usados para asirse al sedimento. Esta ornamentación es similar a la del venerido moderno Anom.ocardia brasiliana, quien se sepulta someramente en una variedad de sedimentos (Stanley, 1970, 1977, 1978; Narchi, 1972). El genero actual Eucrassatella tambien es infaunal somero, careciendo de sifones (Stanley, 1977).

Crassatella sp. esta representada por ejemplares incompletos y moldes internos. Constituye el 4.9% de la composición total, distribuida en cinco localidades de la unidad U2 (64 ejemplares) y en tres localidades de la U3 (4 ejemplares). Se puede apreciar una marcada abundancia de las subespecies de C. vadosa en la unidad U2 con respecto de la U3, producto quizá de condiciones de asentamiento del sustrato y menor aporte sedimentario en el lapso en que fue depositada la unidad U2.

Familia Cardiidae

Genero Granocardium

Granocardium sp. Concha mediana, de forma suboval. Ornamentación consistente en costillas radiales con espinas. Los espacios entre las espinas son un poco mas anchos que estas y presentan hileras de nodulos. El genero se encuentra ampliamente distribuido en el Cretacico de Norteamerica. Bottjer (1981) propuso que las espinas y nodulos que caracterizan al genero, pudieron haber ayudado al equilibrio del organismo infaunal en sustratos suaves, viviendo sepultado a poca profundidad, con la linea de la

charnela perpendicular a la interfase sedimento-agua. Granocardium es el elemento infaunal suspensivoro dominante en composiciones de sedimento suave del Maastrichtiano, como en la Formación Saratoga de Arkansas y la Formación Pecan Gap de Texas (Bottjer, 1978). Estos horizontes registran episodios de consolidación de la interfase sedimento-agua y reducción en la tasa de sedimentación (Kennedy y Garrison, 1975; Fursich et al., 1981). Este tipo de ambiente debió ser favorable para el desarrollo de suspensivoros como Granocardium. Es probable que las espigas de la concha de este género contribuyeran también a evitar la depredación (Figura 19), ya que la concha en sí no es muy gruesa. Granocardium integra el 0.5% de la composición total, distribuido en dos localidades de la unidad U2 (2 ejemplares) y en una de la U3 (5 ejemplares). Los siete ejemplares corresponden a valvas desarticuladas que muestran cierto grado de arrastre y fractura, por lo que es probable que fueran transportados de zonas con mayor compactación del sustrato y menor tasa de sedimentación. El género se ha encontrado en las Banias de Salisbury, Raritan, Carolinas, Este de Texas y Mississippi. Las especies de este género tuvieron una duración geológica corta (2 m. a.) y una distribución geográfica no muy amplia, por lo que se infiere un carácter no planctotrófico de sus larvas.

Género Trachycardium

Trachycardium eufaulense nuntanum (Stephenson). Concha de forma

suboval, oblicua hacia la extremidad posterior. Ornamentación consistente en 34 costillas radiales agudas, separadas por espacios del mismo ancho. Valvas muy convexas y delgadas. Suspensivoro infaunal que habitaba a pocos centímetros de profundidad. Cardium edule es un representante actual de la familia, vive sepultado a poca profundidad, con la comisura vertical y la línea de la charnela perpendicular a la superficie del sustrato. Las valvas se encuentran ligeramente abiertas, permitiendo la salida del pie anteriormente, mientras los sítones alcanzan la interfase agua-sedimento (Clarkson, 1980), siendo muy cortos. Los cardidos habitan preferentemente sustratos arenosos, pudiendo tolerar bajas salinidades, aunque esto afecta la morfología de la concha (Tasch, 1980). Eisma (1965) hizo un estudio detallado sobre el efecto aparente de la salinidad sobre la morfología de C. edule en la costa de Dinamarca. En condiciones de baja salinidad, la tasa de crecimiento se reduce, alcanzando una máxima talla pequeña, un ligamento corto y menor número de costillas que los ejemplares de salinidad marina normal. Este efecto se atribuyó al bajo contenido de carbonato de calcio de las aguas salobres, que incide en la formación de la concha, incluyendo su ornamentación. Los ejemplares de Nuevo Leon presentan una concha sumamente delgada (Figura 20) y el tamaño y número de costillas son menores a los descritos por Stephenson (1941) para el material de Tracnycardium eufaulense nuntanum del Grupo Navarro, Texas. Esto apoya la interpretación de una baja salinidad para el miembro inferior de limolita de la Formación Fotrerrillos. Aunque la mitad de este material corresponde

a valvas desarticuladas, la preservacion y la escasa fracturacion, sugieren que el material fue sometido a poco o nulo transporte, sin mostrar huellas de depredacion. En las especies actuales de Cardium, la forma globosa de la concha y el fuerte pie les permite sepultarse rapidamente, en caso de quedar expuestas (Kreger, 1940). Si son cubiertas por sedimento, pueden ascender a la superficie gracias a movimientos de empuje del pie. Sin embargo, grandes cantidades de sedimento pueden inmovilizarlas, muriendo en posicion de vida por carencia de oxigeno (Schaefer, 1972). I. eufaulense huntanum constituye el 0.4% de la composicion total de Nuevo Leon, distribuido en dos localidades de la unidad U2. Las formas de Trachycardium se extinguieron al final del Cretácico y eran elementos importantes de una gran variedad de asociaciones. La forma de la concha, la ornamentacion radial, la linea paleal sin ruptura y el desarrollo de los musculos aductores y pedales, indican que Trachycardium fue infaunal somero activo, como sus representantes actuales de la Familia Cardiidae (Stanley, 1970; Scott, 1978).

I. eufaulense (Conrad). Concha mediana, suboval y alargada posteriormente en direccion del pliegue umbonal que es agudo. Los ejemplares de Nuevo Leon difieren de I. eufaulense huntanum por ser de mayor tamaño y presentar mas costillas. Dado que la mayor parte de los ejemplares consiste en elementos inarticulados que presentan huellas de transportacion, es probable que hayan sido acarreados de zonas con mayor salinidad, como podría ser el margen del delta. I.

eufaulense comprende el 0.9% del conjunto faunístico de Nuevo Leon, distribuido en tres localidades de la unidad U2 (11 ejemplares) y en una de la U3 (2 ejemplares). La especie se ha reportado de Maryland, Georgia y Mississippi, con una duración aproximada de 14 m. a. Dada la gran duración geológica y la relativamente amplia distribución geográfica de esta especie, se infiere un carácter planctotrófico para sus larvas.

Género Fachycardium

Fachycardium stantoni (Wade). Concha grande, de forma ovalada, ligeramente inequilateral. Valvas sumamente gruesas, llegando a alcanzar hasta 2.0 cm de grosor (Figura 21). Superficie de la concha lisa a excepción de algunos pliegues concéntricos. Infaunal suspensivo somero de zonas poco profundas con sustratos medianamente finos, habiéndose encontrado en asociación con Turritella y Pterotrigonia (Scott, 1974), con Scabrotrigonia, Cucullaea y Veniella de la Arenisca Chiwapa, en el Maastrichtiano de Mississippi (Sohl, 1960) y con Cucullaea en la Formación Feedee (Stephenson, 1927; Fallaw y Wheeler, 1963; Wheeler y Curran, 1974; Harris, 1978). Infaunal somero de zonas poco profundas, con alimentación de tipo suspensivo. El grosor de la concha debió constituir una estrategia en contra de los depredadores perforantes. La mayor parte del material está integrado por moldes internos de valvas inarticuladas, lo que sugiere que las conchas fueron exhumadas y sujetas a cierto transporte. Esta especie

representa el 0.3% de la composicion total de Nuevo Leon, distribuida en tres localidades de la unidad U2 (3 ejemplares) y en una de la U3 (2 ejemplares). La especie se ha reportado de Tennessee, con una duracion geologica aproximada de 4 m. a. Las características de duracion y distribucion de esta especie sugieren un caracter no planctotrofico de sus larvas.

Familia Petricolidae

Petricolidae. Concha pequeña, oval y alargada, sin lúnula; lisa y muy delgada, equivalva, inequilateral. La mayor parte de los representantes actuales viven en aguas tropicales, cavando en arcilla, madera o carbon. Algunos son perforadores de coral muerto, rocas y conchas de otros moluscos (Eisenberg, 1981). En la Formacion Calvert (Maryland y Virginia) han sido reportados bivalvos perforadores de conchas de moluscos epi e infaunales (Kidwell y Jablonski, 1983). Sin embargo, el registro geologico de este tipo de organismos es escaso y la taxonomia no está aún establecida, por lo que se opto en clasificar a los ejemplares de Nuevo Leon a nivel de familia. Estos organismos se encuentran en galerias perforadas en valvas izquierdas de Fucnodonte mutabilis (Figura 22), las cuales muestran marcas superficiales de esponjas y anélidos, por lo que es probable que la perforacion de los bivalvos tuviera lugar despues de la exhumacion de los ostreícos. Los representantes actuales de Petricola perforan verticalmente en el sustrato y evitan los objetos que pueden cambiar de posicion por

Figura 19.- Ejemplar de Granocardium sp. en el que se observan las espinas y nódulos de la concha (1.5 x).

Figura 20.- Ejemplar de Trachycardium eufalense huntanum (Stephenson) en el que se aprecia la delgada concha (2.1 x).

Figura 21.- Ejemplar de Pachycardium stantoni (Wade) en el que se aprecia la concha gruesa y el molde del músculo aductor (0.5 x).

Figura 22.- Familia Petricolidae. Ejemplar que perforó la valva izquierda de un espécimen de Pycnodonte mutabilis (1.8 x).



19



20



21



22

las corrientes (Seibold, 1955), lo que implica que las valvas de E. mutabilis debieron constituir un sustrato relativamente fijo. Petricola cava por medio de un mecanismo químico y mecánico, combinado por medio de la secreción de glándulas que se encuentran en los márgenes del manto y de hileras de dientes situadas principalmente en el margen anterior de la concha (Schaefer, 1972). El material de Nuevo Leon integra el 0.1% de la composición total, encontrándose solo en una localidad (1573), de la unidad U3. Dado los escasos registros fósiles de este tipo de organismos, es difícil inferir algo sobre su distribución y duración geológica.

Orden Myoida

Familia Hiatellidae

Genero Panopea

Panopea sp. Concha gruesa equivalva de forma casi rectangular. Las valvas se separan ligeramente en la parte anterior y ampliamente en la parte posterior. Superficie cubierta por líneas de crecimiento concéntricas. Se conoce desde el Cretácico Inferior al Reciente, distribuida actualmente en las Planicies Costeras del Golfo del Atlántico y de las costas de Washington, Oregon y California, en donde se encuentra sepultada a un metro o más bajo la superficie del sedimento. Su concha no cubre completamente las partes blandas del cuerpo, posiblemente es por esto que tiene este hábitat, protegiéndose de esta forma de la depredación o bien para evitar condiciones fisicoquímicas desfavorables en la superficie

(Dodo y Stanton, 1981), requiriendo de la presencia de largos sifones, cuya formación implica la fusión del manto y el desarrollo de la musculatura paleal, escencia en el rápido sepultamiento de estos organismos en sedimentos relativamente compactados (Wilbur, 1985). Sin embargo, se ha reportado el género de la Formación Calvert (Maryland y Virginia) en sustratos de arenisca fina a arcillosa (Kidwell, 1982). En la Formación Merchantville de Nueva Jersey, Panopea constituye uno de los elementos suspensívoros dominantes (Sohl, 1977), así como en la Formación Wolfe City de Texas (Sohl, 1964; Stephenson, 1918). Los bivalvos infaunales profundos se caracterizan por la presencia de charnelas reducidas (Runnegar, 1974), márgenes internos lisos, músculos aductores relativamente pequeños y aberturas anteriores y posteriores para permitir la salida del pie y los sifones, respectivamente (Stanley, 1968, 1970). La reducción de estructuras que permiten la dislocación de las valvas se asocia con la fusión ventral y dorsal de los lóbulos del manto, los que junto con las aberturas permanentes, dan al organismo un aspecto de tubo en "U" (Owen, 1958; Stanley, 1968). Esta morfología facilita al bivalvo la colocación de los sifones en la interfase sedimento-agua, mientras mantiene el cuerpo en las capas de sedimento profundas y con mayor estabilidad física. El ejemplar del miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos se encuentra articulado y en buen estado de preservación, lo que sugiere que no fue sometido a transporte ni exhumación, dado su hábito infaunal profundo. El material representa el 0.07% de la composición total, representado en la

localidad 1582 de la unidad U2. La escasez de este genero pudo deberse a la inestabilidad de sustrato y al aporte sedimentario que dificultaba la labor filtradora de los sifones, ya que Panopea habita actualmente en zonas relativamente someras, con bajo aporte sedimentario (Mc. Alester y Rhoads, 1967). El genero se ha encontrado en el Cretacico Superior de las Bahias del Mississippi, Raritan, Salisbury, Este de Texas, Chattahoochee y Carolinas. La duracion geologica de las especies de Panopea es, en promedio, de 2 m. a., aunque existieron especies cuya duracion fue de 16 m. a.

Familia Pholadidae

Genero Pholas

Pholas pectorosa Conrad. Concha mediana, de forma subtrigonal, equivalva e inequilateral. Ornamentacion consistente en ocho costillas radiales en la pendiente anterior y diez costillas concentricas, las que al pasar sobre las radiales, forman nudos. Actualmente Pholas se distribuye principalmente en los mares tropicales, perforando rocas de la zona litoral (Vermeij, 1978). La ornamentacion cancelada superficial ayuda a la perforacion por medio de movimientos giratorios del organismo (Wilbur, 1985), secretando tambien sustancias que facilitan el desgaste de la roca. Pholas perfora sin direccion preferente, pudiendo habitar cantos relativamente pequenos, sujetos a transporte (Schaefer, 1972). Representantes de la familia han sido citados para el Cretacico Superior de las Bahias de las Carolinas y del Este de Texas, con

una duracion maxima de 4 m. a., lo que sugiere un caracter no planctotrofico para sus larvas. Ph. pectorosa representa el 0.07% de la composicion total, dado por un ejemplar en la localidad 1573 de la unidad U3. La escasez de esta especie puede ser debida al predominio de sustratos suaves, en los cuales no es comun encontrar a este tipo de organismos.

Orden Pholadomyoidea

Familia Pholadomyidae

Genero Pholadomya

Pholadomya occidentalis Morton. Concha oval, delgada pero alta y ancha. Valvas iguales, infladas en el frente. Ornamentación consistente en 27 costillas radiales, separadas por espacios más anchos que las mismas, a excepción de la parte media en donde las costillas se encuentran muy juntas. El genero se conoce desde el Triasico Tardio a la actualidad, con una amplia dispersion en Norteamérica. Las especies modernas se encuentran en zonas de mar profundo (Arkell, 1956), aunque los representantes fosiles habitan aguas someras, siendo organismos infaunales profundos, en sustratos blandos finos. Los fosiles que se encuentran en sustratos arenosos fueron probablemente transportados hacia ellos despues de su muerte. La restriccion actual de las especies de Pholadomya a aguas profundas pudo deberse a factores que afectaron a los habitantes de las zonas someras, como pudo ser una baja generalizada del nivel del mar (Knorr, 1921). Se ha propuesto que

los representantes mesozoicos de Pholadomva poseían cierta tolerancia a las fluctuaciones de salinidad (Barthel, 1969) habitando en ambientes con una tasa de sedimentación relativamente baja, permitiendo la alimentación suspensívora, facilitada por los largos sifones fusionados. Ph. occidentalis se ha encontrado en el Campaniano-Maastrichtiano de Maryland, Nueva Jersey, Tennessee y Georgia, con una duración geológica de 10 m. a. Hallam (1977) realizó estudios paleobiogeográficos en bivalvos jurásicos, notando que los géneros de aguas profundas, y otros géneros relacionados de tipo eurinalino, eran más persistentes que los bivalvos de concha gruesa asociados a arrecifes y a otros sedimentos carbonatados de aguas someras. Basado en estos datos, Vermeij (1978) noto que los foladomidos y lucináceos (infaunales profundos) tenían una duración geológica promedio de tres pisos (aproximadamente 24 m. a.), en tanto que la duración de las especies infaunales profundas de zonas someras, con una salinidad normal, era ligeramente mayor (3.3 pisos). La duración de las especies infaunales someras y epifaunales de bivalvos, era sustancialmente menor (2.4 pisos). Sin embargo, en estas categorías existe un alto grado de variación en la presencia estratigráfica de las especies (Hansen, 1978). Los foladomidos presentan las mayores duraciones de especies en el Jurásico de Europa. Esto fue debido a la protección que representaba su hábito infaunal profundo, habiendo sido catalogados como organismos resistentes a la extinción, dada su tolerancia a las condiciones desfavorables (Vermeij, 1978), auxiliada por la fusión del manto y fusión sifonal, que les permitió invadir

ambientes con bajas condiciones de oxígeno y nutrientes, que otros competidores y depredadores no toleraban (Stanley, 1968). Sin embargo, la amplia duración de estas especies puede ser el resultado de contar con colecciones, cuyas condiciones de preservación no son óptimas, no pudiendo diferenciar las sutiles diferencias interespecíficas en las conchas delgadas y vagamente ornamentadas de los foladomidos, pudiendo considerar que una especie tuvo una duración geológica que no es la real (Hallam, 1977). Los ejemplares de Nuevo León están representados por moldes internos, sin embargo, las diferencias morfológicas entre las especies de Pholadomya son bastante perceptibles. Ph. occidentalis integra el 0.1% de la composición total de la Sierra El Antrisco, distribuida en dos localidades de la unidad U2. En virtud de que todos los ejemplares de Nuevo León están articulados, es probable que no hayan sufrido transportación alguna.

Ph. coahuilensis Imay. Concha de forma típica, ornamentada por 14 costillas radiales, separadas por amplios espacios y cruzadas por líneas de crecimiento. Se ha descrito del Cretácico Superior de Laguna de Matrán, Coahuila y de la Formación Cardenas, San Luis Potosí. Willeben (1977) la reporta de la Formación Cañon del Tule (Cuenca de Farras) en ambientes de plataforma deltaica. En la Sierra El Antrisco representa el 0.4% de la composición total, con seis ejemplares en una localidad (1571) de la unidad U2. La duración geológica de esta especie equivale a 6 m. a. y su distribución sugiere un carácter no planctotrófico de sus larvas.

El unico representante actual del genero (Ph. candida) presenta adaptaciones extremadamente especializadas, aunque algunos autores la consideran extinta, por no contar con reportes recientes de su hallazgo (Runnegar, 1972; 1979; Morton, 1980). Son los representantes mas antiguos del Superorden Anomalodesmata, aunque como se menciona, sus características no son del todo primitivas. Se ha sugerido que Ph. candida yace diagonalmente sobre su region posterior, y que bombea los depositos de la cavidad del manto a traves del surco pedal, con el pie actuando como piston, auxiliar en la alimentacion macrofaga (Morton, op. cit.), viviendo en zonas relativamente profundas (Runnegar, 1974). Es probable que el cambio de habitat de los foladomidos, a traves de su evolucion, trajera consigo modificaciones en los mecanismos de alimentacion y ubicacion en el sustrato, constituyendo un buen ejemplo de migracion adaptativa en los moluscos. Ph. candida se conoce por dos ejemplares que han sido colectados vivos y diez conchas acarreadas en depositos de tormenta.

Pholadomya sp. A. Concha mediana, de forma suboval. Superficie ornamentada por 17 costillas radiales, cruzadas por lineas de crecimiento concentricas. Representa el 0.1% de la composicion de Nuevo Leon, con dos ejemplares en una localidad (1571) de la unidad U2. el Superorden Pholadomyacea se origino en el Paleozoico temprano, invadiendo sedimentos suaves, asociados a los Trigonacea. Este tipo de composiciones, con estos dos grupos dominantes, subsistio hasta el fin del Cretacico. Sin embargo, la importancia de

estos grupos declino durante el Mesozoico, probablemente por la competencia que se dio por el habitat infaunal con los Heterodonta, que eran generalistas y estaban en expansion. Los Heterodonta eran bivalvos no especialistas que radiaron durante el Mesozoico tardio en ambientes de aguas someras y sustratos blandos, conservando actualmente este tipo de habitat (Knudsen, 1979). Por lo tanto, en el Mesozoico tardio, los Pholadomvidae subsistian en habitats someros restringidos, migrando gradualmente hacia las zonas profundas del mar, en donde constituyen uno de los grupos dominantes de bivalvos infaunales (Allen y Turner, 1974; Allen y Morgan, 1981).

Pholadomva sp. B. Concha mediana, de forma subeliptica. Superficie de la concha ornamentada por 16 costillas en la region anterior, los espacios entre ellas se van haciendo mas angostos hacia la region media, siendo la region posterodorsal lisa, con lineas de crecimiento concentricas en toda la superficie. Representa el 0.6% de la composicion total, con nueve ejemplares en una localidad (1571) de la unidad U2.

De los 19 ejemplares de las especies de Pholadomva presentes en la Sierra El Antrisco, 18 fueron colectados en la localidad 1571 (U2) y uno en la 1575 (U2). Es probable que la localidad 1571 representara un habitat en el que los organismos de este genero pudieron desarrollarse, aunque el numero de heterodontos es considerable y, por tanto, la cantidad de organismos del genero Pholadomva es relativamente escasa.

