

00381

14



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**BRAQUIÓPODOS Y CRINOIDES DEL PALEOZOICO TARDÍO
DE LAS FORMACIONES OLINALÁ, GRO; PATLANOAYA
Y CUXTEPEQUE, PUE..**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

DOCTOR EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)

P R E S E N T A:

CARLOS ESQUIVEL MACÍAS

BAJO LA DIRECCION DE LA DOCTORA BLANCA ESTELA BUITRÓN SÁNCHEZ

2000

14/05/2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

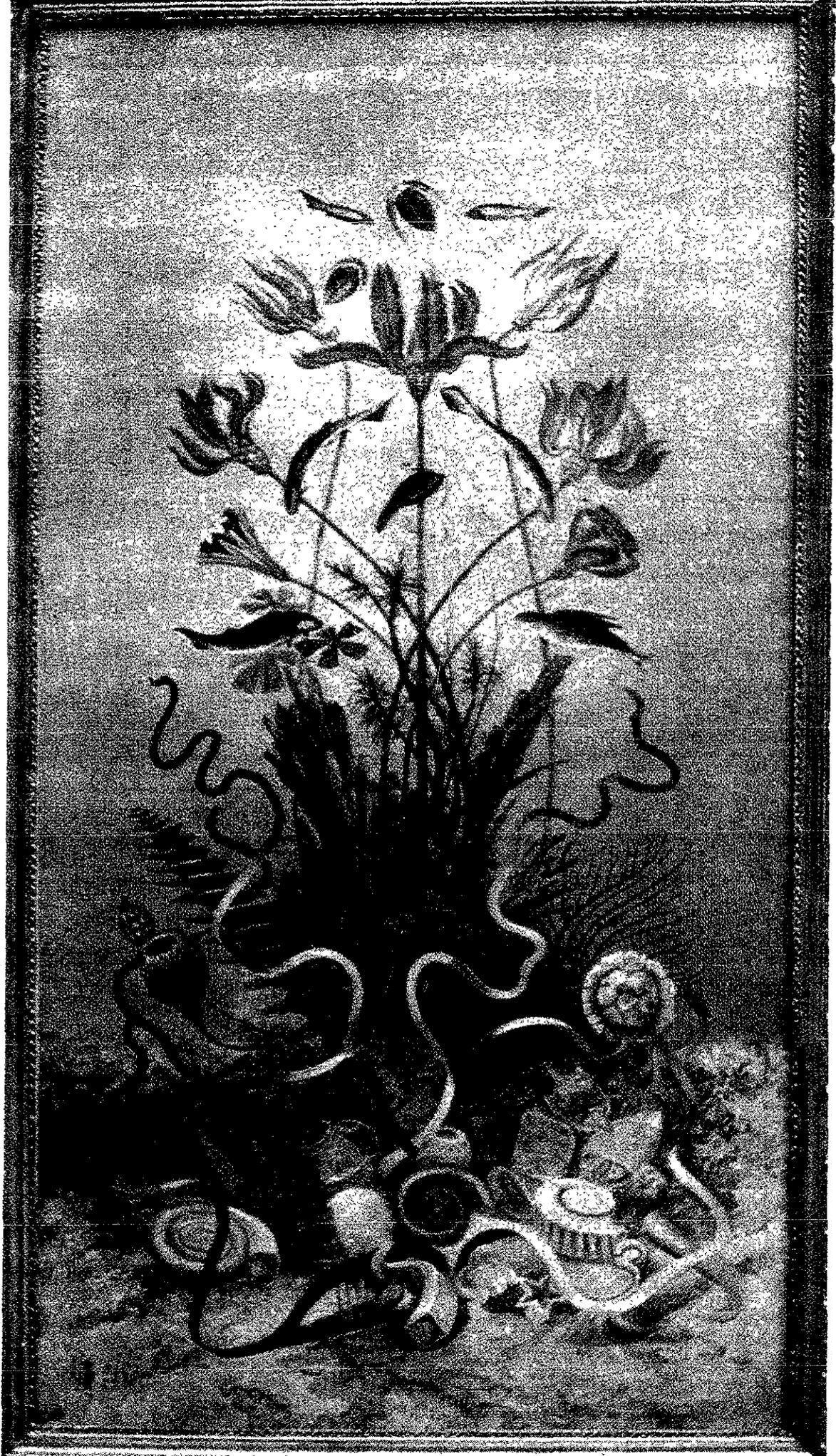


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Aprovecho la ocasión para rendir un modesto homenaje a José María Velásco, uno de los destacados positivistas mexicanos, tal corriente filosófica llegó a México desde Francia con Don Gabino Barreda en 1867 la cual se cuenta entre las bases ideológicas del moderno estado mexicano. Particularmente se utilizó esta corriente para apoyar el surgimiento de la moderna universidad pública por medio de la fundación de la escuela nacional preparatoria, dedicada - en principio- a difundir como teoría del saber el positivismo que según Augusto Comte “se niega a admitir otra realidad que no sean los hechos ya investigar otra cosa que no sean las relaciones entre los hechos”. En mi opinión la forma positivista de entender la educación y la ciencia fue fundamental para el nuevo proyecto de nación y sigue siendo necesaria en nuestros días en los que, por diversas razones políticas, religiosas e históricas, este proyecto nacional sigue pendiente y tiende a olvidarse sin haber logrado aun aplicarse a plenitud.