Orden Hippuritoida

Hippuritoida. Formas solitarias en las que la valva inferior es conica y desarrolla una estructura coraloide. La valva superior es opercular, siendo mucho mas pequena que la inferior y con dientes largos, articulados en las fosetas de la estructura calcarea interior de la valva inferior. Estas formas estaban ampliamente distribuidas en el Mediterraneo, Mexico y Texas durante el Cretacico, viviendo en aguas someras claras, en las que fueron depositados lodos calcareos (Twenhofel y Shrock, 1935) bajo climas tropicales. La cavidad del cuerpo se situaba en la valva derecha conica, siendo muy reducida en relacion al volumen total de la concha. Las porciones juveniles de la concha se encuentran llenas de tabulas que aparentemente servian como plataformas sucesivas que servian de apoyo a la masa visceral, suspendida de la valva superior o izquierda. La cavidad del cuerpo se reducia aun mas con el desarrollo de la gruesa concha, los dientes masivos, la estructura de los alveolos y por la presencia de dos o tres invaginaciones de la pared de la concha. La valva izquierda de los rudistas hippuritoides contiene un complejo sistema de canales ramificados que dan a la superficie de la valva, una apariencia panaloide (Figura. 23) (Dodo y Stanton, 1981). Skelton (1976) propuso que las lineas de crecimiento en la estructura de la concha, indican que los canales de la valva izquierda debieron estar llenos de tejido del manto. Probablemente este tejido consistio en tubos ciliados que creaban corrientes, al tiempo que

atrapaban alimento suspendido del exterior y lo bombeaban a través de canales hacia el margen de la concha y el manto, en donde las partículas alimenticias eran capturadas por sustancias mucosas y pasaban lentamente por una estructura en forma de canal en el margen de la valva derecha, hacia las branquias y la boca. Dada la probabilidad de que estos bivalvos no presentaran pie (como en los ostreidos cementantes), la boca debió localizarse en la región ventral media. El agua filtrada podía ser expulsada a través de la ligera abertura entre las valvas. El sistema de canales era un mecanismo selectivo para repeler depredadores y granos de arena, al tiempo que permitía la entrada de detritos y microorganismos en suspensión, que servían de alimento. La dirección de la corriente pudo invertirse ocasionalmente, a fin de limpiar el sedimento que colapsaría el sistema de canales. Los músculos aductores eran cortos, pero aparentemente fuertes y quizás no abrían las valvas más allá de una fracción de milímetro, abertura suficiente para la salida del agua filtrada y los productos de desecho, aunque no para una alimentación por filtración convencional. Skelton (1976) propuso que los radiolitidos se alimentaban por medio de pequeños tentáculos situados en el margen del manto y extendidos hacia el exterior de la concha. Los hipuritidos estaban bien adaptados a su nicho, tanto en arrecifes como en ambientes someros de alta turbulencia. La valva derecha masiva daba estabilidad al organismo en los ambientes turbulentos de sustratos blandos, constituyendo una estrategia de "iceberg". Su crecimiento era aparentemente rápido, dada la competencia con otros organismos para alcanzar el

estrato de materia organica en suspension, dando lugar a su forma alargada y cilindrica. El desarrollo de tabulas en la valva derecha facilitaba este tipo de crecimiento. Poseian un sistema de alimentacion bien desarrollado a habitats con abundante alimento en suspension, en los que existian depredadores capaces de atacar bivalvos mas convencionales. El organismo se encontraba bien protegido en la valva gruesa, pudiendo filtrar el agua sin necesidad de abrir sus valvas mas alla de un milimetro. Los rudistas formaron bionermas en los mares de Tethys durante el Cretacico, mientras que los corales eran generalmente pequeños, inconspicuos y limitados a ambientes no arrecifales (ver Siderastrea) (Kauffman y Sohl, 1974; Wilson, 1975; Coates, 1977a, 1977b). Estos bionermas se desarrollaban en elevaciones topograficas de las plataformas someras del Tethys, especialmente en la region del Medio Oriente (Freund, 1965; Friedman, et al, 1979; Bein, 1976). Laudon (1984) propuso que las lentes de carbonato de la Formacion Potrerillos se originaron sobre una elevacion topografica generada por diapirismo. Estas lentes estan incluidas en el miembro inferior de lodolita, el cual sobreyace al miembro inferior de limolita. La lente Gorda Interior se localiza a 10 km al W de la localidad 1574 (U2), siendo esta ultima la unica en la que se encuentra el material de hipuritidos, representando el 0.8% de la composicion total. Los ejemplares corresponden unicamente a valvas izquierdas, las cuales muestran señales de transporte y perforacion de bivalvos (Figura 24). Se encuentran algunos ostreidos juveniles cementados a una de las valvas (Figura

25), lo que sugiere que este ejemplar fue depositado en la zona intermareal. dado que el sedimento que le rodea corresponde a arenisca relativamente gruesa, con fragmentos de conchas. Cabe señalar que el material fue colectado en la base de la unidad U2, correspondiendo a depositos de zona somera que incluyen facies de playa. Considerando las características del material y la facies en que fue depositado, es factible pensar que fue sometido a un acarreo despues de la muerte del organismo. La ausencia definitiva de valvas derechas sugiere que este material fue transportado de algún biostroma cercano a la zona de deposito. La lente Gorda Interior contiene hipuritidos, cuyas valvas izquierdas pudieron ser transportadas a distancias considerables, dado que la descomposicion del tejido del manto y la estructura reticular, facilitaron la flotabilidad. Esta inferencia se ve apoyada por el hecho de encontrar unicamente valvas izquierdas en un ambiente de playa, en el que finalmente fueron depositadas. En adición, la estructura reticular muestra un ensanchamiento anormal (Figura 26a, compárese con 26b), el cual pudo ser producto de la descomposicion e impregnacion de agua del tejido. Las valvas derechas eran masivas y carecian de una estructura reticular, por lo que su transporte fue improbable. quedando depositadas en el biostroma, el cual pudo originarse sincronicamente a la depositacion de la unidad U2.

Los rudistas evolucionaron rapidamente en el Cretacico, siendo abundantes y diversos en ambientes arrecifales. Mas de 100 generos han sido descritos. Los rudistas dominaron las facies arrecifales del Cretacico Medio y Tardio, distribuidos en un amplio cinturón

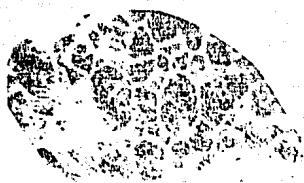
Figura 23.- Estructura panaloide de la valva izquierda de un ejemplar de hipurítido (12.0 x).

Figura 24.- Valva izquierda de hipurítido que muestra perforaciones ocasionadas por bivalvos (2.0 x).

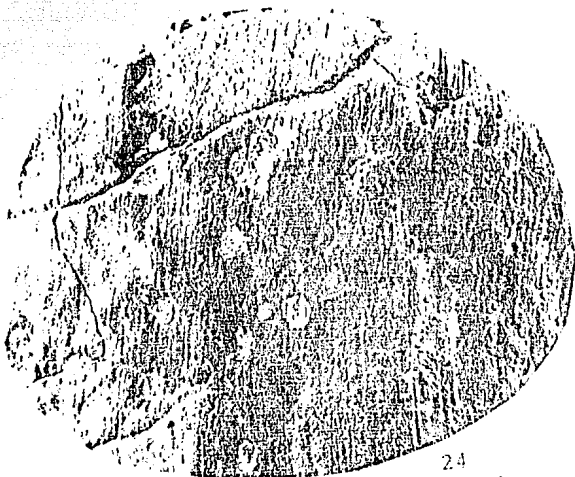
Figura 25.- Ostréidos juveniles cementados a una valva izquierda de hipurítido (1.5 x).

Figura 26a, b.- Ensanchamiento anormal de la estructura reticular de la valva izquierda de un hipurítido ocasionada por hinchamiento de absorción de agua y putrefacción del tejido (1.6 x).

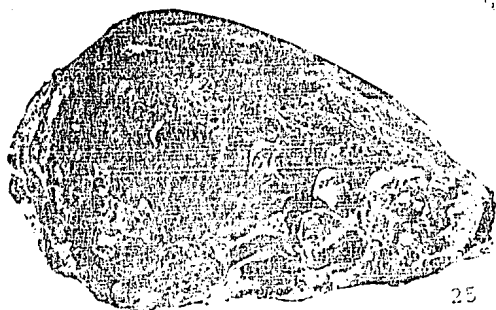
b.- Valva izquierda de hipurítido en la que el tejido reticular no se encuentra tan alterado como en la Figura 26a (0.8 x).



23



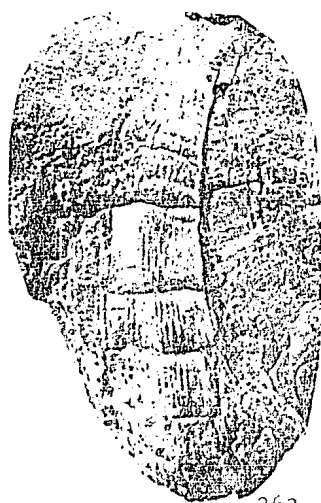
24



25



26b



26a

paleotropical que se extendia desde el Golfo de Mexico y las Indias Occidentales, hasta el Este Medio, pasando por el sur de Europa (Philip, 1972; Kauffman y Sonl, 1974; Wilson, 1975). Durante el Cretácico Tardío, dominaron a los corales como principales constructores de arrecifes, sugiriendose que se convirtieron en los reemplazos ecologicos de los corales arrecifales (Philip, 1972). Este autor sugirió que los rudistas poseían algas simbióticas, proporcionando evidencias de la exposicion del manto a la luz, fototropismo y evolucion de tallas gigantescas; mas argumentos al respecto son proporcionados por Vogel (1975) y Skelton (1979). Este ultimo autor propone que la simbiosis algal fue solamente una adaptacion secundaria en algunos radiolitidos.

Skelton (1976) analizo la morfologia funcional de los hipuritidos coraliformes, infiriendo mecanismos especiales para mantener el sistema de canales de la valva izquierda, libre de epibiontes. Esto facilitaria la exposicion del manto a la luz, pudiendo constituir una adaptacion ante la simbiosis algal. El ensanchamiento y apianamiento progresivo del margen de la valva derecha de los hipuritidos ha llevado a algunos autores a interpretar este necno como una secuencia evolutiva, tendiente a mejorar la simbiosis por medio de una exposicion mas directa a la luz (Cowen, 1983). Skelton (1976, 1979) sugirió que muchos rudistas abandonaron el mecanismo de alimentacion ciliar, tipico de algunos bivalvos cementantes, en favor de un sistema de filtracion tentacular semejante al de los corales, el cual esta diseñado para capturar pequeñas cantidades de zooplancton, mas que grandes

cantidades de fitoplancton. Este mecanismo en los rudistas pudo adaptarse a los ambientes arrecifales oligotróficos del Cretácico, apoyando la hipótesis del remplazamiento ecológico de los corales y sirviendo como hospedero de algas simbióticas con requerimientos de nutrientes, mas que de calorías. El abandono del mecanismo de alimentación ciliar, también implica que las branquias perdieron su función respiratoria en los rudistas, pudiendo suplir la demanda de oxígeno vía algas simbióticas, las cuales debieron heredarse durante el desarrollo de la larva (Cowen, 1983).

El patrón evolutivo de los rudistas, con su radiación explosiva, morfología inusual, su divergencia del complejo adaptativo de los bivalvos y su extinción en el Cretácico Tardío, concuerda con la hipótesis de la simbiosis algal, especialmente a la luz del modelo de Hallock (1982).

Los rudistas son considerados fósiles índice confiables, dada su amplia dispersión y escasa duración geológica. Sin embargo, no es regla general para todos los géneros, pudiendo existir grupos cuyas larvas eran planctotróficas (quizás la mayoría) y grupos que poseían larvas no planctotróficas.

Clase Cephalopoda

Orden Nautiloidea

Familia Nautilidae

Genero Eutrephoceras

Eutrephoceras planoventer Stephenson. Concha amplia, casi esférica, fuertemente enrollada, con la vuelta externa cubriendo completamente a las internas. Suturas rectas. Sifunculo pequeño, de posición variable. El genero se conoce desde el Jurásico Tardío al Mioceno, distribuido ampliamente en las zonas costeras y el Interior Oeste de Norteamérica. Eutrephoceras pertenece a la misma familia del único genero viviente de cefalópodos nautiloideos: Nautilus, el cual habita en la porción suroeste del Océano Pacífico, en torno a arrecifes coralinos, aunque se le puede encontrar a profundidades de 550 m. Nautilus nada hacia atrás o hacia adelante por medio de eyecciones del sifón. El genero ha sido estudiado extensivamente, aunque aun quedan por aclarar algunas cuestiones sobre su biología y hábitos de vida. Durante el Paleozoico, algunos nautiloideos mostraron una tendencia al desarrollo de suturas ligeramente sinuosas, siendo esta tendencia importante en el Mesozoico. En el Cretácico solo sobrevivieron los nautiloideos fuertemente enrollados, representados estos últimos por dos ramas, las cuales probablemente se originaron de formas tales como Eutrephoceras, con suturas casi rectas. Una rama culminó en el genero actual Nautilus, en tanto que la otra dio origen a diversos generos, con suturas mas complejas y que tuvieron

una gran diversidad en el Terciario, despues de la extincion de los amonoideos, los cuales fueron equivalentes ecologicos de los nautiloideos (Easton, 1960). Wollleben (1977) reporta a E. planoventer de ambientes de prodelta distal y plataforma continental en la Cuenca de Parras. Esta especie esta presente en el Grupo Navarro de Texas y en la Formacion Ripley de Tennessee. El material de E. planoventer en Nuevo Leon representa el 2.0% de la composicion total, distribuido en cuatro localidades de la unidad U2 (25 ejemplares), en una localidad de la unidad U3 (2 ejemplares) y en la localidad de la unidad U4 (1 ejemplar). La mayor parte de los ejemplares corresponden a fases juveniles, presentes principalmente en las localidades de la unidad U2. Asimismo, la mayor parte de las conchas muestra indicios de fractura, e incluso, aplastamiento (Figuras 27a y 27b), que pudieron ser producto de la transportacion y depositacion en sustratos coquinoideos, siendo sometidos a una exposicion supaerea antes del sepultamiento, dado que se encuentran algunas colonias de briozoarios que crecieron aun en las areas fracturadas (Figura 28). La fracturacion no es tan evidente en los ejemplares mas pequenos (Figura 29), debido probablemente a su tamaño y mayor resistencia de la concha. La distribucion de esta especie en casi todas las unidades de la Sierra El Antrisco, sugiere que estos organismos nectonicos sufrieron transporte por flotacion de la concha, despues de la muerte del organismo, tal y como ocurre en las especies actuales del genero Nautilus. Aunque no alcanzaron tallas considerables, la gran proporcion de ejemplares juveniles de E. planoventer indica

que tuvieron una alta tasa de mortandad en este estadio. Se infiere un habito carnivoros de alimentacion para estos organismos, como el presentado por los representantes actuales del genero Nautilus, quienes no son agiles nadadores, alimentandose de organismos bentonicos, especialmente decapodos (Miller, 1947). Cabe señalar que E. planoventer convivio con las cinco especies de amonites encontradas en esta composicion, compitiendo probablemente con ellas por el alimento, pudiendo ser un factor que altero su representatividad y tasa de mortandad.

Orden Ammonoidea

Familia Baculitidae

Genero Baculites

Baculites ovatus Say. Concha larga y recta, excepto en las escasas vueltas primarias. Suturas muy complejas, con sillas y lobulos plegados. Seccion transversal de la concha oval a semioval. Superficie ornamentada por pliegues ondulados. El genero tiene una dispersion amplia en los depositos del Cretacico Superior de Norteamerica. De acuerdo a Trueman (1940), los organismos pertenecientes al genero Baculites decidieron flotar en una posicion vertical. Las caracteristicas tipicas de los amonites heteromorfos (sutura primaria formada por cuatro lobulos y desarrollo de la concha) se desarrollaron en el fitoniano, y los amonites con estas caracteristicas se dispersaron rapidamente en todos los mares (Lienmann, 1931). En cierta forma, Baculites epitonizo la evolucion

de los cefalopodos aberrantes del Cretacico, ya que el desarrollo comienza con un pequeño enrollamiento de la concha que permanece en el apice de la misma, dando lugar en el adulto a una concha secundariamente recta. La evolucion de las especies de Baculites se registra primariamente a traves de los cambios en el tamaño de las conchas y la complejidad de sutura. En las especies de Baculites del Interior Oeste de Estados Unidos, el tamaño de la concha se incrementa regularmente y culmina con la especie B. grandis, la cual llevo a alcanzar una longitud de 1.2 m o mas. Las suturas se hacian mas complejas, aunque las de B. grandis siguieron un patron mas simple de sillias y lobulos, en los que muchas crenulaciones finas eran superimpuestas (Easton, 1960). Con respecto a la nutricion de B. ovatus, es probable que depredara sobre algunos crustaceos y anelidos, aunque no debio ser un ágil nadador, ya que la concha recta llena de gas seria muy inestable para este proposito. Wetzel (1960) describe algunos coprolitos derivados de plesiosaurios del Cretacico Superior de Quiriquina (Chile) en los cuales se encontraron conchas larvarias de amonites y conchas adultas de Baculites, sugiriendo que estos amonites eran depredados por este tipo de reptiles. En la composición de Nuevo Leon, B. ovatus representa el 1.3% de la composición total, distribuido en cuatro localidades de la unidad U2 (6 ejemplares) y en una de la U3 (13 ejemplares). Wollleben (1977) reporta 6 ejemplares de esta especie en depositos de plataforma deltaica de la Formacion Potrerillos. El estado de preservacion de los ejemplares de la Sierra El Antrisco sugiere transportacion de las conchas, despues

de la muerte del organismo, ya que la mayor parte se encuentran fracturadas (Figura 30), siendo la especie mas abundante de las tres de Baculites que se encuentran en el miembro inferior de limolita. B. ovatus habitaba en la plataforma deitaica, descansando ocasionalmente en el bentos, con la concha posicionada verticalmente. Es una especie muy abundante en los depósitos maastrichtianos de la Planicie Costera del Atlantico y del Golfo.

B. grandis Hall y Meek. Concha de forma casi triangular en seccion transversal, con la region dorsal aplanada y la ventral aguda. El diametro dorso-ventral maximo es de 9.0 cm y la longitud de 20.0 cm, aunque cabe señalar que el unico ejemplar de Nuevo Leon esta incompleto, por lo que las dimensiones del organismo original se desconocen. Sin embargo, a juzgar por el fragmento con que se cuenta, se estima que la longitud del organismo no fue menor a 80.0 cm. El gran tamaño y complejidad de suturas de esta especie, pudieron ser los pasos culminantes en las tendencias evolutivas de los baculitidos, como fue propuesto por Easton (1960). En la Figura 31 se aprecia la evolucion de las especies de Baculites del Interior Oeste de los Estados Unidos, en la que se incluyen B. ovatus y B. grandis, tambien presentes en el Maastrichtiano de la Planicie Costera del Atlantico y del Golfo. Aunque el esquema se basa en un orden estratigrafico, B. ovatus y B. grandis se han encontrado en el mismo nivel estratigrafico de varias composiciones maastrichtianas, como la de la Formacion Coon Creek de Tennessee (Wade, 1926). Este autor noto la semejanza existente entre estas

Figura 27a, b.- Ejemplar de Eutrophoceras planoventer Stephenson cuya concha fue aplastada por efecto de transporte. El grosor máximo de esta concha es de 11 mm (2.1 x).

Figura 28.- Colonias de briozoarios que crecieron en las zonas de fractura de la concha de un ejemplar de E. planoventer (6.0 x).

Figura 29.- Ejemplar juvenil de E. planoventer en el que no existe fracturación (3.5 x).

Figura 30.- Concha fracturada de un ejemplar de Baculites ovatus Say (1.5 x).



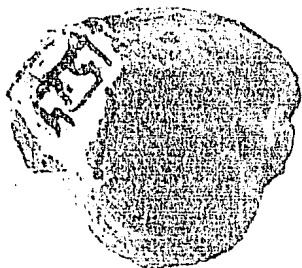
27a



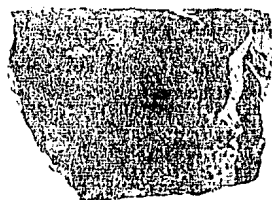
27b



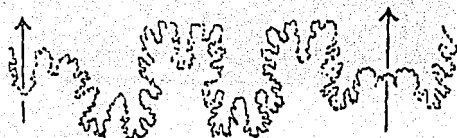
28



29



30



Baculites grandis



Baculites compressus



Baculites ovatus

Figura 31.- Evolución de las especies
del género Baculites en
el Interior Oeste de los
Estados Unidos. (Tomado
de Easton, 1960).

dos especies (Wade, op. cit., p. 182): "The species B. grandis is nearly related to B. ovatus of Say, from which it differs in its much greater size, larger apical angle, much stronger and more extended undulations, which cross the entire lateral surface of the shell...The sutures of the specimens from Tennessee referred to this species...are very similar to the sutures of Baculites ovatus Say, yet with our present knowledge of this group it still seems proper to regard Baculites grandis as a distinct species."

El ejemplar de Nuevo Leon de B. grandis representa el 0.07% de la composicion total, encontrandose en la localidad 1574 de la unidad U2. La concha muestra señas de fractura, sugiriendo que fue sometida a transporte despues de que muriera el organismo. La escasez de esta especie puede relacionarse con el tamaño que alcanzaban los organismos. Esta hipotesis corresponderia con la mayor abundancia de B. ovatus, que alcanzaba tallas menores. La relacion entre la abundancia y tamaño de organismos ha sido señalada para varios grupos, especialmente en aquellos que han presentado gigantismo. Es probable que la tasa de reproduccion de B. grandis fuera menor a la de B. ovatus y Baculites sp. de la composicion de Nuevo Leon. Cabe, sin embargo, la posibilidad de que las conchas de B. grandis fueran sometidas a algun proceso discriminatorio tafonomico, lo cual es improbable, dado que algunas conchas de Sphenopiscus pleurisepta alcanzaron grandes tallas y se encuentran bien representadas en el miembro inferior de limolita.

Baculites sp. Concha oval a semitriangular en seccion

transversal, con suturas mas complejas que las de B. ovatus y menos complejas que en B. grandis. Asi mismo, la talla de los ejemplares es intermedia entre las dos especies citadas anteriormente. De acuerdo a estas características, esta especie podria corresponder a B. compressus, segun la Figura 31. Asi mismo, esta especie cuenta con una abundancia intermedia entre B. ovatus y B. grandis, representada por el 0.7% de la composicion total, distribuido en dos localidades de la unidad U2 (ocho ejemplares). La asignacion de nuestro material a B. compressus es dudosa, ya que el material se encuentra en mal estado de preservacion, sugiriendo que fue sometido a transporte despues de la muerte del organismo y a erosion post-taonomica.

Por muchos años, el desenrollamiento de los cetapodods fue interpretado como una clase de fenomeno asociado con el envejecimiento racial, anterior a la extincion de los ciados afectados. Este concepto se vio reforzado por el hecho de que los amonites lytoceratinos (tipicamente desenrollados, a los cuales pertenece Baculites, alcanzaron su maximo desarrollo durante el Periodo Cretacico. Sin embargo, los lytoceratinos no son los unicos amonites que sufrieron desenrollamiento, tambien algunos ceratitidos presentaron este fenomeno, el cual se manifesto en diferentes episodios de la historia de los amonites y algunos nautiloideos del Paleozoico, por lo que la hipotesis del envejecimiento racial se puso en duda. Las conchas desenrolladas tienen camaras de habitacion mayores que las de las formas enrolladas. El diametro de las camaras de vida de las conchas

rectas permanecia relativamente constante en la madurez, incrementandose solo la longitud. Es probable que el volumen extra de la camara de vida representara un incremento en el volumen de la cavidad del manto, generando una propulsion mas efectiva, relacionada a los cambios de habitat. Se ha mencionado que las conchas rectas son muy inestables, por lo que seria necesaria una gran cantidad de agua para su locomocion, compensando la alteracion en la posicion del centro de flotacion (Easton, 1960).

Familia Pachydiscidae

Genero Pachydiscus

Pachydiscus arkansanus (Stephenson). Concha mediana de forma platiconica. Superficie ornamentada por costillas redondeadas, moderadamente marcadas, que en los estadios juveniles forman nudos en el hombro umbilical. El genero se conoce del Campaniano al Maastrichtiano, comprendiendo las formas de amonites mas grandes que se conocen (P. seppenradensis, con un diametro de 1.7 m), que eran habitantes de biotopos de plataforma continental (Lehmann, 1981). P. arkansanus representa el 0.3% de la composicion total, distribuido en cuatro localidades de la unidad U2. Algunos ostreigos fijos a las conchas sugieren que estas sufrieron una exposicion subaerea antes de ser sepultadas. Las suturas de P. arkansanus son sumamente complejas, indicando un estadio avanzado en la evolucion de los amonites. De los 5 ejemplares con que se cuenta, 2 corresponden a estadios juveniles. Estos organismos eran

flotadores sin capacidad de nado rápido. La flotación era regulada por el sifunculo (Figura 32), cuyo diametro no era muy amplio. El escaso número de ejemplares de esta especie, sugiere un desplazamiento ecológico a cargo de Sphenodiscus pleurisepta principalmente, ~~ya que ha sido encontrado en números más~~ representativos, en el Grupo Navarro de Texas.