El apoyo y expresión pública de hombres talentosos fue fundamental para crear un estado republicano moderno prometedor, entre estos hombres debemos incluir sin duda a Velásco, quien influido por un realismo “positivista” retrata los múltiples rostros naturales de nuestro país, y a mi juicio, esa convicción de retratar las cosas tal como son lo convierte en nuestro mejor paisajista. Su contribución en relación con su inclinación por las ciencias naturales no solo se manifestó así, también fue miembro activo de la Sociedad Mexicana de Historia Natural y como tal era un hombre enterado de la ciencia de su tiempo, ello se refleja en la obra que aquí se presenta, la cual muestra con objetividad y basada en la información accesible en su época, los ambientes paleozoicos. Seguramente el mismo J.M. Velasco hubiese querido estudiar científicamente (positivístamente) los organismos que el pinto, objetivo que aún esta por completarse un siglo después de su obra intelectual.

La pintura de la página anterior es una de las creaciones de José María Velasco sobre temas paleobiológicos. En particular representa un lecho oceánico somero con abundantes formas vivientes representativas del Paleozoico, el cuadro original se encuentra junto a otros en las instalaciones del Museo de Geología de la UNAM, en la colonia Santa María La Ribera, México D.F. Mide 2.60 X 1.41 metros.

Elegí esta pintura para señalar que los crinoídes, aspecto central de la composición pictórica de Velásco, eran de alguna manera objeto de su atención a principios del siglo XX. Esta pintura junto con otras de la misma colección recuerda el interés por la historia natural de este pintor mexicano. Es mi deseo con esta tesis dejar constancia del potencial de estudio que tienen los invertebrados marinos en México, particularmente me refiero a los crinoídes que han sido un poco dejados de lado por los paleontólogos mexicanos, pero nuestro ilustre J.M. Velasco los colocó implícitamente en el retrato como la fauna dominante de los mares someros tropicales de gran parte de periodos geológicos pasados.

Ángel Silva Bárcenas (1991), en una monografía ilustrada especial de la Sociedad Mexicana de Paleontología, sobre las obras pictóricas paleobiológicas de J. M. Velasco, publicó esta lámina con otras y mencionó que Velasco consultó varias fuentes para integrar esta composición, en ella se representan organismos invertebrados como el crinoide *Scyphonocrinites sp.*, junto a cefalópodos (*Lituites*); gasterópodos (*Eomphalus*); quitones (*Chiton sp.*); briozoarios (*Archimedes*, *Entalophora*); celenterados (*Rhipidiogogia*) y algunos vertebrados como ostracodermos y actinoptergios.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente por el tema de tesis a la Doctora Blanca E. Buitrón, investigadora del Instituto de Geología de la UNAM, quien también proporciono parte del material fósil y bibliográfico, asimismo estoy en deuda con los Doctores Alfredo Laguarda Figueras y Antonio García Cubas los cuales formaron parte del comité tutorial para escuchar los avances y realizar la revisión durante seis semestres del avance de la investigación, a ellos dos y a la Directora (Doctora Buitrón) debe esta tesis importantes mejoras en su estructura. También agradezco a estos tres investigadores que sumados al comité tutorial, ya como jurado de grado, junto a las Doctoras Alicia Silva Pineda, Martha Reguero Reza, Gloria Alencaster Ybarra y al Doctor Guillermo Salgado Maldonado hicieron aportes en la revisión final del manuscrito en la cual aún fue posible mejorar varios aspectos de la redacción.

Deseo dejar patente mi agradecimiento por los interesantes comentarios y enseñanzas en el trabajo de campo a los Ingenieros Geólogos Emiliano Campos, Javier Arellano y por el trabajo de Gabinete al Ingeniero Antonio Flores de Dios. Asimismo agradezco la participación dedicada y disciplinada de la Bióloga Belem López durante el trabajo de Campo, del cual derivo su propia tesis.

Agradezco afectuosamente a la Bióloga Rita León Olvera por su entusiasta y desinteresada ayuda en la organización del material bibliográfico y en el manejo de correspondencia electrónica, así como por el apoyo y la confianza de su familia.

Esta investigación fue financiada por el PAPIIT (Programa de apoyo a proyectos de investigación e innovación tecnológica) con el proyecto IN108795 IG1, del cual se obtuvieron los recursos económicos para el trabajo de campo. Gracias también a la DGAPA-UNAM (Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad) por otorgar la beca correspondiente derivada del mismo proyecto sin la cual hubiera sido imposible la primera etapa del trabajo.

Agradezco y reconozco al Doctor Francisco Solís Marín por su especial colaboración en la publicación de los resultados taxonómicos en la revista "Coloquios en Paleontología" lo que me permite avanzar para presentar esta tesis, así como al Doctor William Ausich por su ayuda e interés en publicar parte de los nuevos hallazgos de esta investigación en la Revista "Journal of Paleontology".

Doy gracias especiales a las autoridades del Posgrado de la Facultad de Ciencias y del Departamento de Biología por que aún en los momentos mas difíciles del reciente conflicto universitario supieron seguir trabajando para que los tramites correspondientes no se vieran detenidos. Especialmente a la Doctora Margarita Collazo Ortega y al Biólogo Rafael por que tomaron decisiones y sacrificaron parte de su vida privada para apoyar los tramites de examen predoctoral. Finalmente agradezco a los Doctores Pedro García Barrera, Virgilio Arenas Fuentes, Guillermo Salgado Maldonado, Cecilia Vanegas y Zenon Cano Santana como jurados estrictos y honestos, aún en las circunstancias complicadas en los que se realizó el examen de conocimientos generales que me permite acceder al doctorado por medio de esta tesis.

ÍNDICE

RESÚMEN	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVOS	
Generales	
Particulares.....	7
HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	7
ÁREA DE ESTUDIO.....	9
Geología Regional.....	9
Descripción de los afloramientos	
Formación Olinalá/Los Arcos.....	18
Formación Patlanoaya.....	18
"Formación" Cuxtepeque.....	19
Tectonismo	
Modelo de Coney.....	19
MÉTODO	
Investigación bibliográfica.....	24
Muestras	
Braquiópodos.....	25
Crinoides.....	25
Limpieza de material.....	25
Fotografía.....	25
Interpretación paleoambiental.....	29
Análisis de datos	
Índice de similitud de Sørensen.....	29
Índice de similitud de Simpson.....	30
Seriación estratigráfica.....	30
Criterio de prueba.....	31
Índice de diversidad de Simpson/Shanon.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
Resultados del estudio taxonómico de la Fm. Olinalá/Los Arcos.....	34
Resultados del estudio taxonómico de la Fm. Patlanoaya.....	35
Acerca de los registros de braquiópodos y crinoides.....	38
Afinidades biogeográficas.....	41
Resultados estratigráficos	
Bioestratigrafía de la Fm. Olinalá/Los Arcos.....	47
Bioestratigrafía de la Fm. Patlanoaya.....	48
Estratigrafía de la "Fm". Cuxtepeque.....	48
Correlación bioestratigráfica cuantitativa.....	50
Paleoecología.....	61

Análisis de un caso, la comunidad de <i>Paranorella imperialis</i>	65
Aspectos paleoecológicos de crinoides.....	70
CONCLUSIONES.....	71
DESCRIPCIONES SISTEMÁTICAS	
Fm. Olinalá/Los Arcos	
Braquiópodos.....	73
Crinoides.....	87
Fm. Patlanoaya	
Braquiópodos.....	89
Crinoides.....	89
Nuevos registros.....	99
Nueva especie.....	105
REFERENCIAS.....	108
APÉNDICE 1.....	125
APÉNDICE 2.....	139
APÉNDICE 3.....	155

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figura 1. Localización y Geología de la Formación Olinalá/Los Arcos.....	11
Figura 2. Afloramientos y Topografía de la Formación Olinalá/Los Arcos... 12	
Figura 3. Localización y Geología de la Formación Patlanoaya.....	13
Figura 4. Afloramiento y Topografía de la Formación Patlanoaya.....	14
Figura 5. Localización y Geología de la “Formación” Cuxtepeque.....	15
Figura 6. Afloramiento y Topografía de la “Formación” Cuxtepeque.....	16
Figura 7. Terrenos tectónicos del sur de México.....	21
Figura 8. Columna de la Fm. Olinalá/Los Arcos.....	22
Figura 9. Columna de la Fm. Patlanoaya.....	23
Figura 10. Morfometría de Braquiópodos.....	26
Figura 11. Morfometría de Crinoides.....	27
Figura 12. Modelo de facies estándar de Wilson.....	28
Figura 13. Mapa de paleocuenca Ouachita.....	46
Figura 14. Actualización de la estratigrafía de la Fm. Patlanoaya.....	49
Figura 15. Distribución de frecuencias de tallas de <i>Paranorella imperialis</i> ..	67
Figura 16. Estratigrafía del afloramiento uno de la Fm. Olinalá....	68
Cuadro 1. Crinoides registrados en el presente trabajo.....	40
Cuadro 2. Intervalo estratigráfico de los crinoides registrados.....	42
Cuadro 3. Comparación de registros de crinoides con otros trabajos.....	43
Cuadro 4. Seriación bioestratigráfica con valor de 0.11.....	52
Cuadro 5. Seriación bioestratigráfica con valor de 0.72.....	53
Cuadro 6. Seriación bioestratigráfica con valor de 0.79.....	54
Cuadro 7. Seriación bioestratigráfica con valor de 0.87.....	55
Cuadro 8. Seriación bioestratigráfica con valor de 0.06.....	56

Cuadro 9. Seriación bioestratigráfica con valor de 0.15.....	57
Cuadro 10. Seriación bioestratigráfica con valor de 0.64.....	58
Cuadro 11. Seriación bioestratigráfica con valor de 0.75.....	59
Cuadro 12. Seriación bioestratigráfica con valor de 0.75.....	60
Cuadro 13. Seriación bioestratigráfica con valor de 0.87.....	61
Cuadro 14. Especies consideradas en el análisis de seriación.....	62
Cuadro 15. Braquiópodos de la Formación Olinalá/Los Arcos.....	64
Cuadro 16. Estadísticos descriptivos de la población de <i>Paranorella imperialis</i>	65
Cuadro 17. Frecuencias de longitud de la población de <i>Paranorella imperialis</i>	69
Cuadro 18. Estructura y sucesión de la comunidad de braquiópodos del afloramiento uno de la Formación Olinalá/Los Arcos.....	69
Cuadro 19. Valores de los índices de diversidad de Simpson y Shannon....	69