Familia Sphenodiscidae

Genero Sphenodiscus

Sphenodiscus pleurisepta (Conrad). Concha discoidal comprimida, muy involuta. Region ventral fuertemente angulosa. Las suturas presentan lobulos y sillas ramificados. Superficie de la concha con lineas de crecimiento y dos hileras de nodulos. Distribuido ampliamente en los depositos del Cretacico Superior de Norteamerica, especialmente en la Provincia de la Planicie Costera del Atlantico y del Golfo. En el Maastrichtiano, Sphenodiscus es el genero con mayor dispersion mundial, aunque no ha sido reportado para la Provincia Boreal, ni en torno al Pacifico Norte y Suroeste (Hallam, 1973). La amplia distribucion de las especies de Sphenodiscus se encuentra relacionada a la capacidad de desplazamiento que como organismos nectonicos, presentaban estos amonites, aunque se ha señalado la preferencia que presentaban estos cefalopodos por los ambientes someros (Waage, 1968), favoreciendose el aislamiento geografico y propiciando la especiacion. Wollast (1877) reporta a S. pleurisepta en facies de

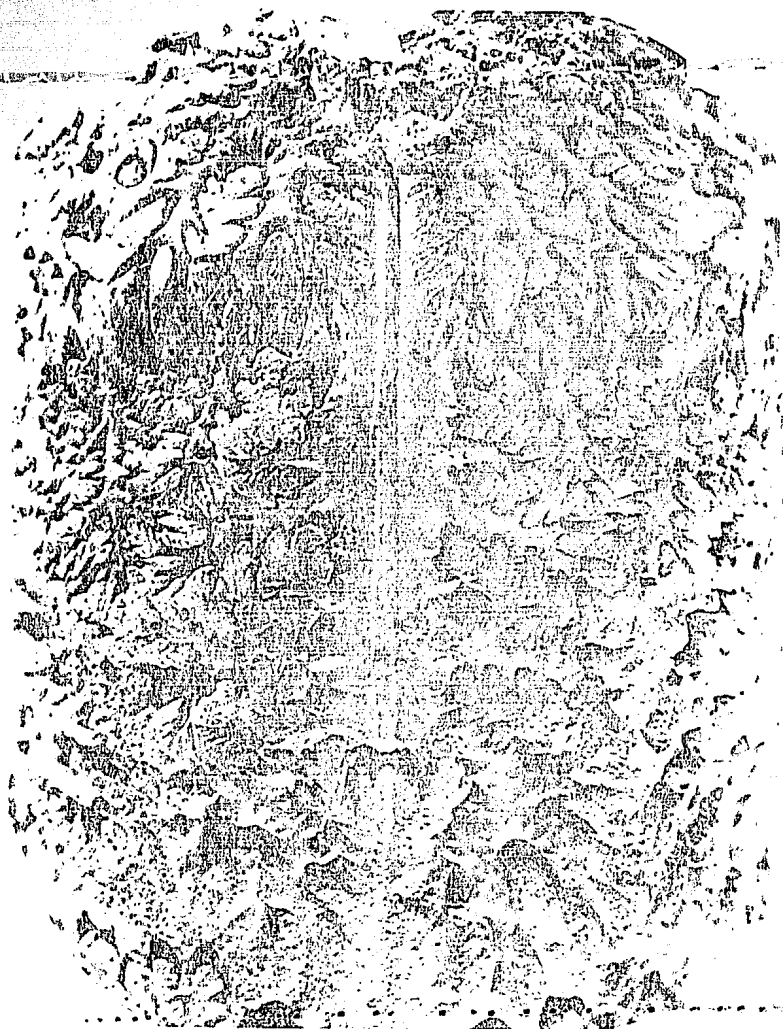


Figura 32.- Ejemplar de Pachydiscus arkansanus
en el que se aprecian las suturas y
el canal del sifónculo (3.0 x).

prodelta distal, plataforma continental y plataforma deltaica y frente deltaico, escribiendo al respecto (p. 392): "The genus Sphenodiscus is extremely abundant in the Maastrichtian of northeast Mexico. Most of the species and subspecies described show a large amount of intraspecific variation. The specimens from the Farras and La Popa Basins also exhibit this variation." En el miembro inferior de limolita, S. pleurisepta representa el 14.1% de la composición total, siendo el elemento más abundante y uno de los de mayor distribución en la Sierra El Antrisco, ya que se encuentra en seis localidades de la unidad U2 (193 ejemplares) y en dos de la U3 (3 ejemplares). Esta distribución remarca la preferencia de esta especie por zonas someras, aunque es probable que los ejemplares hayan sido transportados después de la muerte del organismo, ya que la mayoría presenta ruptura de la concha (Figuras 33a y 33b). La variación intraespecífica señalada por Wolleben (1977) se aprecia en nuestro material, ya que algunos presentan dos hileras laterales de nodulos y otros tienen conchas lisas. Esta diversidad puede ser producto del aislamiento geográfico a nivel de microambientes, o bien de la variación fenotípica de la especie. Jablonski (1979) escribe sobre la paleoecología de la Formación Cañon del Tule del Grupo Difunta (p. 174): "Distal prodelta and shelf mud assemblages (prodelta, lower shelf-face-shallow shelf) are dominated by Sphenodiscus and contrast with the supposed nearshore distribution of this ammonite..." El reporte de S. pleurisepta en varias facies del complejo deltaico del Grupo Difunta, implica que esta especie habitaba a diferentes profundidades. La relativamente

escasa duracion geologica de S. pleurisepta (por lo que es considerado como fosil indice) pudo estar relacionada a su alta tasa de especiacion, culminando con su extincion en la transicion Maastrichtiano-Daniano.

Es importante señalar que algunos ejemplares de la localidad 1582 alcanzaron diametros de 30 cm o mas, lo cual constituye una talla poco usual para S. pleurisepta, indicando que la variacion intraespecifica pudo verse reflejada tambien en el tamaño. Algunos autores consideran que la forma hidrodinamica de la concha de S. pleurisepta facilitaba su rapido desplazamiento (Knopf, 1981). Sin embargo, la concha seria en realidad inestable para un nado veloz, ya que las camaras llenas de gas y liquido cameral, desequilibrarian la concha durante el nado. Por esta razon, se considera que estos organismos nadaban y reposaban ocasionalmente sobre el bentos, alimentandose de cangrejos y vermes, asi como de carroña.

La presencia de colonias de oriozoarios sobre zonas de fractura de las conchas (Figura 34) sugiere que estos ejemplares permanecieron expuestos cierto tiempo antes de ser sepultados. Aun mas, algunos moldes internos presentan huellas de colonias de oriozoarios (Figura 35), lo que indica que dichos oriozoarios crecieron en la cara interna de las conchas, antes de ser sepultadas. Dunbar (1928) reporta colonias de oriozoarios quelostomados, impresas entre las vueltas sucesivas de Sphenodiscus. En este caso, lo que hace rara la ocurrencia de esta asociacion, es el tipo de fijacion poco usual de la colonia de

Figura 33a, b.- Ejemplar fracturado de Sphenodiscus
pleurisepta (Conrad). En la Figura b
se apreciaba una valva de Nucula chatfield-
densis Stephenson sobre la concha de es-
te mismo ejemplar (1.0 x).

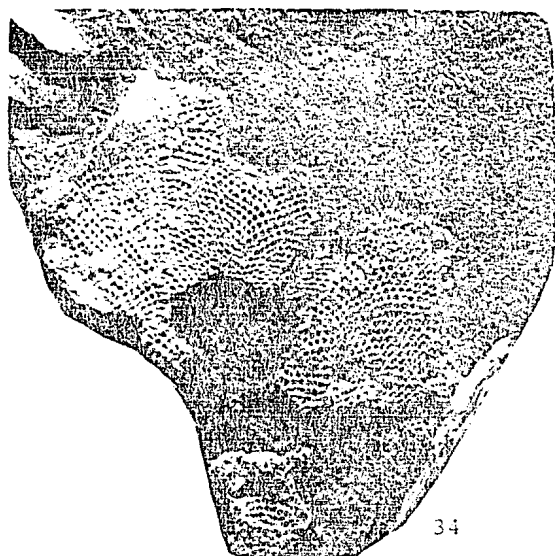
Figura 34.- Colonias de briozoarios que crecieron so-
bre una concha de S. pleurisepta (4.2 x).



33a



33b



34

brizoarios, ya que sugiere una asociacion comensalista para el cefalopodo.

Otros epibiontes de las conchas de S. pleurisepta de la composicion de Nuevo Leon, son anelidos poliquetos (Hamulus sp.) (Figura 36) y una probable lapa (Figura 37). Es dificil interpretar si esta epibiosis tuvo lugar durante la vida del organismo o en el tiempo en el que la concha estuvo expuesta, antes de ser sepultada. Esto ultimo parece lo mas probable, ya que el gasteropodo presenta una talla considerable, que no pudo desarrollar viviendo sobre la concha.

Los nodulos laterales, presentes en algunos ejemplares de S. pleurisepta (Figura 38), pudieron constituir características morfologicas para evitar la depredacion.

Phylum Annelida

Clase Chaetopoda

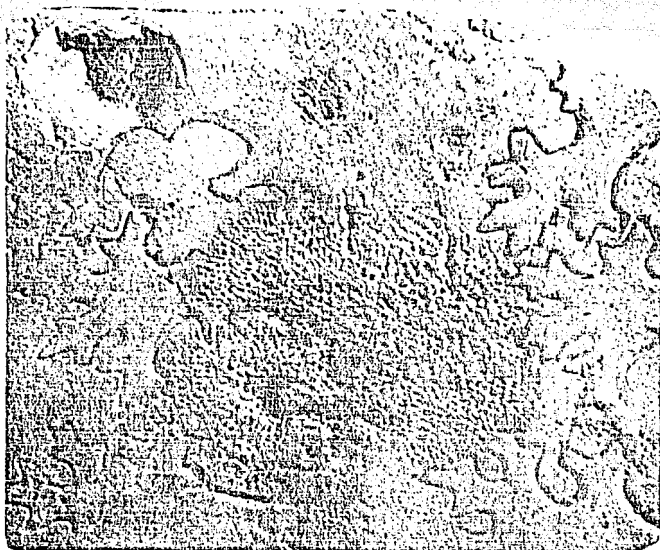
Familia Serpulidae

Genero Hamulus

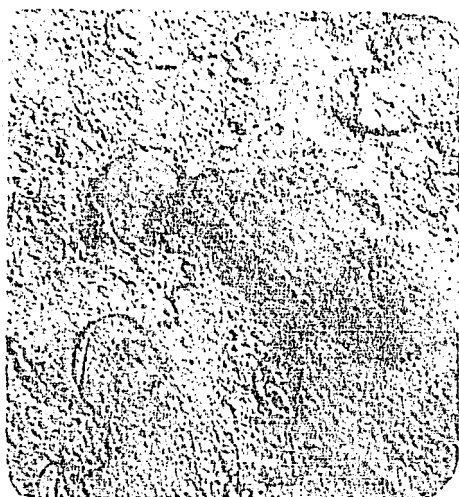
Hamulus nuntensis Stephenson. Tubo conico alargado, ligeramente curvado. Superficie externa corrugada. Superficie interna lisa. Diametro maximo de 2.0 cm. alcanzando un grosor de 0.5 cm. Los tubos de organismos juveniles se encuentran generalmente en enjambre, en tanto que los tubos de organismos maduros corresponden a secciones rotas y sueltas. El genero se encuentra ampliamente distribuido en el Cretacico de las Planicies Costeras del Atlantico

Figura 35.- Molde interno de S. pleurisepta en el que se presentan moldes de colonias de briozoarios (7.5 x).

Figura 36.- Tubo de Hamulus sp. fijo a una concha de S. pleurisepta (5.7 x).



35



36

y el Golfo. Dado que Hamulus es un género extinto y que sus partes blandas no se conocen, solo se puede especular acerca del tipo de organismo que habitaba el tubo. Sin embargo, la construcción del mismo es parecida a la de los tubos de Serpula y Spirorbis, por lo que Hamulus debió ser un anélido similar, con un prostomio modificado a manera de penacho tentacular y un hábito alimenticio de tipo suspensívoro. Wollleben (1977) cita 7 ejemplares de H. huntensis en depósitos de fango de delta de la Formación Potrerillos. En el miembro inferior de limolita de esta formación, H. huntensis representa el 3.8% de la composición total, distribuido en cinco localidades de la unidad U2 (47 ejemplares) y en tres localidades de la unidad U3 (7 ejemplares). Los anélidos constructores de tubos calcáreos, viven siempre fijos a sustratos duros (Schaefer, 1972). Algunos serpulidos actuales llegan a formar arrecifes pequeños llamados biohermas, uno de los cuales se encuentra en el Puerto de Veracruz (Tasch, 1980). Andrews (1964) describe algunos arrecifes de serpulidos en la costa de Texas, creciendo en aguas cálidas principalmente. El crecimiento en enjambre puede originarse a partir de algún fragmento de concha o roca, fijándose sucesivamente los serpulidos a los preexistentes y dando lugar al bioherma (Boucot, 1981). Se ha reportado la tolerancia de los serpulidos a condiciones de turbidez, lo que explicaría la posible presencia de un arrecife de serpulidos en el miembro inferior de limolita, en el que los tubos de Hamulus huntensis de mayor tamaño se encuentran rotos y presentan indicios de transporte (la mayor parte se encuentra en posición horizontal),

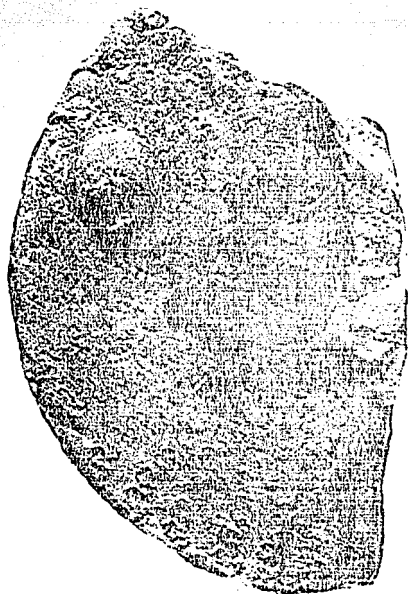
asi como huellas de fijacion de esponjas (Figura 39). En la Figura 40 se observa un tubo roto de H. huntensis en posicion horizontal, al lado de una colonia de Siderastrea sp. El crecimiento en enjambre es comun en la composicion faunistica del Antrisco (Figura 41), aunque muchos organismos crecieron fijos a conchas de moluscos, como Turritella trilinea (Figura 42), Exogyra costata (Figura 43), fragmentos de concha (Figuras 44a y 44b), o a tubos de organismos de su misma especie (Figura 45), indicando la gran competencia que existia por sustratos duros en la paleocomunidad de Nuevo Leon. H. huntensis se ha reportado del Grupo Navarro de Texas, en donde no parece ser tan abundante como en la Formacion Potrerillos. La curvatura caracteristica de los tubos de esta especie no siempre se presenta, ya que la forma depende del sustrato al que se encontraba fijo. Por el momento es dificil establecer alguna relacion entre los anillos del tubo y factores ambientales, lo cual sera objeto de un estudio posterior.

Figura 37.- Ejemplar de S. pleurisepta sobre el que se encuentra el molde de una probable lapa (0.9 x).

Figura 38.- Ejemplar de S. pleurisepta en el que se aprecian los nódulos laterales de la concha (0.8 x).

Figura 39.- Tubo de Hamulus huntensis Stephenson en el que se observan huellas de perforación provocadas por esponjas (1.5 x).

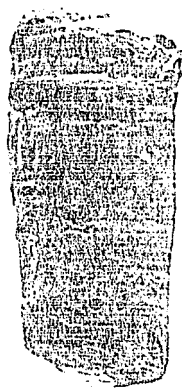
Figura 40.- Tubo de H. huntensis en posición horizontal, al lado de una colonia de Siderastrea sp. (0.6 x).



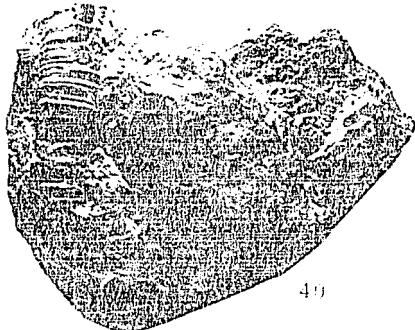
37



38



39



40

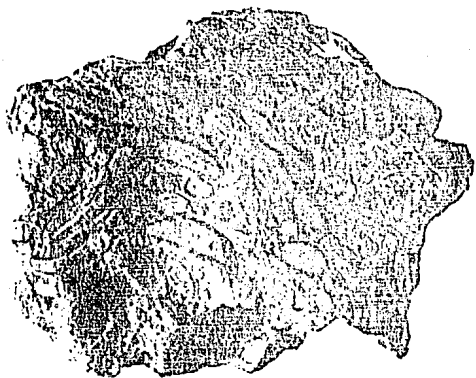
Figura 41.- Crecimiento en ejambre de H. huntensis (2.0 x).

Figura 42.- Ejemplar de H. huntensis fijo a una concha del gasterópodo Turritella triliria Morton (1.3 x).

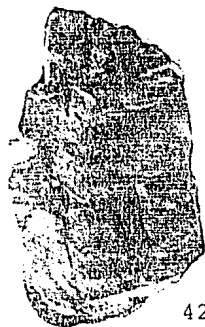
Figura 43.- Ejemplar de H. huntensis fijo a la valva izquierda de un ejemplar de Exogyra costata Say (1.2 x).

Figura 44a, b.- Tubos de H. huntensis fijos a fragmentos de conchas de ostréidos (a, 1.0 x; b, 2.0 x).

Figura 45.- Tubos de H. huntensis que crecieron fijados unos a otros (1.4 x).



41



42



43



44a



44b



45

Phylum Arthropoda

Clase Malacostraca

Orden Decapoda

Infraorden Brachyura

Seccion Dromiacea

Superfamilia Dakoticancroidea

Familia Dakoticancridae

Genero Dakoticancer

Dakoticancer australis Rathbun. Caparazon grande, ligeramente mas largo que ancho, con la region mas ancha a traves de las regiones hepaticas y branquiales, bien diferenciado por pliegues ornamentados por granulos sobre toda la superficie. Las quelas no se presentan en el material de Nuevo Leon, sin embargo, la descripcion de la especie (Rathbun, 1935) las define como iguales, cortas, crestadas, con articulacion carpal oblicua y dedos cortos dirigidos hacia abajo.

La zona litoral y la plataforma continental se caracterizan actualmente por su riqueza de especies de cangrejos, los cuales tambien son comunes en los depositos marinos someros del Cretacico Superior y Terciario, aunque sus restos fragmentarios raramente llaman la atencion.

En los depositos del Cretacico Inferior los cangrejos son menos comunes, en el Jurasico Superior se encuentran confinados a rocas calcareas, y en el Jurasico Inferior se han encontrado menos de cinco especies. Los cangrejos habitantes de las costas rocosas

tienen poca oportunidad de preservacion. Aquellos que viven sobre arena suave y arcilla son mas comunes como fosiles. Los cangrejos cavadores se ven favorecidos en la preservacion, dando lugar al mejor conocimiento de las paleocomunidades carcinoides de la zona litoral y sublitoral (Glaessner, 1969). Los cangrejos son unos de los fosiles mas escasos. Las razones para esta escasez incluyen condiciones paleoecologicas, grado de mineralizacion de las diferentes partes y entre las diferentes especies, condiciones diageneticas y de colecta, que implican limitaciones a un registro fosil fragmentario. Los cangrejos supramareales se encuentran ligados al agua marina, de la que dependen para su respiracion y propagacion. Los cangrejos de intermarea habitan en ambientes que tienen un bajo potencial de preservacion. Para protegerse de la depredacion, desecacion y cambios de temperatura, estos cangrejos deben moverse en la zona de playa, cavar o vivir en habitats protegidos (comensales en ostreidos y otros oivalvos). Muchos cangrejos habitan la zona sublitoral. Schnaefter (1972) clasifica a estos cangrejos en cuatro grupos, de acuerdo a su tipo de locomocion: (1) reptantes o corredores, (2) cavadores, (3) trepadores y (4) nadadores. Cada grupo presenta formas caracteristicas de quelas, cefalotorax y pereopodos. El tamaño del cangrejo y de sus apendices, asi como el grado de mineralizacion de sus partes esqueleticas, varian entre estos grupos. Los cangrejos cavadores se encuentran bien representados como fosiles, en comparacion con los otros tres grupos, de los cuales, los reptantes y nadadores son mas abundantes en el registro fosil que los

trepadores, posiblemente porque estos últimos habitan preferentemente en sustratos rocosos. Los reptantes y nadadores frecuentemente buscan refugio en el fondo, lo cual favorece su potencial de preservación (Bishop, 1986). Un factor que se refleja en el registro fósil es la abundancia relativa entre diferentes especies de cangrejos o dentro de una misma especie, dependiendo de las diferencias ambientales. Un factor ecológico que favorece el registro fósil, es el hecho de que los cangrejos mudan periódicamente, de tal forma que un solo organismo posee el potencial de producir numerosos fósiles. En algunos casos, las mudas fosilizadas pueden diferenciarse de los cuerpos (Schaefer, 1951; Bishop, 1972; Richards, 1975). Los procesos selectivos de preservación pueden actuar sobre los cuerpos o mudas, durante o después del sepultamiento, siendo algunos de ellos los siguientes:

- 1) las formas poco calcificadas son discriminadas, excepto cuando son sepultadas en un ambiente reductor,
- 2) se favorece la preservación de las partes más calcificadas del cuerpo (quelas, espinas, caparazones),
- 3) los cangrejos que viven en ambientes de baja energía son más aptos para la preservación,
- 4) los cangrejos que viven en áreas de rápida sedimentación (como en un ambiente deltaico) son preservados,
- 5) los cangrejos que habitan la zona intermareal, en la que los sedimentos son retrabajados, no se preservan y o: aquellas especies atacadas por muchos depredadores, no se preservan. Una vez sepultados, los restos del cangrejo se descomponen rápidamente, siendo destruidos por descomposición química en pocas semanas, principalmente en depósitos lodosos. Por

todo lo anterior, el registro fosil de los cangrejos es fragmentario en terminos de taxa y especimenes individuales. La transgresion que se dio durante el Cretacico Superior en el Interior Oeste de Estados Unidos, fue marcada por numerosas fluctuaciones del nivel del mar, lo que dio lugar a la repetición de facies y, por consiguiente, de faunas (Kauffman, 1967). Estas fluctuaciones se reflejaban en cambios en el tamaño y forma de los mares epicontinentales, cambiando tambien la configuracion de los margenes costeros. Estas condiciones favorecieron la fosilizacion de los taxa de aguas someras.

Los decapodos cretacicos de Norteamerica se encuentran: 1) como restos poco comunes en composiciones dominadas por moluscos, 2) como restos comunes en composiciones dominadas por moluscos, o 3) como elementos dominantes en composiciones de decapodos. Algunas composiciones dominadas por decapodos han sido descritas (Bishop, 1981, 1983) en terminos de taxa asociados, distribucion y modos de preservacion. En la Lutita Pierre de Dakota del Sur, Dakoticaner overanus Rathbun representa el 75.0% de la composicion fosil del Cretacico Superior, la cual incluye cefalopodos, inoceramidos y otros decapodos. Los representantes de esta especie fueron sepultados como cuerpos y mudas. Habitaron periodicamente el fondo del mar cuando las condiciones de este ambiente inestable, eran favorables para ellos. Las poblaciones de esta especie oportunista colonizaban rapidamente el fondo sobre areas favorables. Cuando las condiciones eran desfavorables, estas poblaciones declinaban rapidamente a los niveles previos, en los

que esta especie esta representada por elementos escasos, preservados en las composiciones de moluscos, pero cuando las condiciones eran favorables, la dominancia de esta especie opacaba a las de moluscos. Las razones de estas fluctuaciones se desconocen, pero se ha propuesto que pudieron ligarse a contrastes en el aporte alimenticio (como la presencia de un gran numero de anélidos), fluctuaciones en las condiciones fisicas (salinidad, temperatura, oxigeno, turbidez, etc.) o a otros parametros ecologicos definidos. En la Formacion Coon Creek de Tennessee, Bishop (1983) enlista la fauna de decapodos, dominada por D. australis, representado por el 49.0%. En la composicion de Nuevo Leon, D. australis integra el 0.2% del total y el 2.0% de la composicion de decapodos, distribuido en una localidad (1582, tres ejemplares) de la unidad U2 y en otra de la U3 (1567, un ejemplar). La representatividad de esta especie en la composicion de Nuevo Leon indica que no era un elemento dominante, debido probablemente a que las condiciones no eran favorables para su desarrollo. Ademas, nuestros ejemplares corresponden a mudas (Figura 46), lo que reduce aun más su representatividad. Es interesante señalar que estas mudas se encontraron asociadas a galerias (Figura 47), lo que sugiere que D. australis mudaba en sus tuneles, quizas con fines de proteccion, ya que despues de la muda, el caparazon de los cangrejos es fragil. La ausencia de artejos en nuestro material y la gran separacion entre el abdomen y la region dorsal, apoyan la interpretacion de mudas. Bishop (1986) señalo que Dakotacancer es un elemento menos dominante en la Bahia del Mississippi, que en las

composiciones del Interior Oeste, indicando que las especies de la Familia Dakoticancridae se caracterizaban por cierto provincialismo. La presencia de D. australis en el Grupo Difunta constituye el reproté mas austral de la especie, sugiriendo que su distribución geográfica es más amplia de lo que se estimaba. El rango estratigráfico asignado a D. australis corresponde al Maastrichtiano inferior (Bishop, 1986), sin embargo, su presencia en el miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos, indica que su rango estratigráfico se extiende al Maastrichtiano superior. Como en el caso de Cucullaea capax, la relativa escasez de D. australis como especie oportunista, sugiere que las condiciones ambientales del miembro inferior de lutita eran estables.

Sección Brachyrhyncha

Superfamilia Ocypodoidea

Familia Retroplumidae

Genero Costacopluma

Costacopluma mexicana Vega y Ferrilliat. Caparazon transversalmente oval. con tres pliegues arqueados en la región dorsal.

Los representantes actuales de la Familia Retroplumidae habitan en el Pacífico Occidental y el Océano Índico, en profundidades que varían entre los 80 y 514 m de profundidad, siendo especies que pertenecen al genero Retropluma, las cuales son formas cuyo

caparazon es de tamaño bastante reducido y cuyos pereopodos son muy delgados, especialmente el ultimo par, que son plumosos. Las poblaciones de estas especies viven en aguas bastante profundas, lejos de las costas (Via Boada, 1982). Los representantes fosiles de esta familia se encuentran en composiciones que indican condiciones de aguas someras, por lo que se ha sugerido que la familia se adapto gradualmente a ambientes mas profundos durante el Terciario (Glaessner, 1969). Beurlen (1931) ha propuesto que las causas de este cambio de habitat, fueron las regresiones extensivas en periodos criticos, reduciendo el area de los mares someros, en los que estos decapodos se diversificaron. Un patron de adaptacion similar ha sido descrito para isopodos bentonicos, relacionando su migracion a aguas profundas, con la evolucion tectonica de los fondos oceanicos (Cals, 1982). El genero Costacopluma cuenta actualmente con tres especies: C. concava Collins y Morris, del Coniaciano-Maastrichtiano del oeste de Africa (Nigeria), C. senegalensis (Remy) del Paleoceno de Senegal y C. mexicana del Maastrichtiano del noreste de Mexico. Existen discrepancias entre los especialistas respecto al origen de la Familia Retroplumidae, ya que Collins y Morris (1975) proponen su origen en el oeste de Africa, dada la existencia de C. concava desde el Coniaciano en esta region, sugiriendo una posterior migracion de la familia hacia el este, a traves del Mediterraneo, hasta el sur de Asia, en donde se encuentran sus representantes actuales. Esta migracion se daria conjuntamente con la adaptacion gradual a zonas profundas.

La presencia de Costacopluma mexicana en el Maastrichtiano de

Nuevo Leon constituye el primer reporte del genero para America. y sugiere que la migracion de la Familia Retroplumidae fue tanto hacia el este como hacia el oeste. ya que los representantes más antiguos del genero Costacopluma se encuentran en el Coniaciano de Nigeria. La presencia simultanea durante el Maastrichtiano. de C. concava en la costa oeste de Africa, y de C. mexicana en la costa sureste de Norteamerica. indica que existia un patron de circulacion de corrientes tal, que favorecio la migracion y especiacion de poblaciones de C. concava hacia el oeste. siendo probable que esta especie diera lugar a C. mexicana. Aunque en la actualidad se cuenta con algunos fragmentos de cangrejos del Paleoceno y Eoceno de Nuevo Leon. no ha sido posible su determinacion. por lo que no se sabe si la Familia Retroplumidae conto con representantes terciarios en America. En todo caso. es probable que la familia haya desaparecido en Norteamerica, durante las extinciones masivas del evento Cretacico Superior-Terciario.

C. concava corresponde a ambientes deltaicos del Cretacico Superior de Nigeria (Reyment. 1956). lo que indica la preferencia que tuvieron las especies de este genero por dichos habitats. viviendo probablemente en la zona litoral y alimentandose de pequeños crustaceos, algas y carroña. C. mexicana representa el 13.9% de la composicion total de Nuevo Leon, siendo despues de Sphenodiscus pleurisepta, la especie mas abundante. distribuida exclusivamente en seis localidades de la unidad U2, siendo en la 1574 mas frecuente (148 ejemplares). Esta abundancia puede explicarse en base a que la localidad 1574 representa la facies mas

zomera de la unidad U2 y, por consiguiente, es la que potencialmente albergaría más restos de estos cangrejos. La mayor parte de nuestro material corresponde a exuvias, ya que presentan un desplazamiento posterior de la región ventral y no se encuentran artejos articulados a caparazones, los que incluso llegan a presentar aplastamiento (Figura 48a, compárese con 48b). Sin embargo, en algunos ejemplares se conserva el abdomen (Figura 49), lo que sugiere que estas exuvias no sufrieron un transporte excesivo. Lo anterior se refuerza con la presencia de artejos (Figura 50) y de exuvias de ejemplares juveniles (Figuras 51a y 51b) indicando que el transporte no fue selectivo. Dado que ninguna exuvia se encontró asociada a galerías (Figuras 52a y 52b), se propone que el hábitat de estos organismos correspondía a la zona supralitoral, en la que probablemente cavaban sus galerías. La proporción entre machos y hembras no ha sido aun determinada, pero será objeto de un estudio posterior para detallar la paleoecología de estos crustáceos, los cuales correspondían a la categoría de reptantes o corredores, propuesta por Schaefer (1972).

Superfamilia Fortunioidea

Familia Carcineretidae

Carcineretidae. Caparazón semicuadrado, ligeramente convexo en perspectiva longitudinal, con márgenes laterales rectos, convergentes en la parte posterior. Regiones bien marcadas por surcos y pliegues transversales rectos.

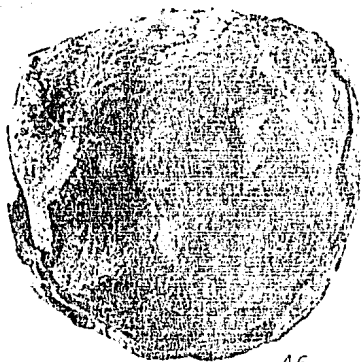
Figura 46.- Exuvia de Dakoticancer australis Rathbun
(2.0 x).

Figura 47.- Exuvia de D. australis en el molde de una
galería de bioturbación (0.9 x).

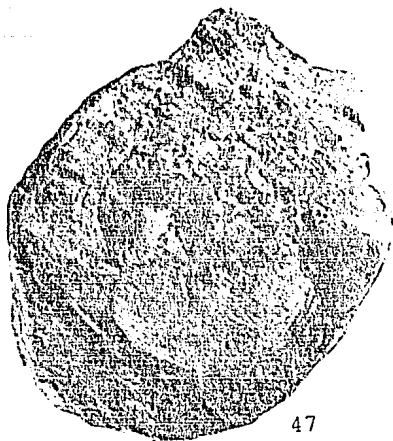
Figura 48a, b.- Exuvias de Costacopluma mexicana
Vega y Perrilliat. a.- Ejemplar que su-
frió aplastamiento por transporte (1.8 x).
b.- Ejemplar sin alteración para compara-
ción (1.9 x).

Figura 49.- Ejemplar de C. mexicana en el que se con-
serva el abdomen (2.0 x).

Figura 50.- Artejo de C. mexicana (5.7 x).



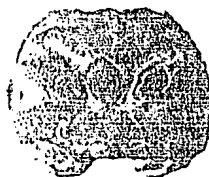
46



47



48a



48b



49



50

Figura 51a, b.- Exuvias de ejemplares juveniles, correspondientes a C. mexicana (a, 7.0 x; b, 4.5 x).

Figura 52a, b.- Moldes de galerías, elaboradas probablemente, por ejemplares de C. mexicana (a, 0.9 x; b, 1.9 x).



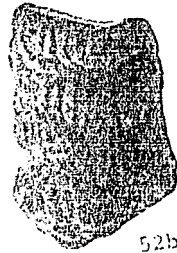
51a



51b



52a



52b

Los carcineretidos cretácicos presentan el quinto pereopodo adaptado para la natación / otros caracteres avanzados de los Portunoideos, como los pliegues transversales del caparazón y quelas quilladas (Figura 53). El hábitat de estos organismos correspondía a regiones someras, siendo cangrejos de la categoría de los nadadores (Schaefer, op. cit.). El material corresponde a un ejemplar que conserva los artejos y quelas y es dudoso que se trate de una exuvia. Este grupo representa el 0.07% de la composición de Nuevo León, encontrado en la localidad 1582 de la unidad U2. Debieron ser organismos carnívoros, alimentándose de moluscos, otros crustáceos y carroña. Nuestro ejemplar se asemeja al género Ophthalmoplax, sin embargo, presenta suficientes diferencias para suponer que se trata de un nuevo género, el cual será descrito en un trabajo posterior. La gran diversidad y abundancia de especies de cangrejos presentes en las unidades U2 y U3 de la Sierra El Antrisco, confirma la interpretación de un ambiente somero y rico en nutrientes, características de una facies de plataforma deltaica.

Fylum Bryozoa

Clase Gymnolaemata

Orden Cheilostomata

Género Conopeum

Conopeum sp. Colonia incrustante, zoccos lado a lado en una sola capa integrada por orificios ovales, relativamente grandes,

rodeados por anillos ligeramente elevados, de forma oval, fusionados a los anillos de los zoecios adyacentes. En los espacios que quedan entre los anillos se observan orificios triangulares. Las cubiertas de las cámaras y las espinas no se presentan. El género se conoce del Cretácico al Reciente, con una amplia distribución en Norteamérica. Los orificios ovales de las colonias de Conopeum no corresponden a las aberturas originales, sino que representan la pared superior del zoecio, la cual estaba cubierta por una membrana quitinosa que presentaba una pequeña abertura a través de la que los tentáculos eran evertidos en un extremo del zoecio. La membrana quitinosa presentaba músculos fijos a ella y extendidos en el piso del zoecio. Cuando el briozoario requería alimentarse, contraía estos músculos, jalando la membrana y transfiriendo la presión a través del líquido celómico que empujaba los tentáculos a través de la abertura. Los polipos que habitaban en los zoecios se alimentaban recolectando partículas alimenticias en suspensión, con los cilios de los tentáculos. El Orden Cheilostomata es el más diverso de los briozoarios. Sus representantes aparecieron por primera vez hacia finales del Jurásico. Característicamente presentan zoecios calcificados en forma de caja, con una abertura frontal que puede estar cerrada por un operculo. Existe un conspicuo polimorfismo, dado por la presencia de avicularia, vibracularia y una variedad de ovicelarios. Este orden es el más desarrollado y dominante de los briozoarios actuales, siendo formaciones de roca en algunos ambientes costeros del Maastrichtiano superior y en el Daniano del

Baltico (Lenmann y Hillmer, 1983). Considerando que los biotritos y otros restos del fondo favorecen la fijación larvaria de los oriozoarios, sus fósiles son abundantes en las facies clásticas calcáreas impuras (Duncan, 1957). Como hemos visto en algunas especies descritas, los biotritos a los que se encuentran fijos los oriozoarios de Nuevo León, corresponden a fragmentos de conchas, huesos y conchas completas de bivalvos, cefalópodos y gasterópodos, llegando a cubrirlas completamente (Figura 54), lo que sugiere que la fijación larvaria y el desarrollo colonial, se llevaban a cabo después de la muerte de los organismos, y antes de su sepultamiento. Apparently, el desarrollo incrustante de las colonias de oriozoarios, en ambientes de fondo suave, constituía una adaptación ante la escasez de sustratos firmes que propiciarán el desarrollo de formas masivas. La amplia distribución de Conopeum en las paleocomunidades mastrichtianas de las Provincias de las Planicies Costeras del Atlántico y del Golfo, sugiere que sus larvas eran planctotróficas, sin embargo, la mayor parte de los queilostomados actuales no son planctotróficos (Ross, 1979; Jablonski y Lutz, 1983). Considerando cada colonia de Conopeum sp. como un individuo, este oriozoario representa el 0.2% de la composición total de Nuevo León, distribuido en dos localidades de la unidad U2. Es probable que su distribución este ligada a la disponibilidad de fragmentos de conchas y otros sustratos sólidos que se encontrarán en una zona relativamente cercana a la costa.

Phylum Echinodermata

Subphylum Echinozoa

Clase Echinoidea

Subclase Euechinoidea

Superorden Atelostomata

Orden Spatangoida

Familia Spatangidae

Genero Hemiaster

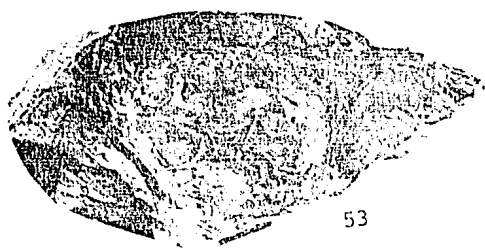
Hemiaster bexari Clark. Esqueleto completo, en forma de domo, con un surco somero que corre desde el disco apical, al limite anterior. El surco se encuentra rodeado por poros conjugados, pareados y redondeados. Ambulacros petaloides, siendo los posteriores mas cortos que los anteriores y rodeados por una fasciola peripetalica. Los representantes de este genero muestran una marcada tendencia a la perdida de la simetria bilateral. El genero se conoce del Cretacico Temprano al Reciente, con una amplia distribucion en Norteamerica. A juzgar por las especies vivientes de este genero, la banda que pasa en torno a los petaloides probablemente tiene espinas especializadas con cilios en sus bases y un aplanamiento terminal. Las glandulas que se encuentran en torno a estas espinas, secretan grandes cantidades de moco que es moldeado por las espinas en el interior de la galeria en la que habita el equinodermo. Los cilios proveen ventilacion a la galeria (Unopi, 1961). Los spatangoides modernos habitan preferentemente

sustratos arenosos, nutriendose de la materia organica depositada en los mismos, por lo que son considerados organismos infaunales. alimentadores de deposito. Numerosas adaptaciones de las configuraciones esqueleticas y del desarrollo estructural se observan tanto en equinodermos fosiles como en actuales. Muchas de estas adaptaciones estan relacionadas con la capacidad para cavar o con una existencia infaunal. Nicol (1960) encontro un incremento progresivo en el numero de pares de poros, dentro de la linea principal de Microaster, en la que las especies cavadoras profundas reemplazaron a las someras. Los cambios esqueleticos correspondientes sugieren, por analogia de las formas vivientes, una tendencia gradual hacia una alimentacion ciliar, sobre el uso de pies en tupo, para este proposito. La representatividad de los espatangoides en las paleocomunidades cretaticas de las Planicies Costeras del Golfo y el Atlantico es muy variable. Myers (1968) reporta dos especimenes de Hemiaster sp. en la Formacion Cardenas de San Luis Potosi. en tanto que Wolleben (1977) cita dos ejemplares de H. bexari y mas de 100 de Hardouinia potosiensis Lambert. Este autor reporta los ejemplares de Hemiaster bexari en depositos de Plataforma deltaica de la Formacion Tanque, en la Cuenca de Farras. Los ejemplares de H. bexari de la Sierra El Antrisco (Figura 55) representan el 0.14% de la composicion total, distribuidos en una sola localidad (1571, 2 ejemplares) de la unidad U2. Es probable que la escasez de estos organismos se debiera a un desplazamiento por competencia del sustrato, en el que los bivalvos infaunales fueron dominantes.

Figura 53.- Ejemplar de la Familia Carcineretidae en el
se preservaron los apéndices y quelas (1.0 x).

Figura 54.- Concha de gasterópodo cubierta por colonias
de Conopeum sp. (3.0 x).

Figura 55.- Vista aboral de un ejemplar de Hemiaster
bexari Clark (1.9 x).



53



54



55

5.- ANALISIS PALEOSINECOLOGICO

La Sinecologia estudia la asociación e interacción de todas las faunas y floras que componen una comunidad. Interacciones obvias en una comunidad pluriespecífica son el flujo de nutrientes y el flujo de energía. Si sometieramos una comunidad a un examen permenorizado, veriamos como su diagrama de flujo de nutrientes y de energía, no se puede ajustar en una secuencia de niveles definidos, mucho menos lineales. Estos diagramas se basan en el ciclo de nutrientes, conociendoseles con el nombre de tróficos. Para explicar este aspecto fundamental de la Sinecologia a las comunidades fósiles, primero deben situarse los taxa en el seno de una biota conocida.

Análisis trófico

Los depósitos marinos terrígenos cercanos a la costa, se caracterizan por presentar un sustrato limo-arenoso firme. Este tipo de sustratos contenían cierta variedad de composiciones faunísticas en el Maastrichtiano del Golfo (Jablonski y Bottjer, 1983), la mayoría de las cuales estaban dominadas por suspensivos infaunales. El sustrato se hacía más suave y lodoso con la profundidad, y un incremento en las proporciones de alimentadores de depósito se hacía evidente. Esto se observa en la distribución de la composición conquifera de las comunidades bentónicas en mares modernos. Sin embargo, los sustratos lodosos del Cretácico

sustentaban un tercer tipo de composicion, tipificada por suspensivoros epifaunales de gran talla que difieren de las composiciones actuales de estos ambientes, dominadas por alimentadores de deposito y carnivoros. Las composiciones cretácicas representan comunidades en las que las especies epifaunales capaces de vivir en sustratos suaves compartian el bentos con alimentadores de deposito infaunales, para los que el sustrato no era del todo propicio para conformar el ecotipo dominante.

En la Tabla 3 se da la relacion de las especies de la Sierra El Antrisco con respecto a su habito de vida y alimenticio. Las formas epifaunales dominan la composicion, representadas por un 55.7%, en tanto que las infaunales comprenden poco mas de la tercera parte (34.4%) y las especies nectonicas el 9.9%. La escasez de alimentadores de deposito es evidente con un 6.6%, los carnivoros representan el 9.8% y los suspensivoros el 83.6%.

La abundancia de las formas epifaunales y la escasez de las infaunales se explica a partir de los patrones de asentamiento larvario. Las larvas de los suspensivoros infaunales se asientan directamente en el sedimento suave (alta mortandad en la interfase agua-sedimento, debido a saturacion y colapso de los organos respiratorios e ingestion por alimentadores de deposito). En sistemas modernos, este tipo de interacciones troficas juegan un papel importante en la estructuracion de las comunidades bentonicas, excluyendo suspensivoros infaunales y epifaunales, indiscriminadamente (Rhoads y Young, 1982; Rhoads, 1974; Peterson,

INFAUNAL		EPIFAUNAL		NECTONICO	
ALIMENTACION POR DEPOSITO.	SUSPEN- SIVO.	CARNI- VORO.	ALIMENTACION POR DEPOSITO.	SUSPEN- SIVO.	CARNI- VORO.

CHIDARIA (Scleractinia)

Siderastrea sp.

GASTROPODA

Turritella vertebroides Morton*Haustator trilinea* Morton*Anchura* sp.*Pugnellus densatus* Conrad*Gyroides rotundus* Stephenson*Stantonella* sp.*Buccinopsis* sp.*Deussenia ripleyana* Harbison*Pyrgiulus* sp.

Fasciolaridae

Bellus sp.*Drilluta* sp.*Graphidula* sp.*Pyropsis* sp. A*Pyropsis* sp. B*Pyropsis* sp. C*Volutodoma (longoconcha)* sp.*Volutomorpha producta* Schl*Liopeplum leioderma* (Conrad)*Liopeplum* sp.*Striatocostatus* sp.

BIVALVIA

Nucula chatfieldensis Stephenson*Nerodon* sp.*Cucullaea capat* (Conrad)*Glycymeris* sp.*Pinna laqueata* (Conrad)*Inoceramus varicornis* Mook y Hayden*Anomia argentea* Morton*Volzella* sp.*Flemingostrea subspatulata* (Fortes)*Pyrenodonte mutabilis* Morton*Exogyra costata* Say*Trigonia* sp.*Crassatella vadosa betarensis* Stephenson*C. vadosa manonensis* Stephenson*Crassatella* sp.*Graecocardium* sp.*Taachycardium eu(aulense huntanum* (Stephenson)*T. eu(aulense* (Conrad)*Pachycardium stantoni* (Iida)

Petricolidae

Panopaea sp.*Pholas pectorosa* Conrad*Pholadomya occidentalis* Morton*Ph. coaluitensis* Inlay*Pholadomya* sp. A*Pholadomya* sp. B

Hippuritoida

CEPHALOPODA

Eutrophoceras planoventer Stephenson*Baculites ovatus* Say*B. grandis* Hall y Mook*Baculites* sp.*Pachydiscus arbanianus* (Stephenson)*Sphenodiscus pleurisepta* (Conrad)

ANEELIDA (Chaetopoda)

Hamulus huntensis Stephenson

CRUSTACEA (Decapoda)

Dakoticancer australis Rathbun*Costacoplura mexicana* Vega y Parrilliat

Carcineretidae

BRYOZOA (Cheilostanata)

Conopeum sp.

ECHINODERMATA (Echinoidea)

Hemaster betari Clark

Tabla 3.- Relación de las especies de la Sierra El Antrisco, con respecto a su hábito de vida y alimenticio.

1979; Woodin y Jackson, 1979). La habilidad de las especies epifaunales para fijarse a sustratos duros pequeños es insuficiente en si para explicar la abundancia epifaunal, dado que al menos ciertas faunas epibioticas actuales muestran esta capacidad (Yonge, 1962; 1979). Las adaptaciones en el adulto tambien jugaron un papel importante en el dominio de estas composiciones cretácicas. Las estrategias que presentaban estas formas adultas (estrategias de "iceberg" y de "raqueta de nieve", que se explican en el analisis paleoautoecologico), prevalecieron en las composiciones epifaunales de sustratos blandos y permitian mantener los aparatos respiratorio y de filtracion sobre el nivel del fango. Estas adaptaciones pudieron influir en el dominio de las formas epifaunales sobre las infaunales.

Los representantes nectonicos corresponden a amonites y nautiloideos. A juzgar por la abundancia y amplia distribucion de los amonites, se podria asumir que no eran especialistas restringidos a cierta clase de alimento. La conclusion logica seria que estos organismos vivian en el plancton (Lenman, 1981). La sospecha de que algunos amonites eran canibales que devoraban a sus crías, existio en base al descubrimiento de un espécimen de Uppelia sterapsis (actualmente Neocinetoceras sterapsis) con una gran cantidad de aprichi fragmentados correspondientes a la misma especie, en una parte de la camara corporal (Michael, 1894). Este autor asumió que los aprichi fragmentados correspondian a la descendencia. El estado fragmentario de los pequeños aprichi sugirió la presencia de mandíbulas. La mayoría de los cefalópodos

actuales son depredadores. Los octopodos consumen cangrejos y son capaces de "limpiar" el caparazon, dejandolo sin carne junto con los artejos. Tambien se alimentan de bivalvos y gasteropodos. Es probable que los amonites de la plataforma deltaica vivieran descansando sobre el sustrato, depredando cangrejos y microfauna del bentos, como foraminiferos y ostracodos, ya que se ha demostrado que no desarrollaban grandes velocidades que les permitieran ser rapaces devoradores de peces y otras presas grandes. Algunos autores no descartan la posibilidad de que estos organismos fueran herbivoros, dependientes de los pastos marinos. Sin embargo, esta suposicion asumiria una distribucion restringida a las regiones someras para todas las especies de amonites.