RESÚMEN

Los afloramientos fósiles del Paleozoico Tardío del sur mexicano han sido poco estudiados y, dado que en ellos los braquiópodos y crinoides podrían ser de utilidad estratigráfica como fósiles índice y como indicadores paleoambientales, se buscaron ejemplares y se realizaron listados taxonómicos de las formaciones en estudio. Se amplió el inventario taxonómico de estas con un total de 17 nuevos registros de crinoides (*Pentaridica pentagonalis*, *Mooreaarteris perforatus*, *M. waylandensis*, *Cyclocaudex jucundus*, *C. typicus*, *Preptopremnum rugosum*, *Ampholenium apolegma*, *Stiberostaurus aestimatus*, *Lomalegnum horridum*, *Blothronagma cinctutum*, *Floricyclus angustimarga*, *Dierocalipter doter*, *Isocrinus* sp., *Cyclomischus alternatus*, *Rhizocamax cristata*, *Cyclocrista cheneyi* y *Pterotocrinus bifurcatus*) mas una nueva especie, de simetría tetradial, en proceso de descripción formal y otra de simetría hexaradial que aún se halla en proceso de revisión. En consecuencia, con estas novedades, se argumenta que el estudio de los crinoides mexicanos es prometedor, pues con un esfuerzo relativamente bajo ha aumentado en 145 % el número de registros preexistentes a este trabajo. Se encontró un total de 8 especies de braquiópodos ya descritas en México (*Dictyoclostus depressus*, *Linoproductus* sp., *Cancrinella rugosa*, *Paramarginifera* sp., *Wellerella lemasi*, *Paranorella imperialis*, *Martinia* sp. *Dielasma spatulatum*). Se precisa el alcance estratigráfico de 7 de las especies encontradas (*Isocrinus* sp., *Pterotocrinus* sp., *Rhizocamax cristata*, *Ampholenium apolegma*, *Floricyclus wellleri*, *Dierocalipter doter* y *Pentaridica pentagonalis*).

La fauna de crinoides encontrados muestra afinidad con la del paleozoico del medio oeste de los E.U. A., en particular con Texas y en algunos casos con Sonora . Entre los braquiópodos se encuentran elementos de correlación entre Sonora, Coahuila y Olinalá, entre otras. Dichas afinidades se refuerzan con la presencia de fusulinidos, con todo lo cual se tiene la certeza de la comunicación faunística del complejo oaxaqueño con Texas y el resto del medio oeste.

Mediante la aplicación del análisis de cuenca se encontraron en Olinalá tres ciclos regresivos - transgresivos, arriba de las cuales, en el último ciclo de regresión del Pérmico se encuentran las comunidades de braquiópodos intercaladas en secuencias de playa submareal, se encontró otra facies arrecifal de edad equivalente con braquiópodos, crinoides y estromatolitos duramente cementados en arenisca. En el Pensilvánico de la Fm. Patlanoaya hay secuencias masivas de encrinitas con arena bioclástica intercalada representando arrecifes influenciados por oleaje y mareas fuertes y precedido por una secuencia misisípica de mares mas profundos. Se añade a la base de la secuencia de Patlanoaya un estrato Devónico tardío en un ambiente de abanico aluvial por debajo del Misisípico, pero sin macrofósiles .

Se aplicaron métodos de análisis cuantitativo para el cometido de la comparación de similitud de las paleocomunidades bióticas como los índices de de Simpson y Sorensen. Se analiza cuantitativamente la sucesión de paleocomunidades de la Formación Olinalá/Los Arcos con los índices de diversidad de Shanon y de Simpson y con base en ello se discute el

progresivo "estresamiento" ambiental de fin del Pérmico reflejado en las secuencias sedimentarias y en la composición de las comunidades de braquiópodos.

Se utilizaron los registros taxonómicos obtenidos para apoyar la estratigrafía de las formaciones Olinalá/Los Arcos, Patlanoaya y Cuxtepeque. Este análisis emplea los resultados de baja similitud biótica entre las unidades estratigráficas que en apariencia representan el mismo ambiente físico-sedimentario con lo cual se obtienen indicios de que no son secuencias equivalentes, sino representantes de diferentes niveles de una misma secuencia. Ello se analiza por medio del método de seriación estratigráfica, con el que se aprecia que las secuencias podrían representar más complementariedad que equivalencia. Con tales argumentos se esboza la necesidad de integrar una columna única del paleozoico superior del sur de México que explique mejor la existencia de las formaciones Olinalá/Los Arcos, Patlanoaya y Cuxtepeque, entre otras. Ello requerirá indudablemente de estudios de estratigrafía cuantitativa más detallados.

ABSTRACT

The fossil outcrops of Upper Paleozoic at southern Mexico, have been scatter studied. In those outcrops, brachiopods and crinoids can be useful as index fossils and paleoenvironmental informers, therefore brachiopods and crinoids from three outcrops were studied. This study proposed an extend taxonomic list of such fossil groups, with 17 new crinoids recorded (*Pentariidica pentagonalis*, *Mooreanteris perforatus*, *M. waylandensis*, *Cyclocaudex jucundus*, *C. typicus*, *Preptopremnum rugosum*, *Ampholenium apolegma*, *Stiberostaurus aestimatus*, *Lomalegnum hormidum*, *Blothronagma cinctutum*, *Floricychus angustimarga*, *Dierocalipter doter*, *Isocrinus* sp., *Cyclomischus alternatus*, *Rhizocamax cristata*, *Cyclocrista cheneyi* y *Pterotocrinus bifurcatus*) plus a new tetradial and hexaradial species. The formal description of tetradial crinoid is on press and the hexaradial crinoid will be published soon.