Los gasteropodos son una clase diversa, cuyo numero de especies se incremento dramaticamente durante el Mesozoico y, especialmente, en el Cenozoico, en el que las formas carnivoras se diversificaron ampliamente, haciendo notoria su presencia en las composiciones del Maastrichtiano del Golfo y Planicie Costera. La ocurrencia de los grupos carnivoros en los ambientes deltaicos puede ser explicada con base en la abundancia de bivalvos epifaunales y otros gasteropodos que constituyen sus presas principales, asi como al desarrollo de una gruesa concha como estrategia de proteccion ante los depredadores rompeconchas (Vermeil, 1977) y la adquisicion de un habito infaunal. Dado que la incidencia de conchas perforadas por gasteropodos en la composicion del Antrisco no es considerable, es factible suponer que los gasteropodos carnivoros depredaran tambien a los organismos de cuerpo blando, como anelidos y colonias

de briozoarios, que en la actualidad constituyen la dieta principal de muchas especies de gasteropodos (Harvell, 1984).

Los alimentadores de depósito están representados por una pequeña fracción de la composición faunística, teniéndose solo una especie epifaunal con este hábito alimenticio. Es probable que la escasez de representantes con este tipo de nutrición este ligada al hábito larvario, al igual que los organismos infaunales, por las razones citadas.

El aporte fluvial en un delta implica grandes cantidades de materia orgánica en suspensión, que constituye la base para el desarrollo de comunidades bentónicas dominadas por suspensívoros y alimentadores de depósito. En la actualidad, podemos encontrar bancos de ostreídos en los márgenes de ríos y deltas, formando grandes colonias dependientes del aporte orgánico fluvial. El ambiente de plataforma deltaica posee un alto índice de materia orgánica, constituyendo el asentamiento para una gran abundancia de fauna, con bioturbación intensa (Corrales *et al.*, 1977).

El análisis trófico de la composición del miembro inferior de limolita indica que el 49.2% de las especies, eran suspensívoras, el 6.2% eran alimentadores de depósito y el 42.6% eran carnívoros (Figura D, apéndice de gráficas). El predominio de las formas suspensívoras en este tipo de paleocomunidades, concuerda con la hipótesis propuesta por Jablonski y Bottjer (1983), sobre la evolución de las comunidades bentónicas de sustratos suaves. El 63.3% de las especies suspensívoras tuvieron un carácter infaunal en nuestra composición, en tanto que los suspensívoros epifaunales

corresponden al 36.7%. Esta relacion difiere de la interpretacion de Jablonski y Bottjer (1983), ya que los autores sugieren que las paleocomunidades bentonicas de fondos suaves del Cretacico Superior, estaban dominadas por suspensivores epifaunales. Esta discrepancia puede relacionarse con el tipo de ambiente en el que se desarrollaron tales paleocomunidades, ya que en el caso de la composicion del miembro inferior de limolita de la Formacion Potrerillos, privaba un ambiente de plataforma deltaica, en el que el continuo aporte sedimentario era desfavorable para los organismos epifaunales, causando su sepultamiento y/o colapso de sus sistemas respiratorios y alimentarios, en tanto que los suspensivores infaunales no eran afectados en forma tan drastica, ya que tenian la capacidad de movimiento, a diferencia de la mayoria de los suspensivores epifaunales, que eran sésiles. La carencia de sustratos firmes constituyo otro elemento desfavorable para las especies epifaunales, cuyas larvas no podian asentarse y morian al ser sepultadas por el sedimento que continuamente era aportado. La competencia por sustratos firmes se hace evidente en el analisis autoecologico de especies sésiles, tales como Hamulus huntensis, Conopeum sp. y en la fijacion de Siglerastrea sp. El 94.7% de las especies suspensivoras infaunales se encuentran en la unidad U2, en tanto que en la unidad U3 se encuentra el 08.4% de este tipo de especies. De todos los ejemplares de especies suspensivoras infaunales, el 79.0% esta presente en la unidad U2, en tanto que el 21.0%, corresponde a la unidad U3. La disponibilidad de nutrientes, en forma de materia organica en

suspension. debio ser mayor durante la depositacion de la unidad U2, que durante la depositacion de la U3.

Los carnivoros constituyen el tercer nivel de la cadena trofica de un ecosistema. El porcentaje que estas especies representan en la composicion de Nuevo Leon (42.6%) es muy considerable. si tomamos en cuenta que corresponden a un nivel superior en la piramide trofica. Los organismos carnivoros representan el 50.8% de los ejemplares en la composicion de Nuevo Leon. Esta cifra podria parecer desproporcionada para el grupo de los carnivoros, sin embargo. debemos tomar en cuenta que se incluyen los ejemplares de Costacopluma mexicana, que como se menciona en el capitulo de Paleoautoecologia corresponden en gran parte, a exuvias, producto de pocos organismos. Este dato altera la representatividad real de los carnivoros. Asi mismo, se incluyen los ejemplares de Sphenodiscus pleurisepta, que por lo general son fragmentos de conchas, que bien podrian corresponder a pocos ejemplares fracturados. Lo que es evidente es que la diversidad de especies y abundancia de organismos, sean de un nivel trofico o de otro, estuvo ligada a condiciones fisicoquimicas favorables para su desarrollo y, sobre todo, a un aporte constante de nutrientes que eran proveidos por el flujo fluvial del sistema deltaico que acarrea una gran cantidad de materia organica, la cual fue la base del sustento para la paleocomunidad de la Sierra El Antrisco, sugiriendo que la composicion se adapto a condiciones salobres, con especies de tendencias eurihalinas.

Dispersión larval

En la Tabla 4 se aprecia la relacion del tipo de larva de las especies de gasteropodos y bivalvos de la composicion del miembro inferior de limolita de la Formacion Potrerillos. El 47.9% corresponde a especies cuya larva era planctotrofica, en tanto que el 52.1% esta representado por especies de larvas no planctotroficas. Con respecto a las especies de gasteropodos, el 42.8% presentaba larvas planctotroficas, en tanto que el 57.2% corresponde a especies cuyas larvas no eran planctotroficas. En la Figura 5b se aprecia que en la unidad U2, el porcentaje de especies de bivalvos y gasteropodos, con larvas planctotroficas, es menor (45.8%) que el de especies con larvas no planctotroficas (48.0%). En la unidad U3, esta relacion se invierte (29.1% planctotroficas y 70.9% no planctotroficas). De acuerdo a la hipotesis propuesta por Jablonski (1980) sobre el efecto de las transgresiones sobre las paleocomunidades bentonicas marinas, la composicion de Nuevo Leon corresponde a una fase transgresiva, ya que la mayor parte (52.1%) de las especies de gasteropodos y bivalvos corresponde a formas cuya larva no era planctotrofica, lo que sugiere la invasion de nichos en el sistema deltaico de la Cuenca de La Pampa, generandose una tendencia a la especiacion en algunos grupos, aunque el endemismo no fue evidente. En la unidad U3 se presentan 12 especies de gasteropodos y bivalvos cuya larva no era planctotrofica y 14 para las que se infiere un caracter planctotrofico de sus larvas. Entre las especies planctotroficas se encuentran de amplia

	No	
	Planctotróficas	Planctotróficas
GASTROPODA		
<i>Turritella vertebroides</i> Morton	o	
<i>Haustator trilira</i> Morton	o	
<i>Anchura</i> sp.	o	
<i>Pugnellus densatus</i> Conrad	o	
<i>Gyrodont rotundus</i> Stephenson	o	
<i>Stantonella</i> sp.	o	
<i>Buccinopsis</i> sp.		o
<i>Deussenia ripleyana</i> Harbison	o	
<i>Pyrgifusus</i> sp.		o
Fasciolaridae		o
<i>Bellifusus</i> sp.		o
<i>Drilluta</i> sp.	o	
<i>Graphidula</i> sp.		o
<i>Pyropsis</i> sp. A		o
<i>Pyropsis</i> sp. B		o
<i>Pyropsis</i> sp. C		o
<i>Volutoderma</i> (Longoconcha) sp.		o
<i>Volutomorpha producta</i> Sohl		o
<i>Liopeplum leioderma</i> (Conrad)		o
<i>Liopeplum</i> sp.		o
<i>Striaticostatum</i> sp.	o	
BIVALVIA		
<i>Nucula chatfieldensis</i> Stephenson		o
<i>Nemodon</i> sp.	o	
<i>Cucullaea capax</i> (Conrad)	o	
<i>Glycymeris</i> sp.	o	
<i>Pinna laqueata</i> (Conrad)	o	
<i>Inoceramus vanuxemi</i> Meek y Hayden		o
<i>Anomia argentaria</i> Morton	o	
<i>Volsella</i> sp.		o
<i>Flemingostrea subspatulata</i> (Forbes)		o
<i>Pycnodonte mutabilis</i> Morton	o	
<i>Exogyra costata</i> Say	o	
<i>Inigonia</i> sp.		o
<i>Crassatella vadosa bexarensis</i> Stephenson	o	
<i>C. vadosa manorensis</i> Stephenson	o	
<i>Crassatella</i> sp.	o	
<i>Granocardium</i> sp.		o
<i>Trachycardium euzaulense huntanum</i> (Stephenson)	o	
<i>T. euzaulense</i> (Conrad)	o	
<i>Pachycardium stantoni</i> (Wade)		o
Petricolidae		o
<i>Panopea</i> sp.	o	
<i>Pholas pectorosa</i> Conrad		o
<i>Pholadomya occidentalis</i> Morton		o
<i>Ph. coahuilensis</i> Inlay		o
<i>Pholadomya</i> sp. A		o
<i>Pholadomya</i> sp. B		o
<i>Hippuritoida</i>	o	

Tabla 4.- Relación del tipo de larva de las especies de gasterópodos y bivalvos de la Sierra El Antrisco.

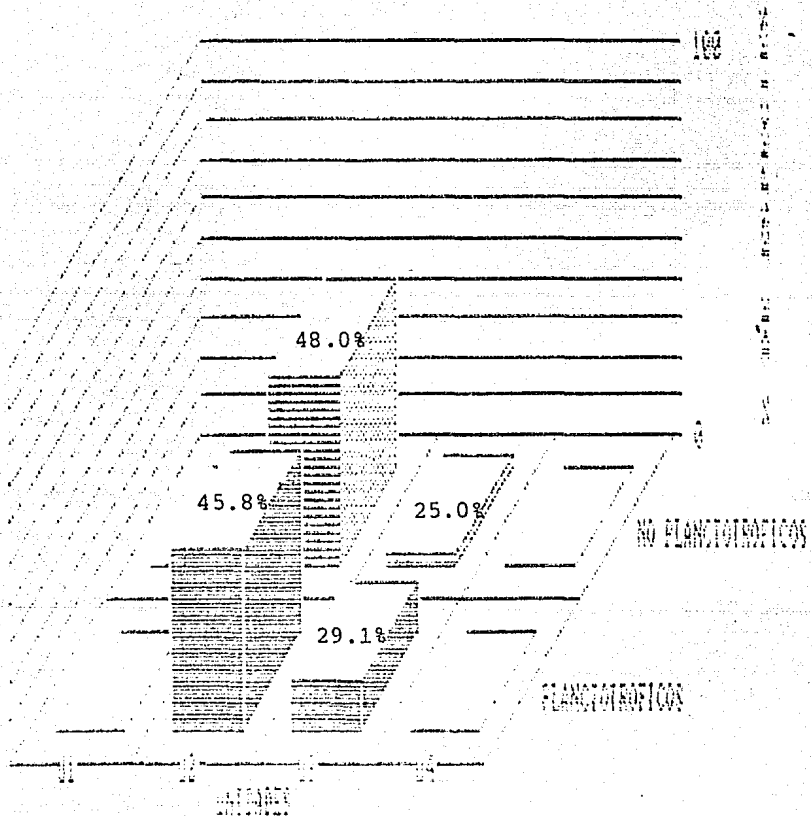


Figura 56.- Porcentaje de especies de gasterópodos y bivalvos en relación a su tipo de larva y a su distribución en las unidades del miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos.

distribucion geografica, como son Turritella vertebroides, Haustator trilira, Fuanelus densatus, Cucullaea capax, Pinna laqueata, Fucnodonte mutabilis v Exogyra costata. La presencia de estas especies en la unidad U3 obedece a su amplia dispersion y versatilidad para adaptarse a diversas condiciones fisicoquimicas (recordemos que Cucullaea capax era una especie oportunista, en espera de condiciones apropiadas para su expansion). En contraparte, en esta unidad se presentan grupos cuya distribucion es muy local, cuya larva no era planctotrofica (Inoceramus vanuxemi, Trigonia sp., Pachycardium stantoni, Petricolidae y Pholas pectorosa), lo que indica que existieron condiciones de aislamiento genetico. Esto se ve reforzado con la presencia de especies para las que se estima una tasa de especiacion alta (Crassatella vadosa v Trachycardium eufaulense), dado el numero de subespecies encontradas en una misma unidad.

Sucesion paleoecologica

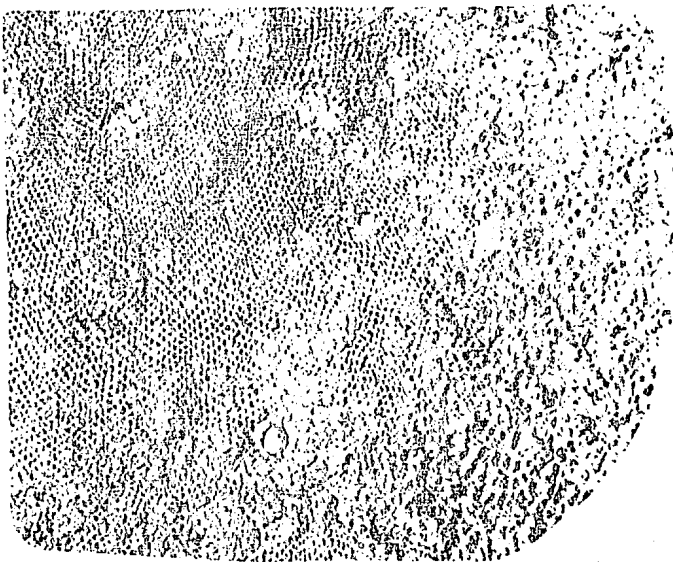
Las evidencias faunisticas y sedimentologicas presentes en las unidades del miembro inferior de limolita de la Formacion Potrerillos, sugieren un gradiente de profundidad que va de condiciones muy someras (subambiente supramareal) en la unidad U1, hasta profundidades en las que no pudieron desarrollarse los taxa de invertebrados estudiados, en la unidad U4. Este gradiente se refleja en una sucesion de la composicion faunistica que integra las cuatro unidades descritas. Como se menciono previamente, la unidad U1 corresponde a un subambiente de playa, en el que fueron

depositados fragmentos de conchas, pequeños moluscos, dientes de tiburón, huesos de dinosaurio, fragmentos de madera, exuvias y quelas de cangrejos, y conchas de moluscos que habían flótado por cierto tiempo y que finalmente fueron depositadas en este subambiente (ver *Hippuritoida* y *Eutraphoceras planoventer* en el capítulo de Paleoauteoecología). El sedimento de la unidad U1 se compone de arenisca cuarcítica de grano grueso y capas coquinoides que apoyan la interpretación de una zona supramareal.

Los sedimentos que integran la base de la unidad U2 corresponden a areniscas con un interestratificación de limo, en las que fueron encontrados huesos de dinosaurio de talla considerable (Figuras 57a y 57b), sobre los que se hallan incrustados briozoarios (Figura 57c), ostreidos y algas calcáreas, lo que sugiere que fueron sometidos a una exhumación antes de ser sepultados, en una zona somera. La parte media de la unidad U2 se caracteriza por la abundancia de exuvias de *Costacopluma mexicana*, cuya preservación no sugiere un transporte considerable. Tomando en cuenta que estos cangrejos habitaban la zona de playa, es muy probable que la parte media de la unidad U2 fuera una zona semejante a la unidad U1, pero menos expuesta a un sistema de alta energía. El sedimento que caracteriza la cima de la unidad U2 corresponde a arenisca limosa, en la que se encuentra el 96.7% de las especies estudiadas en el presente trabajo (Figura A, apéndice de gráficas), siendo las localidades 1571 y 1574 las mayores exponentes de esta unidad, ya que en la localidad 1571 se encuentra el 67.2% de la totalidad de las especies, y en la 1574 el 49.1%. La

Figura 57a, b, c.- Fragmento de hueso de dinosaurio en el que se aprecian ostréidos (a), algas calcáreas (b) y colonias de briozoarios (c) incrustados (a y b, 0.7 x; c, 30.0 x).

57c



57b



57a



explicacion de esta diversidad y abundancia de especies (42.7% de los ejemplares de la composicion se encuentra en la localidad 1571 y el 21.3% en la 1574, lo que da un total de 64.0%) radica en que la sucesion pudo alcanzar el climáx en esta unidad, contando con un sustrato adecuado, el cual era lo suficientemente firme para permitir el sepultamiento de los organismos infaunales, sin amenazar con la obturacion de sus sistemas de filtracion y respiracion. El 69.2% de los ejemplares de gasteropodos y bivalvos infaunales, se encuentran en las localidades de la unidad U2 (Figura B, apendice de graficas). Con respecto a las especies infaunales de gasteropodos y bivalvos, el 92.6% de este tipo de especies esta representado en la unidad U2 (Figura C, apendice de graficas). De nuevo, la razon para esta diversidad, radica en la firmeza del sustrato. La intensa bioturbacion caracteristica de esta unidad, apoya la interpretacion de un sustrato firme, ya que un fondo poco consolidado, no conserva los moldes de la bioturbacion.

La unidad U3 se caracteriza litologicamente por sedimentos de grano mas fino, en los que la bioturbacion no es tan abundante como en la unidad U2, producto de una menor compactacion en el sedimento. Es probable que por esta razon predominen en esta unidad los bivalvos epifaunales, cuya estrategia de "iceberg" y de "raqueta de nieve", les permitia mantenerse "a flote" sobre un sedimento poco compactado. Los dos unicos ejemplares de Pycnodonte mutabilis (estrategia de "iceberg") se encuentran en la unidad U3, en tanto que el 44.6% de los ejemplares de Exogyra costata tambien

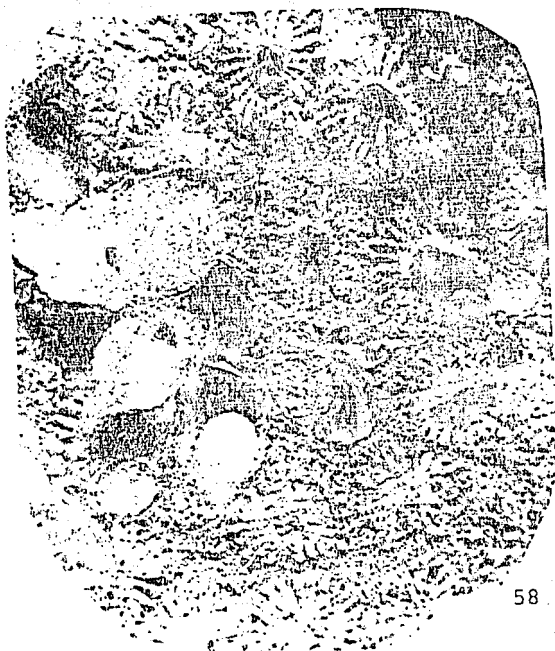
se encuentran en esta unidad. Flemingostrea subspatulata es considerada como un estratega de "raqueta de nieve", estando representada con el 43.5% en la unidad U3. Todos los organismos epifaunales de esta unidad requirieron de un sustrato firme para la fijación larvaria, el cual probablemente fue un fragmento de concha, como lo fueron para la fijación y crecimiento de organismos sesiles, como Siderastrea sp. (Figura 58). Hamulus huntensis y Conopeum sp. Estos fragmentos de concha pudieron derivarse de los organismos de la unidad U2, la cual fue anterior a la U3 en sucesión ecológica y temporal. Por su parte, Pinna laqueata se encuentra representada por el 78.5% de sus ejemplares en la unidad U3. Este bivalvo infaunal requiere de un sustrato firme para cementar su biso a cierta profundidad. En el capítulo de Paleoautoecología se señaló la preferencia que tienen los representantes actuales de Pinna por habitats de zonas con mínima turbiedad y baja energía, lo que sugiere que la unidad U3 contaba con este tipo de condiciones durante su depositación, las cuales se reflejan también en el tipo de sedimentos. Otra especie dominante en la unidad U3 es Givcymeris sp., ya que el 50% de sus ejemplares se encuentran en una localidad (1573) de esta unidad. Givcymeris es un bivalvo infaunal que se encuentra actualmente en facies relativamente someras y a poca profundidad, por lo que sería vulnerable al transporte, en caso de habitar zonas de alta energía. La presencia del único ejemplar de Pholas pectorosa en la unidad U3 ha sido discutida en el capítulo de Paleoautoecología. Por otra parte, el hallazgo de los únicos ejemplares de la familia

Petricolidae en la unidad U3. se encuentra intimamente ligado a la presencia de Pycnodonte mutabilis en esta misma unidad. Es probable que los miembros de la Familia Petricolidae utilizaran las valvas izquierdas de Pycnodonte mutabilis como sustrato, dada la carencia de otro tipo de cuerpos firmes (como rocas o corales) en los que pudiesen perforar. La diversidad de especies que se presenta en la unidad U3. es sustancialmente menor a la que caracteriza a la unidad U2. ya que mientras que en la primera se encuentra solo el 52.4% de las especies de invertebrados estudiadas, en la segunda están representadas el 96.7% de las especies. Esto sugiere que las condiciones ambientales que privaron durante la depositación de la unidad U3. no fueron tan favorables para las especies bentónicas, como las de la unidad U2.

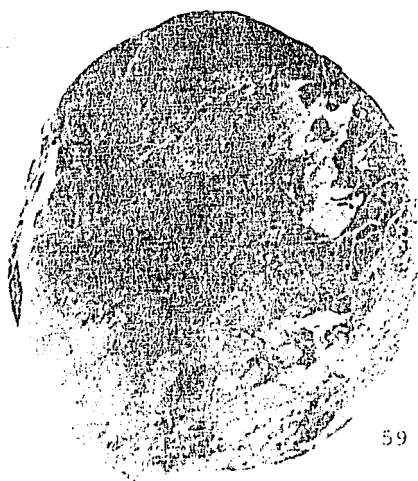
La litología de la unidad U4 corresponde a limolita que prácticamente no muestra bioturbación. La nula presencia de organismos bentónicos en esta unidad, sugiere que las condiciones eran definitivamente desfavorables para el desarrollo de este tipo de organismos en esta unidad. Se ha señalado que el color oscuro del sedimento de la unidad U4. indica abundancia de materia orgánica, cuya descomposición pudo generar condiciones anóxicas, adversas para los grupos bentónicos. El 1.6% de las especies se encuentra representado en esta unidad, con un solo ejemplar del nautiloideo Eutrephoceras planoventer, que se depositó por la muerte accidental de este organismo, dado el tipo de fractura que presenta su concha (Figura 59) (ver también E. planoventer en Paleobioecología). La unidad U4 representa la culminación de la

Figura 58.- Colonia de Siderastrea sp. (6.5 x).

Figura 59.- Ejemplar de Eutrophoceras planoventer
Stephenson, correspondiente a la
unidad U4, en el que se aprecia frac-
tura de la concha (1.0 x).



58



59

degradación de la paleocomunidad del miembro inferior de limolita. Las transgresiones y regresiones registradas en los miembros de la Formación Potrerillos obedecieron a fenómenos locales de subsidencia y progradación de la cuenca deltaica de La Poma (Mc. Bride et al., 1974b).