This study shows the crinoids issue research potential because of the results. The existent crinoids list were extend 145%, 7 crinoids stratigraphic range is determine precisely (*Isocrinus* sp., *Pterotocrinus* sp., *Rhizocamax cristata*, *Ampholenium apolegma*, *Floricychus welleri*, *Dierocalipter doter* y *Pentariidica pentagonalis*). The 8 braquiopods species were previously described to Mexico (*Dictyoctostus depressus*, *Linoproductus* sp., *Canocrinella rugosa*, *Paramarginifera* sp., *Wellerella lemasi*, *Paranorella imperialis*, *Martinia* sp. *Dielasma spatulatum*).

The crinoids assemblages found are similar with those reported to EUA middle west Paleozoic, especially Texas, and some at Sonora, Mex. The brachiopods are the same with Sonora, Coahuila and Olinalá, Mex. Also the fusulinids found support this relationship between Oaxaca and Texas, suggesting a geographic communication.

The basin analysis shows three regressive - transgressive cycles at Olinalá. The brachiopods communities are interstratified in beach subtidal sequences at the last regression cycle (Permian). There is also a reef facies with brachiopods, crinoids and stromatolites cemented in sandstone. At Patlanoaya Fm. The massive encrinites insert with bioclastic sand represent reefs, heavy swelling and tides, also it shows a deep ocean sequence from Mississippian. Under this ocean sequence there is Latest Devonian representing an alluvial fan without macrofossils.

The similarity between paleocomunities was tested using Simpson's and Sørensen's index. The succession on Olinalá/Los Arcos Fm. Communities was tested with Shannon's and Simpson's diversity index. In order to discuss the progressive environmental stress showed by the sedimentary sequence and the brachiopods community composition on the end of Permian age.

The taxonomic records were used to support to Olinalá/Los Arcos, Patlanoaya and Cuxtepeque formations stratigraphy. This analysis use the units from low similarity results and from the same physic and sedimentary environmental conditions, and the results indicated different levels from a same sequence rather than equivalent sequences. The

analysis used was a stratigraphic seriation and it shows sequences rather complementary than equivalents, so it is important to build an Upper Paleozoic column to southern México. Such column will provide a better explanation to the Olinalá/Los Arcos, Patlanoaya and Cuxtepeque Fm. Origin, and also it demands detailed quantitative stratigraphic studies.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación es la continuación del estudio que llevó a cabo el suscrito con motivo de la presentación de trabajo de tesis para optar por el grado de Maestro en Ciencias. Dicha investigación se ocupó de "Los Invertebrados del Paleozoico Tardío de las regiones de Olinalá, Guerrero y Patlanoaya, Puebla". Los resultados que se presentaron en ella sentaron la base para un trabajo más detallado y a largo plazo sobre los invertebrados de estas localidades y de otras nuevas como Cuxtepeque, Pue., Mixtepec e Ihualtepec, Oax., en particular de los crinoides y los braquiópodos. La investigación formó parte del proyecto "Las Rocas Sedimentarias Marinas del Paleozoico Superior de Puebla, Guerrero y Oaxaca, Su Contenido Biótico y Análisis Sedimentológico" DGAPA-PAPIIT IN108795 IGI, del cual fueron responsables la Doctora Blanca Estela Buitrón Sánchez del Instituto de Geología UNAM y el Ingeniero Javier Arellano Gil de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, y colaboro el Doctor Daniel Vachard, Investigador Titular de la Universidad de Ciencias y Tecnología de Lille, Francia durante el año de 1996/97 en el cual permaneció como investigador invitado del Instituto de Geología, UNAM (CONACYT).

De acuerdo con el trabajo de Esquivel (1996) una vez estudiadas en su fase inicial algunas de las localidades con afloramientos paleozoicos del sur de México en: (Gutiérrez-Gil, 1956; De Cserna, 1965; Buitrón y Vilchis, 1979; Buitrón 1980; Morales, 1984; Sour y Tovar, 1989; Buitrón y Sandoval, 1993 y Ochoa-Camarillo *et al.*, 1997), en particular los de "La Montaña de Guerrero" (Aguilera *et al.*, 1896; Springer, 1922; Burckhard, 1927; Hons, 1933; Ordóñez, 1946; Salas, 1949; Guzmán, 1950; Erben, 1956; Fries *et al.*, 1960; Alencaster, 1963; De Cserna, 1965; Fries *et al.*, 1966; Pantoja, 1970; Ortega, 1975, 1978, 1980; De Cserna *et al.*, 1980; Salinas y Flores, 1981, citados en Flores de Dios y Buitrón, 1982; Corona-Esquivel, 1983; 1985; González-Arreola y Corona-Esquivel, 1984; Flores de Dios, 1986; Velasco de León y Buitrón, 1992; González-Arreola *et al.*, 1994; Vachard *et al.*, 1997 y una vez que se han confirmado una serie de elementos taxonómicos con valor estratigráfico en el mismo trabajo de Esquivel-Macias (1996), es importante reforzar y ampliar la investigación del Paleozoico Superior de las mismas provincias geológicas del sur para ayudar a situar la secuencia correcta de las unidades estratigráficas en estudio, aunque también existen algunos estudios al respecto en el norte del país, por ejemplo los de Cloud (1944), King *et al.* (1944), Cooper (1965), Denison (1970), Girty (1980), Gonzalez-León (1986) y Buitrón *et al.* (1987). Asimismo, es necesario insistir en el trabajo sobre los braquiópodos y los crinoides, pues son grupos de organismos escasamente estudiados en México que seguramente aún reservan novedades taxonómicas.

Dado que las rocas del Paleozoico afloran escasamente en México a causa de la intensa actividad tectónica y el vulcanismo, resulta muy importante estudiar las pocas localidades donde se le conoce. Afloramientos importantes de ellas se encuentran en el sur de México en las provincias geológicas de Tlaxiaco, de la Sierra de Juárez, y de la Sierra Madre del Sur (definidas por López-Ramos, 1981) así como en los terrenos tectónicos como el Mixteco, la Plataforma Guerrero-Morelos, el Xolapa, el Oaxaca y el Juárez, todo lo cual se conoce en conjunto como el Complejo Oaxaqueño.

Por otra parte, en la región sur de México, en particular en los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla, el Paleozoico se encuentra representado por rocas sedimentarias originadas en ambientes marinos que muestran una gran complejidad en cuanto a su geología y estratigrafía, dado que se

formaron a través de múltiples eventos de transgresión y regresión de los mares sobre esas porciones de tierra. Así mismo quedaron bloques removidos, basculados o plegados por múltiples eventos tectónicos que conformaron la región y que la siguen alterando (Coney, 1983; Sedlock, 1993; Ortega, 1978).

En consecuencia, el estudio de los restos fósiles y en especial el de los invertebrados marinos, constituye una herramienta prometedora en la interpretación del análisis sedimentológico y de los ambientes bajo los que se formaron tales rocas. En el caso de los invertebrados, aún permanece pendiente la mayor parte del trabajo descriptivo e interpretativo.

Entre los grupos de organismos que tienen mayor relevancia para dicho estudio paleontológico y sobre todo en apoyo a la estratigrafía, se encuentran: foraminíferos, esponjas, corales, briozoarios, braquiópodos, moluscos, artrópodos y equinodermos, grupos que hacia el principio del Paleozoico (Cámbrico y Ordovícico) surgieron, evolutivamente hablando. También fue en esos períodos cuando se consolidaron los animales con concha y exoesqueleto, tal vez debido a las presiones selectivas ejercidas por los depredadores carnívoros recién evolucionados, como fueron los cefalópodos. Tales grupos, añadiendo a los anélidos, son desde entonces dominantes en todas las comunidades bentónicas; entre ellos se encuentran aún las faunas dominantes en cuanto a diversidad y biomasa en los mares actuales. Hacia el Paleozoico Tardío, la mayoría de los invertebrados disminuyó en riqueza específica, después de la crisis Pérmico-Triásica comenzaron a diversificarse de nuevo (Ubaghs *et al.*, 1978; Moore y Laudon, 1943, 1944; Moore, 1948, 1952; Rhodes, 1967).

Los crinoides y los braquiópodos se hallan entre los organismos que alcanzaron entonces su máxima diversidad (Ubaghs, 1978; Baumiller, 1994; Rhodes, 1967) y por ello son buenos representantes del Paleozoico Tardío (Carbonífero y Pérmico). En la actualidad no muestran la diversidad que los caracterizaba, aún incluso al inicio del Mesozoico, pero ambos grupos llegan hasta nuestros días con muchas especies vivientes que son muy útiles para estudiar sus hábitos y modo de vida en relación con los ambientes antiguos (Eicher, 1973; Mc Alester, 1973; Laporte, 1974).

Por su utilidad como fósiles índices estratigráficos del Paleozoico Superior, tanto los crinoides como los braquiópodos sólo son comparables con los briozoarios, algunos celenterados, los moluscos y los foraminíferos, lo que justifica ampliamente su estudio.

OBJETIVOS

GENERALES:

1.- Reunir, limpiar y preparar para su identificación los fósiles de braquiópodos y crinoides de las secuencias del Paleozoico Superior de las regiones de Olinalá, Guerrero, Patlanoaya y Cuxtepeque, Puebla.

2.- Contribuir al conocimiento de la estratigrafía y composición faunística del Paleozoico Tardío del sur de México, para ubicar cronoestratigráficamente las unidades de las Formaciones de Olinalá/Los Arcos, Patlanoaya y Cuxtepeque; ello contribuirá a reconstruir, con mayor certidumbre, la historia geológica del sur de México. Con la información bioestratigráfica obtenida se podrá contribuir al conocimiento de los fenómenos tectono-estratigráficos y ayudar a modelar la evolución geológica del área de estudio, en colaboración con los demás especialistas del proyecto, con lo que se espera se contribuya al conocimiento de las rocas paleozoicas del sur de México.

PARTICULARES:

A) Realizar las descripciones de las faunas encontradas y ampliar el conocimiento sobre los taxones de estas formaciones.

B) Apoyar el análisis de las secuencias paleozoicas, para precisar la estratigrafía.

C) Ayudar en la caracterización de los ambientes de depósito de las secuencias.

D) Definir paleocomunidades a partir del contenido faunístico de los estratos.

E) Establecer diferencias cuantitativas con base en índices ecológicos y en índices estadísticos, entre las diferentes paleocomunidades definidas.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

1) Se considera que el contenido biótico fósil que caracteriza a las diferentes regiones de estudio, se encuentra constituido principalmente por foraminíferos (fusulinidos), equinodermos (crinoides), braquiópodos, moluscos (amonoideos), corales y algas, por su presencia en otras localidades de México y del mundo.