7.- DISCUSION Y CONCLUSIONES

El miembro inferior de limolita de la Formacion Potrerillos ha sido subdividido en cuatro unidades informales, de acuerdo a sus características litológicas (tipo de sedimento, gradacion en el color del mismo y presencia o ausencia de bioturbacion) y de contenido faunístico. El analisis conjunto de estas características para cada unidad, sugiere que el miembro inferior de limolita corresponde a una fase transgresiva de los ciclos regresivos y transgresivos que se registran en los miembros de la Formacion Potrerillos, desde el Maastrichtiano hasta el Paleoceno (Figura 50). La unidad mas antigua (U1) representa depositos de un subambiente de playa, en el que fueron depositados restos transportados de organismos de diferentes ambientes (conchas fracturadas de gasteropodos, bivalvos y cefalopodos; dientes de tiburón y dinosaurio, así como algunas traqueofitas). Las unidades U2 y U3 corresponden a fases avanzadas de la transgresion, representadas por areniscas limosas y limolitas arenosas medianas a finas, que socorrecen a las areniscas de la unidad U1. En la unidad U2 se diferencian dos ambientes muy marcados. La base corresponde a las características de la unidad U1, mientras que la cima es mas limosa en litologia y difiere en contenido faunístico, con la mayor abundancia y diversidad de especies de invertebrados, por lo que se infiere que las condiciones ambientales y de aporte de nutrientes fueron muy favorables durante la depositacion de esta unidad. El color gris claro de los sedimentos de la unidad U2,

sugiere que la materia organica era aprovechada a un nivel optimo por los organismos de los diferentes niveles troficos. Lo anterior se apoya en la abundante bioturbacion que se presenta en esta unidad. En cambio, la escasa bioturbacion, la relativamente baja diversidad y abundancia de invertebrados, y el color gris oscuro de los sedimentos de las unidades U3 y U4, indican que existian condiciones desfavorables para el desarrollo de especies bentonicas en estas unidades. Dichas condiciones pudieron deberse a una mayor profundidad, poca compactacion del sustrato, y un ambiente bentonico anoxico, propiciado por la depositacion y descomposicion de materia organica, lo que dio el color oscuro a estos sedimentos. Es asi como en la unidad mas joven (U4), culmino lo que podria denominarse una "sucesion paleoecologica" de una paleocomunidad bentonica, ya que se parte de condiciones poco propicias para este tipo de composiciones (subambiente de playa), se tiene un climax en un ambiente de plataforma deltaica, con un sustrato y aporte de nutrientes adecuados (U2 y parte de U3), y se culmina en un ambiente desfavorable para el desarrollo de este tipo de comunidades (U4).

Se ha destacado el predominio de las formas suspensivoras infaunales sobre las epifaunales en la unidad U2, como indice de la compactacion del sedimento en dicha unidad. Las estrategias de "iceberg" y "raqueta de nieve" que presentaron algunos bivalvos suspensivoros epifaunales, favorecieron su desarrollo sobre sustratos menos compactados como los de la U3, los que eran adversos para las especies suspensivoras infaunales (Rhoads et al,

1976). Por otra parte, la abundancia de especies carnívoras (principalmente gasterópodos), indica que los índices de depredación eran bastante altos. Sin embargo, la escasez de señales de ataque en conchas de bivalvos y otros gasterópodos, sugiere que las presas principales eran organismos de cuerpo blando, sin estructuras fosilizables, tales como anélidos y algunos celenterados. El bajo índice de depredación sobre las especies de bivalvos y gasterópodos en la composición del Antrisco, puede deberse también a la efectividad de las estrategias morfológicas de defensa, inferidas para estos organismos.

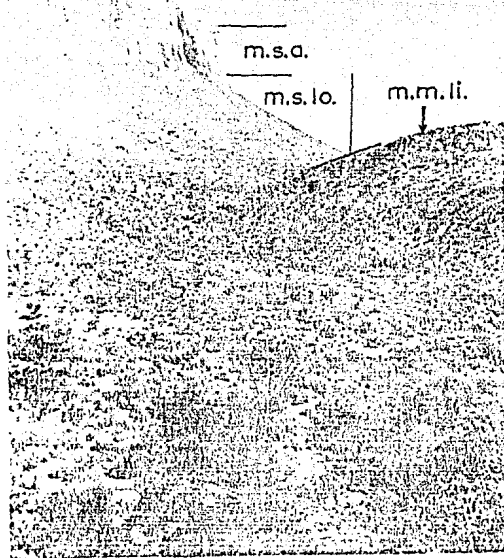
La fijación a fragmentos de conchas por parte de organismos sesiles como Siderastrea sp. (Figura 9b) y Hamulus huntensis (Figuras 42-44a,b), el crecimiento en enjambre de éstos últimos anélidos (Figuras 41 y 45), y el crecimiento de colonias de Conopeum sobre conchas de diversos moluscos (Figuras 34 y 64), indican que existía una alta competencia por sustratos duros, entre las especies de hábito sesil. Las marcas de organismos epizóicos (esponjas clionidas y anélidos) y perforadores (Familia Petricolidae) en algunas valvas de ostreídos (Pycnospira mutabilis y Exogyra costata), permiten inferir que estos restos fueron sujetos a exhumación, por eventos periódicos de sedimentación y erosión, lo cual ha sido registrado en otras composiciones mastrichtianas de la Planicie Costera del Golfo (Moore, 1974; Moore y Mc. Laughlin, 1975). Es evidente que existían zonas de acumulación de organismos por transportación en las unidades U1 y U2 del miembro inferior de Timolita de la Formación Potrerillos. La

mayor parte de los ejemplares que se encuentran en estas acumulaciones corresponden a organismos epifaunales y nectónicos, que fueron más susceptibles a la transportación post-mortem, que los organismos infaunales. En la Figura 61 se muestra una capa en la que se encuentran algunos ejemplares de Flemingostrea subspatulata (epifaunal), Sprenodiscus pleurisepta (epifaunal-nectónico) y Hamulus huntensis (epifaunal). Este tipo de transportación no fue considerable, ya que los ejemplares se encuentran prácticamente sin alteraciones morfológicas, como lo muestra la presencia del delicado canal sifonal del gasterópodo de la Figura 62, aunque es común encontrar organismos infaunales (Turritella triliria), junto con ejemplares epifaunales (Flemingostrea subspatulata), como se aprecia en la Figura 63.

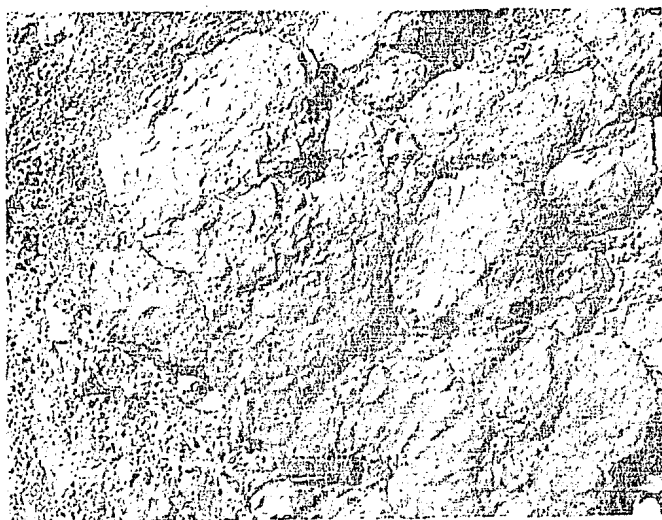
Se infiere un carácter no planctotrófico para las larvas de la mayor parte de especies de gasterópodos y bivalvos del conjunto de Nuevo León, vinculado a la generación de un mayor espacio y nichos ecológicos bentónicos que trae consigo un fenómeno transgresivo. Esto se refleja en la alta tasa de especiación que se propone para algunos taxa de gasterópodos (Fyrosia spp., Liopeplum spp.) y bivalvos (Crassatella spp., Pholadomya spp., Tracynocardium spp.), cuya distribución geográfica era restringida y estaba asociada a una escasa duración geológica, que en el caso de ciertas especies, constituye un índice confiable de edad. En la Tabla 5 se muestra el alcance estratigráfico de las especies más diagnósticas de gasterópodos y bivalvos presentes en la composición faunística del miembro inferior de limolita de la Formación Fortarillos, en los

Figura 60.- División de los miembros superiores de la Formación Potrerillos (m. m. li., miembro medio de limolita; m. s. lo., miembro superior de lodolita; m. s. a., miembro superior de arenisca). Vista hacia el NW.

Figura 61.- Capa de la unidad U2 en la que se encuentran ostréidos, amonites y tubos de poliquetos.



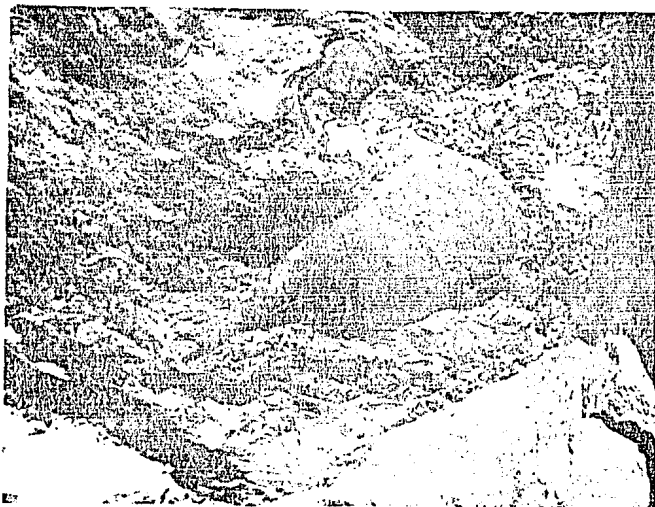
60



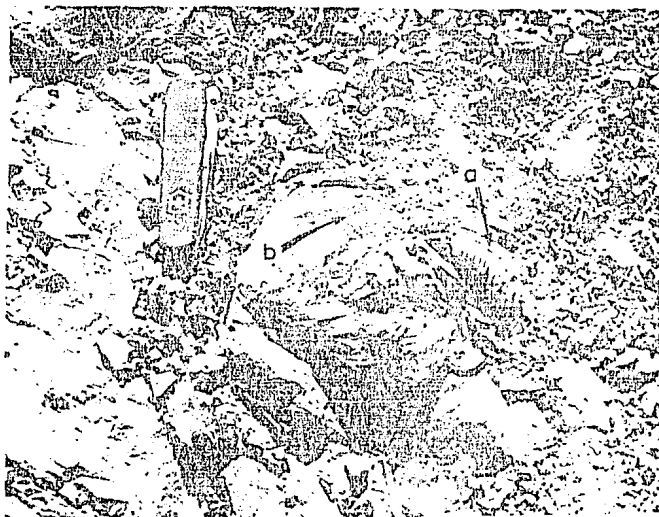
61

Figura 62.- Gasterópodo en el que se conservó el canal
sifonal (1.5 x).

Figura 63.- Capa en la que se encuentran el gasterópodo
infaunal Turritella trilira (a) y el bival-
vo epifaunal Flemingostrea subspatulata (b).



62



63

Millones de años	CAMPANIANO								MAASTRICHTIANO							
	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Especie																
<i>Cucullaea capax</i> (Conrad)																
<i>Nucula chatfieldensis</i> Stephenson																
<i>Deussenia ripleiana</i> Harbison																
<i>Volutomorpha producta</i> Sohl																
<i>Liopeplum leioderma</i> (Conrad)																
<i>Turritella vertebroides</i> Morton																
<i>Gyrodes rotundus</i> Stephenson																
<i>Flemingostrea subspatulata</i> (Forbes)																
<i>Exogyra costata</i> Say																
<i>Crassatella vadosa</i> Stephenson																
<i>Haustator trilira</i> Morton																
<i>Pugnellus densatus</i> Conrad																
<i>Pinna laqueata</i> (Conrad)																
<i>Pycnodonte mutabilis</i> Morton																
<i>Trachycardium eufaulense</i> (Conrad)																
<i>Pholas pectorosa</i> Conrad																
<i>Anomia argentaria</i> Morton																
<i>Pholadomya occidentalis</i> Morton																

Tabla 5.- Alcance estratigráfico de las especies de gasterópodos y bivalvos del miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos.

ultimos 16 millones de años del Cretacico Tardio. Los datos sobre el alcance estratigrafico de las especies fueron tomados de la recopilacion elaborada por Jablonski (1979). Se estima que la duracion del Maastrichtiano comprendio los ocho millones de años finales del Mesozoico (Harland et al., 1984). Como se puede apreciar, la totalidad de las especies caen en el intervalo de edad maastrichtiana (de 8 a 0 m. a.), y el 83.3% vivieron durante los ultimos dos millones de años de esta edad, siendo el alcance estratigrafico de Cucullaea capax, el indice que confirma una edad maastrichtiana tardia (Jablonski, 1979) para el miembro inferior de limolita de la Formacion Potrerillos. Sin embargo, cabe señalar que la presencia de los gasteropodos Deussenia riplevana, Volutomorpha producta y Liopeplum leioderma en la unidad U2, podria indicar que el miembro inferior de limolita comprende los ultimos cuatro millones de años del Maastrichtiano, dado que C. capax se encuentra en la localidad estratigraficamente mas antigua (1571) (ver Figura 4), al igual que V. producta. D. riplevana se localiza en la localidad mas vieja despues de la 1574 (1571), por lo que es factible pensar que el alcance estratigrafico de C. capax y de las dos especies de gasteropodos mencionadas, debio ser mas amplio al inferido por otros autores para los depositos maastrichtianos del Atlantico y el Golfo.

El estudio de las paleocomunidades bentonicas terciarias de la Cuenca de La Popa, sera de gran interes para establecer los patrones evolutivos que se presentaron en estas composiciones,

conforme las condiciones ambientales cambian en la progradación deltaica y los efectos del evento de extinciones masivas K-T, se manifestaba en dichas composiciones en las unidades litológicas (paleocénicas y eocénicas) suprayacentes al miembro inferior de limolita de la Formación Potrerillos.

APENDICE DE GRAFICAS

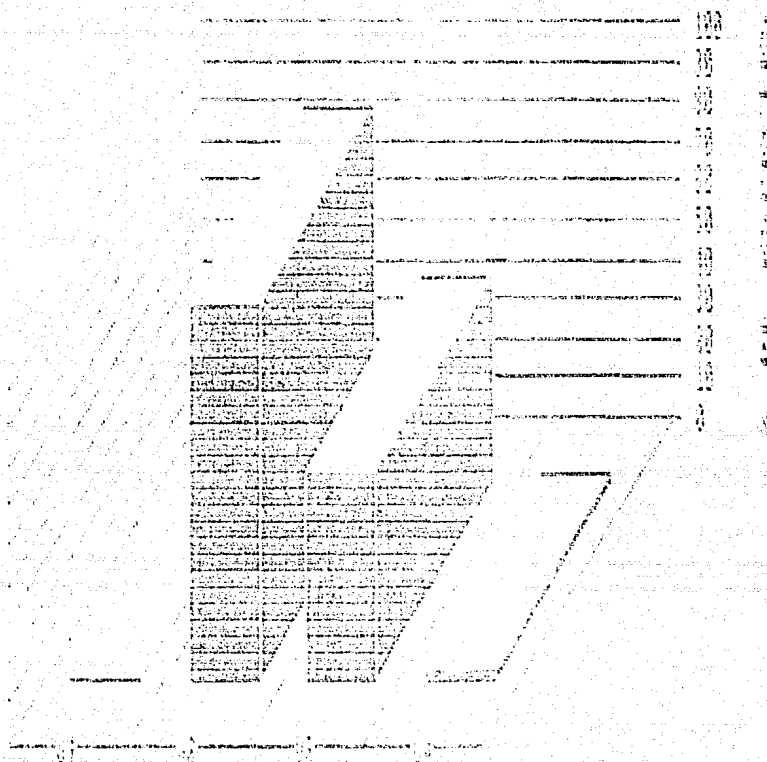


Figura A.
Distribución de las especies de invertebrados en las unidades del miembro inferior de limolita.

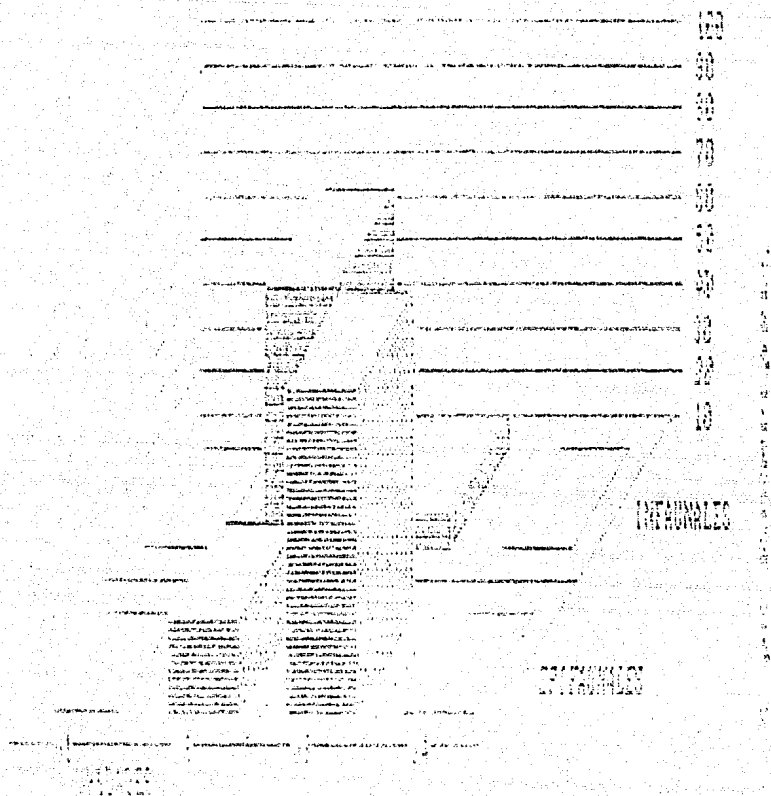


Figura B.
Distribución de ejemplares de gasterópodos y bivalvos del miembro inferior de limolita con respecto a su tipo de habitat.

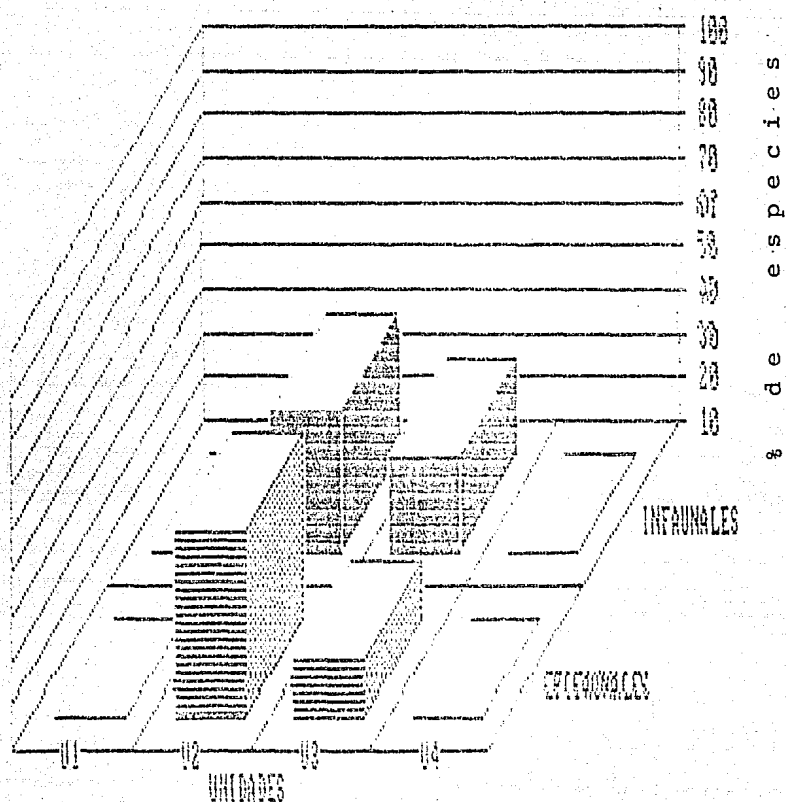


Figura C.
Distribución de las especies de gasterópodos y bivalvos del miembro inferior de limolita con respecto a su tipo de habitat.

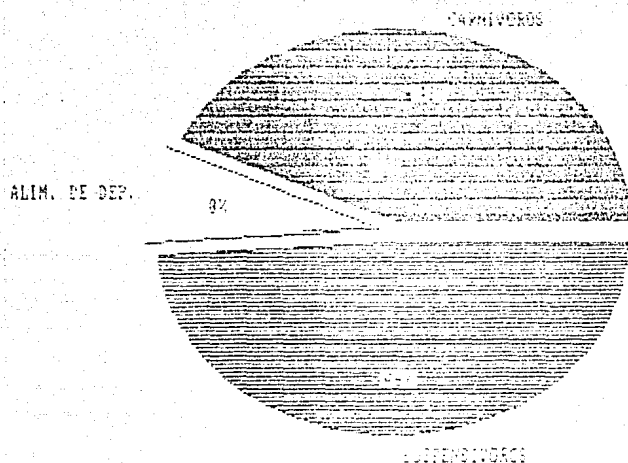


Figura D.

Porcentajes de las especies del miembro inferior de li molita de acuerdo a su tipo de alimentación.

B I B L I O G R A F I A .

-Adegoke, O. S., y Tevesz, M. J. S., 1974, Gastropod predation patterns in the Eocene of Nigeria: *Lethaia*, v. 7, p. 17-24.

-Ager, Derek V., 1963, *Principles of Paleocology* (An introduction to the study of how and where animals and plants lived in the past): Mc. Graw Hill, Co. Inc. New York. 371 p.

-Alencaster, Gloria, 1980, Moluscos del Maestrichtiano de Texmalac, Guerrero: In *Libro Guía de la Excursión Geológica a la Cuenca del Alto Balsas*. Soc. Geol. Mex., p. 39-42.

-Alencaster, G., Gonzalez-Alvarado, J., y Salomón, R., 1984, Biostratigrafía y Paleocología de Coixtlahuaca-Tomellin, Oaxaca: In *Memoria del III Congr. Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec, Mor., Mexico*. p. 315-340.

-Allen, J. A., y Morgan, R., 1981, The functional morphology of Atlantic deep water species of the families Cuspidariidae and Poromyidae (Bivalvia): an analysis of the evolution of the septibranch condition: *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. B*, v. 294, p. 413-546.

-Allen, J. A., y Turner, J. F., 1974, On the functional morphology of the family Verticordiidae (Bivalvia) with descriptions of new species from the abyssal Atlantic. *Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. B*, v. 268, p. 401-536.

-Aller, R. C., y Dodge, R. E., 1974, Animal-sediment relations in a tropical lagoon, Discovery Bay, Jamaica: *Jour. Mar. Res.*, v. 32, p. 209-232.

-Andrews, F. B., 1964, Serpulid reefs. Baffin Bay, Southeast Texas: *Gulf Coast Assoc. Geol. Soc., Field Trip Guidebook Ann. Mtg.*, p. 102-120.

-Ansell, A. D., 1960, Observations on predation of *Venus striatula* (da Costa) by *Natica alderi* (Forbes): *Proc. Malacol. Soc. London*, v. 34, p. 157-164.

-Arkell, W. J., 1956, *Jurassic Geology of the World*: Oliver y Boyd, Eds. Edinburg. 806 p.

-Awad, G. H., e Issawi, B., 1974 (1977), Biostratigraphic zonation of Upper Cretaceous-Paleocene in Egypt: *Egypt. Jour. Geol.*, v. 18, p. 61-75.

-Babin, Claude, 1980, Elements of Paleontology: John Wiley and Sons, Eds. New York. 410 p.

-Bandel, Klaus, 1976, Observations on spawn, embryonic development and ecology of some Caribbean lower Mesogastropoda (Mollusca): Veliger, v. 18, p. 249-271.