2) La Paleogeografía del Paleozoico Superior de la región, corresponde en general a mares someros tropicales.

3) En el Paleozoico Superior de las regiones de estudio, se dieron fluctuaciones en el nivel del mar que se reflejan en la estratigrafía de las secuencias.

4) La mayoría de los restos fósiles de los afloramientos fueron fosilizados "*in situ*".

5) Se logrará el reconocimiento de las paleocomunidades a partir de los restos encontrados de acuerdo con Mc Kerrow (1978), Flores de Dios y Buitrón (1982), Villaseñor *et al.* (1987) y Vachard *et al.* (1993).

ÁREA DE ESTUDIO

Las áreas de afloramiento propuestas originalmente para el presente estudio son Olinalá, Gro., Patlanoaya y Cuxtepeque, Pue., Mixtepec e Ihualtepec, Oax., las cuales están comprendidas entre las siguientes coordenadas geográficas (Figs. 1, 2, 3, 4, 5 y 6):

- OLINALÁ, GUERRERO: 98° 50' al 98° 35' de longitud Oeste
17° 55' al 17° 40' de latitud Norte
- PATLANOAYA, PUEBLA: 98° 18' al 98° 13' de longitud Oeste
18° 30' al 18° 34' de latitud Norte
- CUXTEPEQUE, PUEBLA: 98° 17' al 98° 15' de longitud Oeste
18° 02' al 18° 02'30" de latitud Norte
- *MIXTEPEC, OAXACA: 97° 50' al 97° 45' 30" de longitud Oeste
17° 16' 30" al 17° 19' de latitud Norte
- *IHUALTEPEC, OAXACA: 98° 18' al 98° 12' de longitud Oeste
17° 23' al 17° 22' de latitud Norte

Sin embargo, durante el desarrollo del trabajo se consideró un riesgo innecesario continuar con el trabajo de campo en las dos localidades de la Mixteca Oaxaqueña, a causa de la creciente inseguridad de la zona, donde han sido víctimas de robos y asaltos algunos colegas de trabajo. Por lo tanto, no se trabajará en ellas por el momento, a pesar de que son interesantes ventanas paleozoicas que aportarían más información sobre el Paleozoico Superior mexicano. Se informa aquí de sus ubicaciones con la esperanza de que se pueda estudiarlas en el futuro cercano. Únicamente se toma en cuenta un hallazgo fósil (*Pterotocrinus* sp.) procedente de Ihualtepec, Oaxaca por su importancia taxonómica, pero no es considerado en los análisis estratigráficos ni de correlación.

GEOLOGÍA REGIONAL

El territorio nacional se divide convencionalmente en un número de provincias geológicas, tomando en cuenta diferentes aspectos de la geomorfología, tectónica, estratigrafía, litología y recursos minerales. A partir de todo ello, López-Ramos (1980) da una definición de las provincias en las que se encuentran las localidades y afloramientos que se abordan en este trabajo. Conviene mencionar que esta clasificación del territorio nacional corresponde en general con la definición de terrenos tectónicos propuestos por Sedlock *et al.* (1993) y es otra de las razones por las que se considera adecuada la descripción dada por López-Ramos (1988), de cuya información se deduce que el sur de México es una de las regiones geológicamente mejor estudiadas desde el siglo pasado. No obstante, muchos problemas estratigráficos, paleontológicos y tectónicos aún no se han resuelto, sobre todo en las provincias de Tlaxiaco, Sierra Madre del Sur, Altiplano

Oaxaqueño y Sierra de Juárez que corresponden, respectivamente, con los terrenos tectónicos; Mixteco, Xolapa, Oaxaca y Juárez, los cuales forman el conjunto o Complejo Oaxaqueño. El terreno Mixteco está bordeado por todos los demás (Fig. 7).

Como basamento regional se encuentra el Complejo Acatlán, con antigüedad del Paleozoico Inferior, el cual subyace a las Formaciones Olinalá/Los Arcos, Guerrero y Patlanoaya, Puebla. El basamento fue definido por Ortega (1978) a partir de rocas expuestas en la Mixteca Poblana y Oaxaqueña, considerando que su edad es paleozoica temprana (380 ± 6 M. A.), obtenida a partir del uso de pares de isótopos radioactivos como rubidio-estroncio y potasio-argón. Con tal información se concluyó que su antigüedad incluye desde el Ordovícico Superior al Devónico. Las rocas del basamento Acatlán, aunque no se han estudiado, constituyen una secuencia de rocas deformadas y afectadas por el metamorfismo, predominando esquisto con gneis de moscovita, clorita, metandesita, metagranito y metagrauvaca. Sobreyaciendo a la Formación Olinalá/Los Arcos, y a otras ventanas de interés del Paleozoico Superior, como las de Ihualtepec y Mixtepec, Oaxaca, se sobrepone el Conglomerado Cuarcítico "Cualác" del Jurásico Medio, aunque muy fragmentado (López-Ramos, 1980). Por otra parte, Villaseñor *et al.* (1987) mencionan que la secuencia del Complejo Acatlán está cubierta, en discordancia erosional, por la Formación Patlanoaya, fechada como Carbonífero-Pérmico por ellos mismos, aunque es posible que incluya una base devónica (Flores de Dios *et al.*, 1998). A su vez, a la Formación Patlanoaya le sobreyacen la Formación Tecomazuchil del Jurásico Medio y/o el Grupo Balsas del Terciario (Figs. 3 y 4).