-Barthel, K. W., 1969, Die obertithonische, regressive Flachwasser Phase der Neuburger Folge in Bayern: Abh. Bayer. Akad. Wissensch. Mathnaturw. Kl., N. F., v. 142, p. 1-174.

-Bein, A., 1976, Rudistid finging reefs of Cretaceous shallow carbonate platform of Israel: Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull., n. 60, p. 258-272.

-Beurlen, Karl, 1931, Die Besiedelung der Tiefsee: Natur u. Museum, v. 61, p. 269-279.

-Bishop, G. A., 1972, Moults of Dakoticaner overanus, an Upper Cretaceous crab from the Pierre Shale of South Dakota: Palaeontology, v. 15, p. 632-636.

-Bishop, G. A., 1981, Occurrence and Fossilization of the Dakoticaner Assemblage, Upper Cretaceous Pierre Shale, South Dakota: In Gray et al (eds.), Communities of the Past. Stroudsburg; Hutchinson Ross. Chapter 13.

-Bishop, G. A., 1983, Fossil Decapod Crustaceans from the Late Cretaceous Coon Creek Tongue, Ripley Formation, Union County, Mississippi: Jour. Crust. Biol., v. 3, p. 417-430.

-Bishop, G. A., 1986, Occurrence, preservation, and biogeography of the Cretaceous crabs of North America: In Crustacean Biogeography, Crustacean Issues, n. 4, Gore, R. H. y Heck, K. L. (eds.), p. 111-142.

-Boekschoten, G. H., 1966, Shell borings of sessile epibiontic organisms as palaeologic guides (with examples from the Dutch coast): Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., v. 2, p. 333-379.

-Boese, E., y Cavins, O. A., 1927, The Cretaceous and Tertiary of South Texas and Northern Mexico: Texas Univ., Bull., v. 2748, p. 1-42.

-Bottjer, D. J., 1978, Paleoecology, ichnology, and depositional environments of Upper Cretaceous chalks (Annona Formation; chalk member of Saratoga Formation), southwestern Arkansas: Ph. D. dissertation, Indiana Univ., Diss. Abstr., B, 39, 5295.

-Bottjer, D. J., 1980. Structure of Upper Cretaceous chalk benthic communities, southwestern Arkansas: *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* v. 34, p. 225-256.

-Bottjer, D. J., 1982. Paleoecology of epizoans and borings on some Upper Cretaceous chalk oysters from the Gulf Coast: *Lethaia*, v. 15, p. 75-84.

-Boucot, Arthur J., 1981. *Principles of Benthic Marine Paleocology*: Academic Press, New York. 463 p.

-Brouwers E. M., y Hazel, J. E., 1978. Ostracoda and correlation of the Severn Formation (Navarroan; Maestrichtian) of Maryland: *Soc. Econ. Paleont. Mineral. Paleontol. Monogr.*, 1 (Jour. Paleont. v. 52, n. 6, suppl.), 52 p.

-Burckhardt, C., 1930. Etude synthetique sur le Mesozoique Mexicain: *Soc. Paleont. Suisse. Mem.* v. 49, p. 1-123; v. 50, p. 123-280.

-Buttler, A. J., y Brewster, F. J., 1979. Size distribution and growth of the fan-shell *Pinna bicolor* Gmelin (Mollusca: Eulamellibranchia) in South Australia: *Aust. Jour. Mar. Freshwater Res.*, v. 30, p. 25-39.

-Byers, C. W., 1977. Biofacies patterns in euxinic basins: a general model: In *Deep Water carbonate sediments*, Cook, H. E. y Enos, F. (eds.). *Soc. Ec. Paleont. Mineral.* Tulsa, Oklahoma. Spec. Publ., n. 25, p. 5-17.

-Cadee, G. C., 1968. Molluscan biocenoses and thanatocenoses in the Ria de Arosa, Galicia, Spain: *Zool. Verhandl.* v. 95, 121 p.

-Cals, Philippe, 1982. Speciation de Crustaces benthiques en fonction de l'evolution tectonique des fonds oceaniques: *Soc. Geol. France. Bull.*, t. 24, n. 5-6, p. 935-941.

-Carter, R. M., 1972. Adaptations of British Chalk Bivalvia: *Jour. Paleont.*, v. 46, p. 325-340.

-Casey, R., 1961. The stratigraphical Palaeontology of the Lower Greensand: *Palaeontology*, v. 3, p. 487-521.

-Clarkson, E. N. K., 1980. Invertebrate Palaeontology and Evolution: Allen, G. y Unwin, Eds. Boston. 323 p.

-Clemens, F. E., 1904. The Development and Structure of Vegetation: *Botanical Surv. of Nebraska. Studies in the Vegetation of the State*, Lincoln, Nebr., n. 7.

-Coates, A. G., 1977a, Jamaican coral-rudist frameworks and their geologic setting: Am. Assoc. Petrol. Stud. Geol., v. 4, p. 83-91.

-Coates, A. G., 1977b, Jamaican Cretaceous coral assemblages and relationships to rudist frameworks: Comptes Rendus 2e Symposium International sur les Coraux et Récifs Actuels et Fossiles, Paris, Bur. Rech. Geol. Min., Mem.

-Collins, J. S. H., y Morris, S. F., 1975, A new crab, Costacopluma concava from the Upper Cretaceous of Nigeria: Palaeontology, v. 18, pt. 4, p. 823-829.

-Cooke, C. W., 1943, Geology of the coastal plain of Georgia: U. S. Geol. Surv., Bull., n. 867, 196 p.

-Cooper, J. D., 1970, Stratigraphy and paleontology of the Escondido Formation (Upper Cretaceous), Maverick County, Texas, and northern Mexico: Ph. D. Dissertation, Univ. Texas, Austin, 352 p. Diss. Abstr., v. 32, p. 3434B-3435B.

-Corrales, I., Rosell, J., Sanchez, L., Vera, J. A., y Vilas, L., 1977, Estratigrafía: Editorial Rueda, Madrid, 718 p.

-Cowen, Richard, 1983, Algal Symbiosis and Its Recognition in the Fossil Record: In Biotic Interactions in Recent and Fossil Benthic Communities, Tevesz, M. J. S., y Mc. Call, P. L. (eds.), Topics in Geobiology, v. 3, (Stehli, F. G., Series Ed.), Plenum Press, New York, Chapter 10, p. 431-478.

-Cox, L. R., 1969, General features of Bivalvia: In Treatise on Invertebrate Paleontology, Moore, R. C. (ed.), Geol. Soc. Am. and Univ. of Kansas, Lawrence, p. N3-N129.

-Cserna, Z. de, 1950a, Tectonica de la Sierra Madre Oriental de Mexico, entre Torreon y Monterrey: Contr. del Inst. Nal. para la Invest. de Rec. Min. de Mexico: XX Congr. Geol. Intern. 87 p.

-Cserna, Z. de, 1950b, Geologia de la region entre Parral, Chihuahua y Monterrey, Nuevo Leon: Congr. Geol. Intern., 20th sess., Excursion A-13, Libro-Guia, p. 17-22.

-Cummins, H., Powell, E. N., Stanton, R. J. Jr., y Staff, G., 1986, The size-frequency distribution in palaeoecology: effects of taphonomic processes during formation of molluscan death assemblages in Texas bays: Palaeontology, v. 29, pt. 3, p. 495-518.

-Dane, C. H., 1929, Upper Cretaceous formations of southwestern Arkansas: Arkansas Geol. Surv., Bull., n. 1, 215 p.

-Dodd, J. R., y Stanton, R. J. Jr., 1981, Paleocology: Concepts and Applications: John Wiley Publ., New York, 359 p.

-Dudley, E. C., y Vermeij, G. J., 1978, Predation in time and space: Drilling in the gastropod Turritella: Paleobiology, v. 4, p. 436-441.

-Dunbar, C. O., 1928, On an ammonite shell investing commensal bryozoa: Am. Jour. Sci., 5th Ser., v. 16, p. 164-165.

-Duncan, Helen, 1957, Bryozoans: In Treat. Ecol. and Paleoecol., Geol. Soc. Am., Mem., 67, v. 2 (Paleoecology), p. 783-800.

-Easton, W. H., 1960, Invertebrate Paleontology: Harper and Brothers, Publs. New York, 701 p.

-Eisenberg, J. M., 1981, A Collector's Guide to Seashells of the World: Mc. Graw-Hill Book, Co. New York, 239 p.

-Eisma, D., 1965, Shell-characteristics of Cardium edule L. as indicators of salinity: Netherlands Jour. Sea Res., v. 2, p. 493-540.

-Ekdale, A. A., 1973, Ecology and Paleocology of marine invertebrate communities in calcareous substrates, Northeast Quintana Roo, Mexico: Master's, Rice Univ., Houston, Tex.

-Fallaw, W., y Wheeler, W. H., 1963, The Cretaceous-Tertiary boundary at the type locality of the Castle Hayne Formation: Southeastern Geol., v. 5, p. 23-26.

-Franz, D., 1976, Benthic molluscan assemblages in relation to sediment gradients in northeastern Long Island Sound, Connecticut: Malacology, v. 15, p. 377-399.

-Freneix, S., 1975, Au sujet de phylum Neopvchnodonte navicularis-Neopvchnodonte cochlear: VI Congr. Reg. Comm. Medit. Neogene Stratigr., Bratislava, p. 443-449.

-Fretter, V., y Graham, A., 1962, British prosobranch molluscs: Ray Society, London, 755 p.

-Freund, R., 1965, Upper Cretaceous reefs in northern Israel: Isr. Earth Sci., Jour., v. 14, p. 108-121.

-Friedman, G. M., Arkin, Y., y Aharoni, E., 1979, Patch or pinnacle reefs of Cretaceous age exposed on western margin of Dead Sea (Israel): Sedimentology, v. 26, p. 143-149.

-Fursich, F. T., Kennedy, W. J., y Palmer, T. J., 1981. Trace fossils at a regional discontinuity surface: The Austin-Taylor (Upper Cretaceous) contact in central Texas: Jour. Paleont., v. 55, p. 537-551.

-Garcia de Miranda, E., 1980. Apuntes de Climatología: Larios e Hijos, Impresores, S. A., Mexico. 153 p.

-Glaessner, M. F., 1969. Decapoda: in Treatise on Invertebrate Paleontology, Moore, R. C. (ed.), Lawrence: Univ. Kansas Press, Part R, Arthropoda 4, v. 2, p. R400-R651.

-Gould, S. J., y Calloway, B., 1980. Clams and Brachiopods- ships that pass in the night: Paleobiology, v. 6, p. 383-396.

-Greeley, R., 1963. Geology of the southwest quarter of the Buena Vista Quadrangle, Mississippi, and a study of the sediment-foraminifera relations in the Prairie Bluff Formation: Master's, Mississippi State Univ.

-Haas, F., 1940. Ecological observations on the common mollusks of Sanibel Island, Florida: Am. Midi. Nat., v. 24, p. 369-378.

-Hallam, A., (ed.), 1973. Atlas of Palaeobiogeography: Elsevier Sci. Publ. Co. New York. 531 p.

-Hallam, A., 1977. Stratigraphic distribution and ecology of European Jurassic bivalves: Lethaia, v. 5, p. 245-259.

-Hallock, P., 1982. Evolution and extinction in larger foraminifera: 3rd North Am. Paleontol. Conv., Proc., p. 221-225.

-Hansen, H. J., 1978. Upper Cretaceous (Senonian) and Paleocene (Danian) pinchouts of the south flank of the Salisbury Embayment, Maryland, and their relationship to antecedent basement structures: Maryland Geol. Surv., Rept., Inv., 29, 36 p.

-Hansen, I., Farrand, R. B., Montgomery, H. A., Billman, H. G., y Blechschmidt, G., 1987. Sedimentology and Extinction Patterns Across the Cretaceous-Tertiary Boundary Interval in East Texas: Cretaceous Res., v. 8, p. 229-252.

-Harland, W. B., Cox, A. V., Llewellyn, F. G., Pickton, C. A. G., Smith, A. G., y Walters, R., 1984. A geologic time scale: Cambridge Earth Sci. Ser., Cambridge Univ. Press, New York. 131 p.

-Harris, W. B., 1978. Stratigraphic and structural framework of the Rocky Point Member of the Cretaceous Feedee Formation, North Carolina: Southeastern Geol., v. 19, p. 207-227.

-Harvell. C. D., 1984, Predator-Induced Defense in a Marine Bryozoan: *Science*, v. 309, p. 1357-1359.

-Haymon, R. M., y Koski, R. A., 1985. Evidence of an ancient hydrothermal vent community: fossil worm tubes in Cretaceous sulfide deposits of the Samail ophiolite, Oman: *Biol. Soc. Wash., Bull.*, n. 8, p. 57-65.

-Hill, R. T., 1891, Preliminary notes on the topography and geology of Northern Mexico. Southeast Texas and New Mexico: *Am. Geologist*, v. 8, p. 133-141.

-Hill, R. T., 1893, The Cretaceous Formations of Mexico and their relations to North American geographic development: *Amer. Jour. Sci.*, 3rd. ser., v. 45, p. 307-324.

-Hill, R. T., 1923, Further contributions to the knowledge of the Cretaceous of Texas and New Mexico (abs.): *Geol. Soc. Am., Bull.*, v. 34, p. 95.

-Holme, N. A., 1961, The bottom fauna of the English Channel: *Mar. Biol. Assoc. U. K., Jour.*, v. 41, p. 397-461.

-Holme, N. A., 1966, The bottom fauna of the English Channel, Part II: *Mar. Biol. Assoc. U. K., Jour.*, v. 46, p. 401-493.

-Humphrey, W. E., 1941, Geology of some mountain ranges east of the Saltillo Basin (abs.): *Geol. Soc. Am., Bull.*, v. 52, pt. 2, 1910 p.

-Humphrey, W. E., 1956a, Tectonic Framework of Northeast Mexico: *In Gulf Coast Assoc. Geol. Soc., Trans.*, v. 6, p. 25-35.

-Humphrey, W. E., 1956b, Notes on the Geology of Northeast Mexico: Supplement to Guidebook Laredo to Monterrey Field Trip. *Corpus Christy Geol., Doc.*, 44 p.

-Humphrey, W. E., y Diaz, T., 1954, Reconnaissance Geology and Road Log of Monterrey-Saltillo-Monclova Highway: *South Texas Geol. Soc.*, 21st. Field Trip.

-Hurtado, E., 1984, Implicaciones paleoecologicas de los moluscos cretácicos (Bivalvia y Gastropoda) de la region de Ciudad del Maiz, San Luis Potosi, Mexico: *In Memoria del III Congr. Latinoamericano de Paleontologia, Oaxtepec, Mor., Mexico*, p. 415-421.

-Imrie, J., y Newell, N. D., 1964, Introduction: The viewpoint of paleoecology: *In Approaches to Paleocology*, Imrie, J. and Newell, N. D. (eds.), John Wiley & Sons, Eos, New York, p. 1-7.

-Imlay, R. W., 1936. Evolution of the Coahuila peninsula, Mexico. Part IV. Geology of the western part of the Sierra de Parras: Geol. Soc. Am., Bull., v. 47, p. 1091-1152.

-Imlay, R. W., 1937a. Stratigraphy and paleontology of the Upper Cretaceous beds along the eastern side of Laguna de Mayran, Coahuila, Mexico: Geol. Soc. Am., Bull., v. 48, p. 1785-1872.

-Imlay, R. W., 1937b. Geology of the middle part of the Sierra de Parras: Geol. Soc. Am., Bull., v. 48, p. 567-630.

-Imlay, R. W., 1944a. Cretaceous formations of Central America and Mexico: Am. Assoc. Pet. Geol., Bull., v. 28, p. 1077-1195.

-Imlay, R. W., 1944b. Correlation of the Cretaceous formations of the Greater Antillas, Central America and Mexico: Geol. Soc. Am., Bull., v. 55, p. 1005-1045.

-Jablonski, D., 1979. Paleoeecology, Paleobiogeography, and Evolutionary patterns of Late Cretaceous Gulf and Atlantic Coastal Plain Mollusks: Ph. D. Dissertation. Yale Univ. Mich. 604 p.

-Jablonski, D., 1980. Apparent versus real biotic effects of transgressions and regressions: Paleobiology, v. 6, p. 398-407.

-Jablonski, D., 1986. Larval ecology and macroevolution in marine invertebrates: Mar. Sci., Bull., n. 39(2), p. 565-587.

-Jablonski, D., y Bottjer, D. J., 1983. Soft-Bottom Epifaunal Suspension-Feeding Assemblages in the Late Cretaceous (Implications for the Evolution of Benthic Paleocommunities): In Biotic Interactions in Recent and Fossil Benthic Communities, Tevesz, J. S., y Mc. Call, P. L. (eds.), Topics in Geobiology, v. 3 (Stehli, F. G., Series Ed.), Plenum Press, New York, Chapter 16, p. 747-812.

-Jablonski, D., y Lutz, R. A., 1983. Larval Ecology of marine benthic invertebrates: Paleobiologic implications: Biol. Rev., v. 58, p. 21-39.

-Jackson, J. B. C., 1972. The ecology of molluscs of Thalassia communities, Jamaica, West Indies. II. Molluscan population variability along an environmental stress gradient: Mar. Biol., v. 14, p. 304-337.

-Kaufman, E. G., 1967. Coloradoan macroinvertebrate assemblages, central Western Interior, United States: In Paleoenvironments of the Cretaceous Seaway in the western Interior-A Symposium, Kaufman, E. G., and Kent, H. E. (eds.), Boulder: Colorado School of Mines.

-Kauffman, E. G., 1978. Evolutionary rates and patterns among Cretaceous Bivalvia: Phil. Roy. Soc. London, Trans., 284B, p. 277-304.

-Kauffman, E. G., y Sohl, N. F., 1974. Structure and evolution of Antillean Cretaceous rudist frameworks: Verh. Naturforsch. Ges. Basel, v. 84, p. 399.

-Kay, A. M., y Keough, M. J., 1981. Occupation of patches in the epifaunal communities on pier pillings and the bivalve Pinna bicolor at Edithburg, South Australia: Decologia (Berlin), v. 48, p. 123-130.

-Kennedy, W. J., y Garrison, R. E., 1975. Morphology and genesis of nodular phosphates in the Cenomanian glauconitic marl of south-east England: Lethaia, v. 8, p. 339-360.

-Kern, J. P., y Wicander, E. R., 1974. Origin of a bathymetrically displaced marine invertebrate fauna in the upper part of the Capistrano Formation (Late Pliocene) southern California: Jour. Paleontol., v. 48, p. 495-505.

-Kidwell, S. M., 1982. Time scales of fossil accumulation: Patterns from Miocene benthic assemblages: 3rd North Am. Paleontol. Conv., Proc., I, p. 295-300.

-Kidwell, S. M., y Jablonski, D., 1983. Taphonomic Feedback: Ecological Consequences of Shell Accumulation: In Biotic Interactions in Recent and Fossil Benthic Communities, Tevesz, M. J. S., and Mc. Call, P. L. (eds.), Topics in Geobiology, v. 3 (Stehli, F. G., Series Ed.), Plenum Press, New York, Chapter 5, p. 195-248.

-Knopf, A. A., 1981. Field Guide to North American Seashells: The Audubon Soc. Field Guide Series, New York, 894 p.

-Knudsen, J., 1979. Deep-sea bivalves: In Pathways in Malacology. Spoel, S. V. D., Bruggen, A. C. V., and Lever, J. (eds.), Utrecht, 295 p.

-Kreger, D., 1940. On the ecology of Cardium edule L.: Arch. Netherland. Zool., Leiden, v. 4, p. 157-200.

-Ladd, H. S., 1959. Ecology, paleontology, and stratigraphy: Science, v. 129, p. 67-78.

-Laporte, L. F., 1974. Los ambientes antiguos: Ediciones Omega, S. A. Barcelona. Col. Fundamentos de las Ciencias de la Tierra, 115 p.

-Laudon, R. C., 1984. Evaporite diapirs in the La Popa basin, Nuevo Leon, Mexico: Geol. Soc. Am., Bull., v. 95, p. 1219-1225.

-Lehmann, U., 1981. The ammonites: their life and their world: Cambridge Univ. Press. New York. 246 p.

-Lehmann, U., y Hilmer, G., 1983. Fossil Invertebrates: Cambridge Univ. Press. New York. Cambridge Earth Science Series. 350 p.

-Levinton, J. S., 1970. The paleoecological significance of opportunistic species: *Lethaia*, v. 3, p. 69-78.

-Levinton, J. S., y Bombach, R. K., 1975. A comparative study of Silurian and Recent deposit-feeding bivalve communities: *Paleobiology*, v. 1, p. 97-124.

-Lowenstam, H. A., y Epstein, S., 1954. Paleotemperatures of the Post-Aptian Cretaceous as Determined by the Oxygen Isotope Method: *Jour. Geol.*, v. 62, p. 207-248.

-Mc. Alester, A. L., y Rhoads, D. C., 1967. Bivalves as a bathymetric indicators: *Mar. Biol.*, v. 5, p. 383-388.

-Mc. Bride, E. F., 1974. Significance of color in red, green, purple, olive, brown, and gray beds of Difunta Group, Northeast Mexico: *Jour. Sed. Petrology*, v. 44, p. 760-773.

-Mc. Bride, E. F., Weidie, A. E., y Wolleben, J. A., 1970. Interpretacion ambiental preliminar del Grupo Difunta, Cuenca de Parras, Coahuila y Nuevo Leon (abs.): *Progr. Gral. y Resúmenes, Conv. Nal. Soc. Geol. Mex.*, p. 61-63.

-Mc. Bride, E. F., Weidie, A. E., y Wolleben, J. A., 1971a. Deltaic origin of Difunta Group (Late Cretaceous to Paleocene) Parras Basin, Coahuila and Nuevo Leon, Mexico (abs.): *Am. Assoc. Pet. Geol., Bull.*, v. 55, p. 352.

-Mc. Bride, E. F., Weidie, A. E., y Wolleben, J. A., 1971b. Origin of redbeds of Difunta Group (Upper Cretaceous to Paleocene), Parras Basin, Northern Mexico (abs.): *Program and abstr. VIII Int. Sedimentol. Congr., Heidelberg*, 65 p.

-Mc. Bride, E. F., Weidie, A. E., y Wolleben, J. A., 1974a. Deltaic and associated deposits of Difunta Group (Late Cretaceous to Paleocene), Parras and La Popa basins, northeastern Mexico: *In* *Deltas*. Broussard, M. L. (ed.). Houston Geol. Soc. p. 485-522.

-Mc. Bride, E. F., Weidie, A. E., Wolleben, J. A., y Laudon, R. C., 1974b. Stratigraphy and Structure of the Parras and La Popa Basins, Northeastern Mexico: *Geol. Soc. Am., Bull.*, v. 84, p. 1603-1622.

-Mc. Intosh, R. P., 1985, The background of Ecology (concept and theory): Cambridge Univ. Press, New York, 383 p.

-Mc. Morrow, W. S., 1978, The Ecology of Fossils (an illustrated guide): The MIT Press, Cambridge, Mass., 383 p.

-Michael, R., 1894, Über Ammoniten-Brut mit Aptychen in der Wohnkammer von Opeelia steraspis: Z. dt. Geol. Ges., 46, p. 697-702.

-Miller, A. K., 1947, Tertiary Nautiloids of the Americas: Geol. Soc. Am., Mem., 23, 234 p.

-Moore, H. L., III, 1974, A systematic and paleoecologic review of the Coon Creek fauna: Master's Thesis, Univ. Tennessee, 187 p.

-Moore, H. L., III, y Mc. Laughlin, R. E., 1975, Paleocologic analysis of the Coon Creek fauna (abstr.): Geol. Soc. Am., Abstr. Prog., 7(4), p. 517.

-Moore, R. C., Lalicker, C. G., y Fisher, A. G., 1952, Invertebrate Fossils: Mc. Graw-Hill, Book Co., Inc. 766 p.

-Morris, P. A., 1975, Field Guide to Shells of the Atlantic and Gulf Coast and the West Indies: The Peterson Field Guide Series, Clench, J. M. (ed.), Houghton Mifflin Co. Boston, 330 p.

-Morton, B. S., 1980, The anatomy of the "living fossil" Pholadomya candida Sowerby 1823 (Bivalvia: Anomalodesmata: Pholadomyacea): Vidensk. Medd. Dan. Naturh. Foren. v. 142, p. 7-102.

-Murray, G. E., Willeben, J. A., y Boyd, D. R., 1959, Difunta Strata of Tertiary Age, Coahuila, Mexico: Am. Assoc. Pet. Geol., Bull., v. 43, p. 2493-2495.

-Murray, G. E., Willeben, J. A., y Boyd, D. R., 1960, Late Cretaceous fossil locality eastern Parras Basin, Coahuila, Mexico: Jour. Paleont., v. 34, p. 368-370.

-Murray, G. E., Weidie, A. E., Boyd, D. R., Forde, R. H., y Lewis, P. D., 1962, Formational divisions of Difunta Group, Parras Basin, Coahuila and Nuevo Leon, Mexico: Am. Assoc. Pet. Geol., Bull., v. 46, p. 374-383.

-Myers, R. L., 1968, Biostratigraphy of the Cardenas Formation (Upper Cretaceous) San Luis Potosi, Mexico: Mexico, Univ. Nal. Autonoma, Inst. Geologia, Paleontologia Mexicana, n. 24, 89 p.

-Narchi, W., 1972, Comparative study of the functional morphology of Anomalocardia brasiliana (Gmelin, 1791) and Tivela mactroides (Born, 1778) (Bivalvia: Veneridae): Mar. Sci., Bull., v. 22, p. 643-670.

-Nicol, J. A. C., 1960, The biology of marine animals: Interscience Publishers, New York. 674 p.

-Nielsen, C., 1975, Observations on Buccinum undatum L. attacking bivalves and on prey responses, with a short review on attack methods of other prosobranchs: Opnelia, v. 13, p. 87-108.

-Owen, G., 1958, Shell form, pallial attachment and ligament in the Bivalvia: Zool. Soc. London, Proc., v. 131, p. 637-648.

-Paine, R. T., 1963, Trophic relationships of 8 sympatric predatory gastropods: Ecology, v. 44, p. 63-73.

-Perron, F. E., 1978, Seasonal burrowing behavior and ecology of Aporrhaia occidentalis (Gastropoda: Strombacea): Biol. Bull., v. 154, p. 463-471.

-Petersen, M. S., Rigby, J. K., y Hintze, L. F., 1980, Historical Geology of North America: Wm. C. Brown Co., Publs., Dubuque, Iowa. 232 p.

-Peterson, C. H., 1979, Predation, competitive exclusion, and diversity in the soft-sediment benthic communities of estuaries and lagoons: In Ecological Processes in Coastal and Marine Systems. Livingston, R. J. (ed.). Plenum Press, New York. p. 233-264.

-Petruch, E. J., 1976, An unusual molluscan assemblage from Venezuela: Veliger, v. 18, p. 322-325.

-Philip, J., 1972, Paleoeologie des formations a rudistes du Cretace superieur-L exemple du sud-est de la France: Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., v. 12, p. 205.

-Ponder, W. F., 1973, The origin and evolution of the Neogastropoda: Malacologia, v. 12, p. 296-388.

-Poort, J. M., 1974, Effects of Walter F. George Reservoir on the Cretaceous outcrops along the Chattahoochee River: Georgia Geol. Surv., Bull., v. 87, p. 101-110.

-Potter, P. E., Maynard, J. B., y Fryor, W. A., 1980, Sedimentology of shale: Springer-Verlag, Berlin.

-Ranson, G., 1949, Note sur la repartition geographique des Ostreides du genre Fucnodonta F. de W.: Mus. Natl. Hist. Nat., Bull., Ser. 2, v. 21, p. 447-452.

-Rathbun. M. J., 1905. A new Xanthid crab from the Cretaceous of New Jersey: Acad. Nat. Sci. Philadelphia. Proc., v. 87, p. 165-166.

-Reyment. R. A., 1956. On the stratigraphy and paleontology of the Cretaceous of Nigeria and the Cameroons. British West Africa: Geol. For. Stockh., Forn., 78, p. 17-96.

-Reyment. R. A., 1967. Paleoethology and fossil drilling gastropods: Kansas Acad. Sci., Trans., v. 70, p. 33-50.

-Rhoads, D. C., 1970. Mass properties, stability, and ecology of marine muds related to burrowing activity: In Trace Fossils. Crimes, T. P., and Harper, J. C. (eds.). Seel House Press, Liverpool. p. 391-406.

-Rhoads, D. C., 1974. Organism-sediment relations on the muddy sea floor: Annu. Rev. Oceanogr. Mar. Biol., v. 12, p. 263-300.

-Rhoads, D. C., y Fanella, G., 1970. The use of molluscan shell growth patterns in ecology and paleoecology: Lethaia, v. 3, p. 143-161.

-Rhoads, D. C., y Young, D. K., 1970. The influence of deposit-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure: Mar. Res., Jour., v. 28, p. 150-178.

-Rhoads, D. C., Mc. Call, P. L., y Yingst, J. H., 1978. Disturbance and production on the estuarine seafloor: Amer. Sci., v. 66, p. 577-586.

-Rhoads, D. C., Tenore, K., y Browne, M., 1975. The role of resuspended bottom mud on nutrient cycles of shallow embayments: In Estuarine Research, v. 1. Cronin, L. E. (ed.). Academic Press, New York. p. 563-579.

-Richards. B. C., 1973. Longusorbis cuniculosus: a new genus and species of Upper Cretaceous crab: with comments on Spray Formation at Shelter Point, Vancouver Island, British Columbia: Can. Earth Sci., Jour., v. 12, p. 1850-1863.

-Roger, Jean. 1980. Paleoeecologia: Editorial Paraninfo, Madrid. 203 p.

-Ross, J. R. P., 1979. Ectoproct adaptations and ecological strategies: In Advances in Bryozoology. Larwood, G. P., and Abbott, M. B. (eds.). Academic Press, New York. p. 283-293.

-Runnegar, B., 1972. Anatomy of Pholadomya candida (Bivalvia) and the origin of the Pholadomyidae: Malacol. Soc. London, Proc., v. 40, p. 45-58.

-Runnegar, B., 1974. Evolutionary history of the bivalve subclass Anomalodesmata: Jour. Paleont., v. 48, p. 904-940.

-Runnegar, B., 1979. Pholadoma candida Sowerby: the last cadaver unearthed: Veliger, v. 22, p. 171-172.

-Sanders, H. L., 1960. Benthic studies in Buzzards Bay, III. The structure of the soft-bottom community: Limnol. Oceanogr., v. 5, p. 138-153.

-Saul, L. R., 1983. Turritella Zonation Across the Cretaceous-Tertiary Boundary, California: Univ. of California Publ. Univ. of Cal. Press, Geol. Sciences, v. 125, 165 p.

-Schaefer, Wilhelm, 1951. Fossilisations-Bedingungen brachyurer Krebse: Abh. senckenb. naturforsch., Ges., v. 485, p. 221-238.

-Schaefer, Wilhelm, 1956. Wirkungen der Benthos-Organismen auf den jungen Schichtverband: Frankfurt a. M. Senckenbergiana leth., v. 37, p. 183-263.

-Schaefer, Wilhelm, 1972. Ecology and Paleocology of Marine Environments: Craig, G. Y. (ed.). Univ. Chicago Press, Chicago. 568 P.

-Scheltema, R. S., 1971. Larval dispersal as a means of genetic exchange between geographically separated populations of shallow-water benthic marine gastropods: Biol. Bull., v. 40, p. 284-322.

-Scheltema, R. S., 1972. Reproduction and dispersal of bottom dwelling deep-sea invertebrates: a speculative summary: In Barobiology and the Experimental Biology of the Deep Sea, Brauer, R. W. (ed.). Chapel Hill. Univ. North Carolina, p. 58-66.

-Scheltema, R. S., 1977. Dispersal of marine invertebrate organisms: paleobiogeographic and biostratigraphic implications: In Concepts and methods of biostratigraphy. Kauffman, E. G., and Hazel, J. E. (eds.). Stroudsburg, Penn. Dowden, Hutchinson, and Ross. p. 73-108.

-Scott, R. W., 1970. Paleocology and paleontology of the Lower Cretaceous Kiowa formation, Kansas: Univ. Kansas Paleont. Contrib., Art. 52, 94 p.

-Scott, R. W., 1974. Bay and shoreface benthic communities in the Lower Cretaceous: Lethaia, v. 4, p. 315-330.

-Scott, R. W., 1978. Approaches to trophic analysis of paleocommunities: Lethaia, v. 11, p. 1-14.

-Scott, R. W., y Taylor, A. M., 1977, Early Cretaceous environments and paleocommunities in the southern Western Interior (Part 1): Mtn. Geol., v. 14, p. 155-173.

-Seibold, E., 1955, Beobachtungen zur Tätigkeit von Bohrmuscheln: N. Jb. Geol. u. Palaont., v. 6, 248-251.

-Shuto, T., 1974, Larval ecology of prosobranch gastropods and its bearing on biogeography and paleontology: Lethaia, v. 7, p. 239-256.

-Simpson, G. G., 1935, Fósiles e Historia de la vida: Biblioteca Scientific American, Prensa Científica, Editorial Labor, Barcelona, 240 p.

-Skelton, P. W., 1976, Functional morphology of the Hippuritidae: Lethaia, v. 9, p. 83-100.

-Skelton, P. W., 1979, Preserved ligament in a radiolitid rudist bivalve and its implication of marginal mantle feeding in the group: Paleobiology, v. 5, p. 90.

-Sohl, N. F., 1960, Archeogastropods, Mesogastropoda and stratigraphy of the Ripley, Owl Creek, and Prairie Bluff formations: U. S. Geol. Surv., Prof. Pap., 331-A, p. 1-151.

-Sohl, N. F., 1964, Neogastropoda, Opisthobranchia, and Basommatophora from the Ripley, Owl Creek, and Prairie Bluff formations: U. S. Geol. Surv., Prof. Pap., 331-B, p. 153-344.

-Sohl, N. F., 1967, Upper Cretaceous gastropods assemblages of the Western Interior of the United States: In Paleoenvironments of the Cretaceous Seaway-A Symposium, Kaufman, E. G., and Kent, H. C. (eds.), Colorado School of Mines, Boulder, p. 1-37.

-Sohl, N. F., 1969, The fossil record of shell boring by snails: Amer. Zool., v. 9, p. 725-734.

-Sohl, N. F., 1977, Benthic marine molluscan associations from the Upper Cretaceous of New Jersey and Delaware: In A field guide to Cretaceous and Lower Tertiary beds of the Raritan and Salisbury Embayments, New Jersey, Delaware, and Maryland, Owens, J. F., Sohl, N. F., and Minard, J. P. (eds.), AAPG-SEPM Conv., Washington, D. C.

-Sohl, N. F., y Koen, C. F., 1982, Substrate preference among some Late Cretaceous shallow-water benthic mollusks: Geol. Soc. Am., Abstr. Progr., v. 14, p. 84.

-Staff, G. Stanton, R. J. Jr., Powell, E. N., y Cummins, H., 1980. Time averaging, taphonomy, and their impact on paleocommunity reconstruction: Death assemblages in Texas bays: Geol. Soc. Am., Bull., v. 97, p. 428-443.

-Stanley, S. M., 1968. Post-Paleozoic adaptative radiation of infaunal bivalve molluscs—a consequence of mantle fusion and siphon formation: Jour. Paleont., v. 42, p. 214-229.

-Stanley, S. M., 1970. Relation of shell form to life habits in the Bivalvia (Mollusca): Geol. Soc. Am., Mem., 125, 296 p.

-Stanley, S. M., 1972. Functional morphology and evolution of bysally attached bivalve mollusks: Jour. Paleont., v. 46, p. 165-212.

-Stanley, S. M., 1977. Coadaptation in the Trigoniidae, a remarkable family of burrowing bivalves: Palaeontology, v. 20, p. 869-899.

-Stanley, S. M., 1978. Aspects of the adaptative morphology and evolution of the Trigoniidae: Phil. Roy. Soc. London, Trans., v. 284B, p. 247-268.

-Steele-Petrovic, M. H., 1975. An explanation for the tolerance of brachiopods and relative intolerance of filter feeding bivalves for soft muddy bottoms: Jour. Paleont., v. 49, p. 552-556.

-Stenzel, H. B., 1971, Oysters: In Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N (3). Mollusca o. Moore, R. C. (ed.). Lawrence, Kansas. Geol. Soc. Amer., and Univ. Kansas Press, p. N953-N1224.

-Stephenson, L. W., 1918, A contribution to the geology of northeastern Texas and southern Oklahoma: U. S. Geol. Surv., Prof. Pap., 120-H, p. 129-163.

-Stephenson, L. W., 1927. Additions to the Upper Cretaceous invertebrate faunas of the Carolinas: U. S. Nat. Mus., Proc., v. 72(10), 25 p.

-Stephenson, L. W., 1931. Taylor age of the San Miguel Formation of Maverick County, Texas: Am. Assoc. Pet. Geol., Bull., v. 15, p. 793-800.

-Stephenson, L. W., 1933. The zone of Exogyra cancellata Traced Twentyfive Hundred Miles: Am. Assoc. Pet. Geol., Bull., v. 17, p. 1351-1361.

-Stephenson, L. W., 1941. The larger invertebrate fossils of the Navarro Group of Texas: Univ. Tex., Publ., 4101, 641 p.

-Stephenson, L. W., y Monroe, W. H., 1940, The Upper Cretaceous deposits: Miss. State Geol. Surv., Bull., v. 40.

-Stowers, D. I., 1961, The Prairie Bluff Formation in the Buena Vista Quadrangle, Chicksaw County, Mississippi: Master's thesis, Mississippi State University.

-Stump, T. E., 1975, Pleistocene molluscan paleoecology and community structure of the Puerto Libertad region, Sonora, Mexico: Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoevol., v. 17, p. 177-226.

-Stump, T. E., 1981, Some Pleistocene facies and fauna of coastal Sonora and Tiburon Island, Mexico: in Geology of the northwestern Mexico and Southern Arizona: field guides and papers, Ortlieb, I., et al (eds.), Mexico, Univ. Nal. Auton., Inst. Geol., Estacion Regional del Noroeste, p. 105-124.

-Tasch, Paul, 1980, Paleobiology of the Invertebrates: Data Retrieval from the Fossil Record: John Wiley & Sons, New York, 975 p.

-Taylor, J. D., y Taylor, C. N., 1977, Latitudinal distribution of predatory gastropods on the eastern Atlantic shelf: Jour. Biogeogr., v. 4, p. 73-81.

-Thayer, C. W., 1975, Morphologic adaptations of benthic invertebrates to soft substrata: Mar. Res., Jour., v. 33, p. 177-189.

-Thayer, C. W., 1979, Biological bulldozers and the evolution of marine benthic communities: Science, v. 205, p. 458-461.

-Thayer, C. W., 1983, Sediment-Mediated Biological Disturbance and the Evolution of Marine Benthos: in Biotic Interactions in Recent and Fossil Benthic Communities, Tevesz, M. J. S., and Mc. Call, P. L. (eds.), Topics in Geobiology, v. 3 (Stehli, F. G., Series Editor), Plenum Press, New York, Chapter 11, p. 480-625.

-Thies, K. J., 1978, The recognition of environmental differences by means of mortality patterns and growth rates of Fucoidonta convexa (Ostreidae) in the Havesik Formation (Cretaceous, New Jersey): Master's thesis, Queens College, New York.

-Thomas, R. D. K., 1975, Functional morphology, ecology, and evolutionary conservatism in the Glycymerididae (Bivalvia): Palaeontology, v. 18, 217-254.

-Thomas, R. D. K., 1976, Gastropod predation on sympatric Neogene species of Glycymeris (Bivalvia) from the eastern United States: Jour. Paleont., v. 50, p. 488-499.

-Thomas, R. D., 1978, Shell form and the ecological range of living and extinct arcoida: *Paleontology*, v. 4, p. 181-194.

-Thompson, Ida, 1982, *Field Guide to North American Fossils: The Audubon Soc. Field Guide Series*, New York, 846 p.

-Thorson, G., 1961, Length of pelagic larval life in marine bottom invertebrates as related to larval transport by ocean currents: In *Oceanography*, Sears, M. (ed.), Amer. Assoc. Advancement Sci. Publ., v. 67, p. 455-474.

-Trueman, A. E., 1940, The Ammonite Body-chamber, with Special Reference to the Bouyancy and Mode of Life of the Living Ammonite: *Geol. Soc. London, Quart. Jour.*, v. 96, p. 339-383.

-Twenhofel, W. H., y Shrock, R. R., 1935, *Invertebrate Paleontology*: Mc. Graw-Hill Book Co., Inc. New York, 511 p.

-Van Straaten, L. M. J. V., 1960, Marine mollusc shell assemblages of the Rhone Delta: *Geologie in Mijnbouw*, v. 39, p. 105-129.

-Veatch, L., y Stephenson, L. W., 1911, Cretaceous, Georgia *Geol. Surv., Bull.*, v. 26, p. 66-215.

-Vega, F. J., 1987, Contribuciones a la estratigrafia del Grupo Difunta en la Cuenca de La Popa, Coahuila y Nuevo Leon: Segundo Simposio de Geologia Regional, Instituto de Geologia, U.N.A.M., Mexico, diciembre de 1987, Programa y Resúmenes, p. 15-17.

-Vega, F. J., y Ferrilliat, M. del C., 1987, Moluscos del Maastrichtiano de la Sierra El Antrisco, Nuevo Leon, Mexico: Mexico. Univ. Nat. Autonoma, Inst. Geologia, Paleontologia Mexicana, n. 55 (en prensa).

-Vega, F. J., y Ferrilliat, M. del C., 1985, Una especie nueva del genero Costacopluma (Crustacea:Decapoda) del Maastrichtiano de Nuevo Leon, Mexico: Mexico. Univ. Nat. Autonoma, Inst. Geologia, Revista (en prensa).

-Vega, F. J., y Ferrilliat, M. del C., 1986, La presencia del Eoceno marino en la Cuenca de La Popa (Grupo Difunta), Nuevo Leon: implicaciones tectonicas: Mexico. Univ. Nat. Autonoma, Inst. Geologia, Revista (en prensa).

-Vermelj, G. J., 1977, The Mesozoic marine revolution: Evidence from snails, predators and grazers: *Paleobiology*, v. 3, p. 245-258.

-Vermelj, G. J., 1978, *Biogeography and Adaptation: patterns of marine life*: Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts, 332 p.

-Via Booda, L., 1982. Nueva contribucion al estudio paleontologico de la superfamilia Ocypodoidea (Crustaceos Decapodos): Bol. Geol. y Min., t. 93(2), p. 115-119.

-Vogel, K., 1975. Endosymbiotic algae in rudists?: Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., v. 17, p. 327.

-Waage, K. M., 1968. The type Fox Hills Formation, Cretaceous (Maestrichtian), South Dakota. Part 1, Stratigraphy and palaeoenvironments: Yale Univ. Peabody Mus., Bull., v. 27, p. 1-171.

-Wade, B., 1926. The fauna of the Ripley Formation on Coon Creek, Tennessee: U. S. Geol. Surv., Prof. Pap., 137, p. 1-272.

-Watson, M. K., y Flessa, K. W., 1979. Time averaged molluscan assemblages from Cholla Bay, Gulf of California (abs.): Geol. Soc. Am., Abstr. Programs, v. 11, p. 134.

-Weidie, A. E., y Murray, G. E., 1961. Tectonics of Parras Basin, states of Coahuila and Nuevo Leon, Mexico: Gulf Coast Assoc. Geol. Soc., Trans., v. 11, p. 47-56.

-Weidie, A. E., y Murray, G. E., 1967. Geology of Parras Basin and adjacent areas of Northeastern Mexico: Am. Assoc. Pet. Geol., Bull., v. 51, p. 678-695.

-Weidie, A. E., Wolleben, J. A., y Mc. Bride, E. F., 1970a, Regional geologic framework of Northeastern Mexico: In Hidalgo Canyon and La Popa Valley. Butler, J. B. (ed.), Corpus Christy, Geol. Soc., Guidebook, p. 5-16.

-Weidie, A. E., Wolleben, J. A., y Mc. Bride, E. F., 1970b. Upper Cretaceous stratigraphic relationships in Northeastern Mexico: In Hidalgo Canyon and La Popa Valley. Butler, J. B. (ed.), Corpus Christy, Geol. Soc., Guidebook, p. 45-47.

-Weidie, A. E., Wolleben, J. A., y Mc. Bride, E. F., 1972. Late Cretaceous depositional systems in Northeastern Mexico: Gulf Coast Assoc. Geol. Soc., Trans., v. 22, p. 323-329.

-Wells, J. W., 1932. Corals of the Trinity Group of the Comanchean of Central Texas: Jour. Paleont., v. 6, p. 226-256.

-Wetzel, W., 1960. Nachtrag zum Fossilarchiv der Fuhrichina-Schichten: Neues Jb. Geol. Palaont., Mh. (1960), p. 439-446.

-Wheeler, W. H., y Curran, H. A., 1974. Relation of Rocky Point Member (Pee Dee Formation) to Cretaceous-Tertiary boundary in North Carolina: Am. Assoc. Pet. Geol., Bull., v. 58, p. 1751-1757.

-Wilbur, K. M., (ed.), 1985, The Mollusca: Evolution, v. 10. Trueman, E. R., and Clarke, Mr. R. (eds.). Academic Press, Inc. 491 p.

✓ -Wilson, J. L., 1975. Carbonate Facies in Geologic History: Springer-Verlag, Berlin.

-Wolfeben, J. A., 1977, Paleontology of the Difunta Group (Upper Cretaceous-Tertiary) in Northern Mexico: Jour. Paleont., v. 51, p. 373-398.

-Wolfeben, J. A., Mc. Bride, E. F., y Weidie, A. E., 1970, Upper Cretaceous stratigraphic relationships in Northeastern Mexico: In Hidalgo Canyon and La Popa Valley. Butler, J. B. (ed.). Corpus Christy, Geol. Soc., Guidebook, p. 30-44.

✓ -Woodin, S. A., y Jackson, J. B. C., 1979, Interphyletic competition among marine benthos: Am. Zool., v. 19, p. 1029-1043.

✓ -Yonge, C. M., 1937, The biology of Apornais pes-pelicanus (L.) and A. serresiana (Mich.): Mar. Biol. Assoc. U. K., Jour., v. 21, p. 687-704.

✓ -Yonge, C. M., 1946, On the habits of Turritella communis Risso: Mar. Biol. Assoc. U. K., Jour., v. 26, p. 377-380.

-Yonge, C. M., 1953. Form and habit in Pinna carnea Gmelin: Phil. Roy. Soc. London, Trans., (B), v. 237, p. 355-374.

✓ -Yonge, C. M., 1957, Symbiosis: In Treatise on marine ecology and paleoecology. Hedgpeth, J. W. (ed.). Geol. Soc. Am., Mem., 67, n. 1, Ecology, p. 429-442.

✓ -Yonge, C. M., 1962, On the primitive significance of the byssus in the Bivalvia and its effects in evolution: Mar. Biol. Assoc. U. K., Jour., v. 42, p. 113-125.

✓ -Yonge, C. M., 1979, Cementation in bivalves: In Pathways in Malacology. van der Spoel, S., van Bruggan, A. C., and Lever, J. (eds.). Bonn, Scheltema & Holkema, Utrecht, p. 83-106.

✓ -Young, D. K., 1971, Effects of infauna on the sediment and seston of a subtidal environment: Vie et Milieu., Suppl., 22, p. 557-571.