El Terreno Mixteco también tiene como marco tectónico una serie metamórfica paleozoica de antigüedad prepérmica, asociada con batolitos graníticos de edad paleozoica. Este es el basamento cristalino ó base de la cuenca de Tlaxiaco, el cual abarca la porción sedimentaria marina del centro y norte de Oaxaca, oriente de Guerrero, sur de Puebla y se sobrepone informalmente con parte del Eje Neovolcánico en el sur del Estado de Puebla (López-Ramos, 1978).

La región Mixteca se limita al oeste por una fracción metamórfica de la Sierra Madre del Sur, la cual se desarrolla claramente al sur a unos 2 300- 2 500 metros sobre el nivel del mar; al oriente el límite es la Sierra de Juárez (que a su vez es la continuación hacia el sur-este de la Sierra Madre Oriental), y también por una parte del altiplano oaxaqueño que incluye la porción ígnea y metamórfica del oriente de Oaxaca. Al norte, su límite geomorfológico es el arco convexo, formado por la antigua Península de Oaxaca (microcontinente según Ortega, 1998) y que actualmente se halla situada al sur de la ciudad de Puebla y al noreste de la ciudad de Izúcar de Matamoros, en dicho arco convexo afloran rocas del basamento (López-Ramos, 1980).

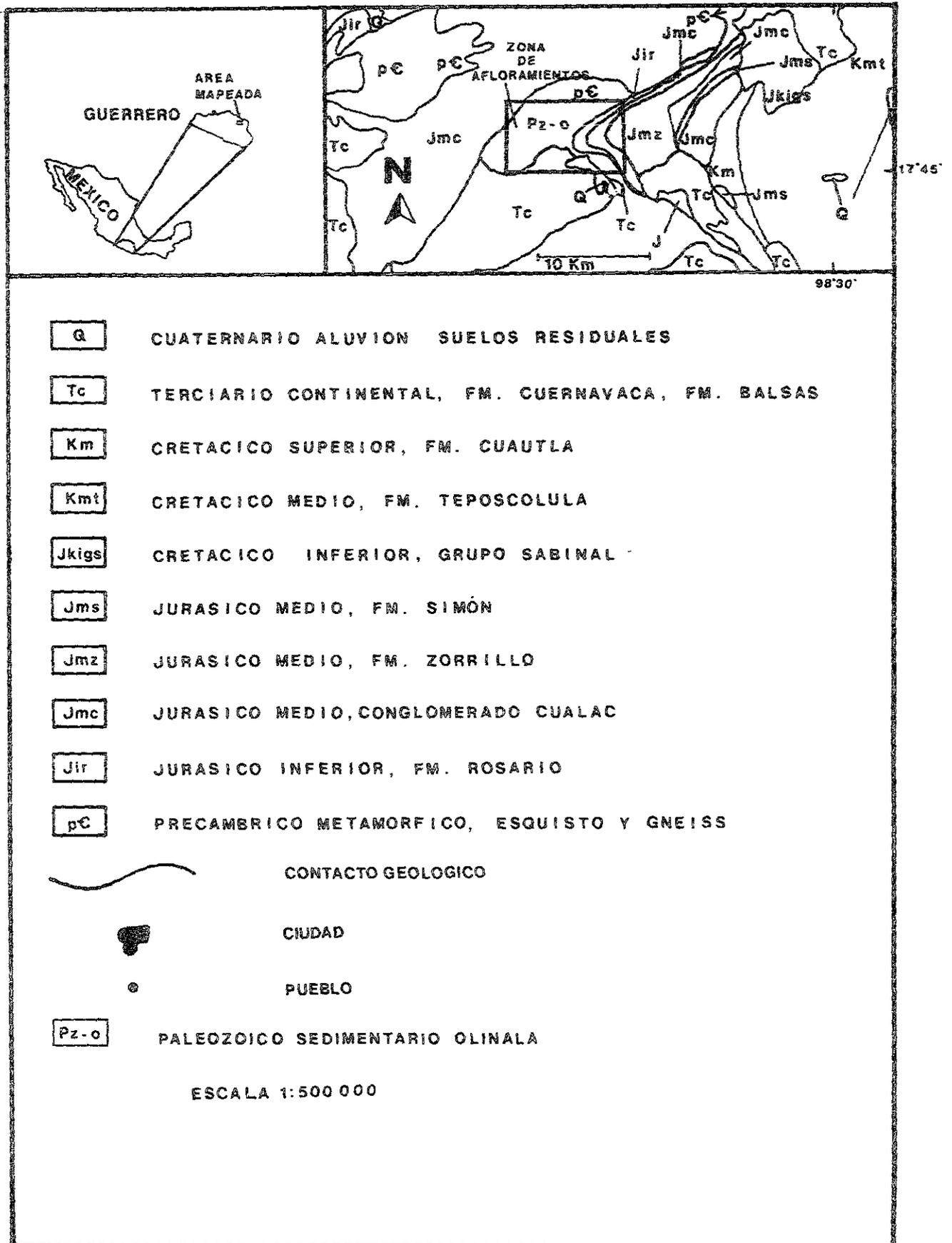


FIGURA 1: Localización y Geología de la Formación Olinalá

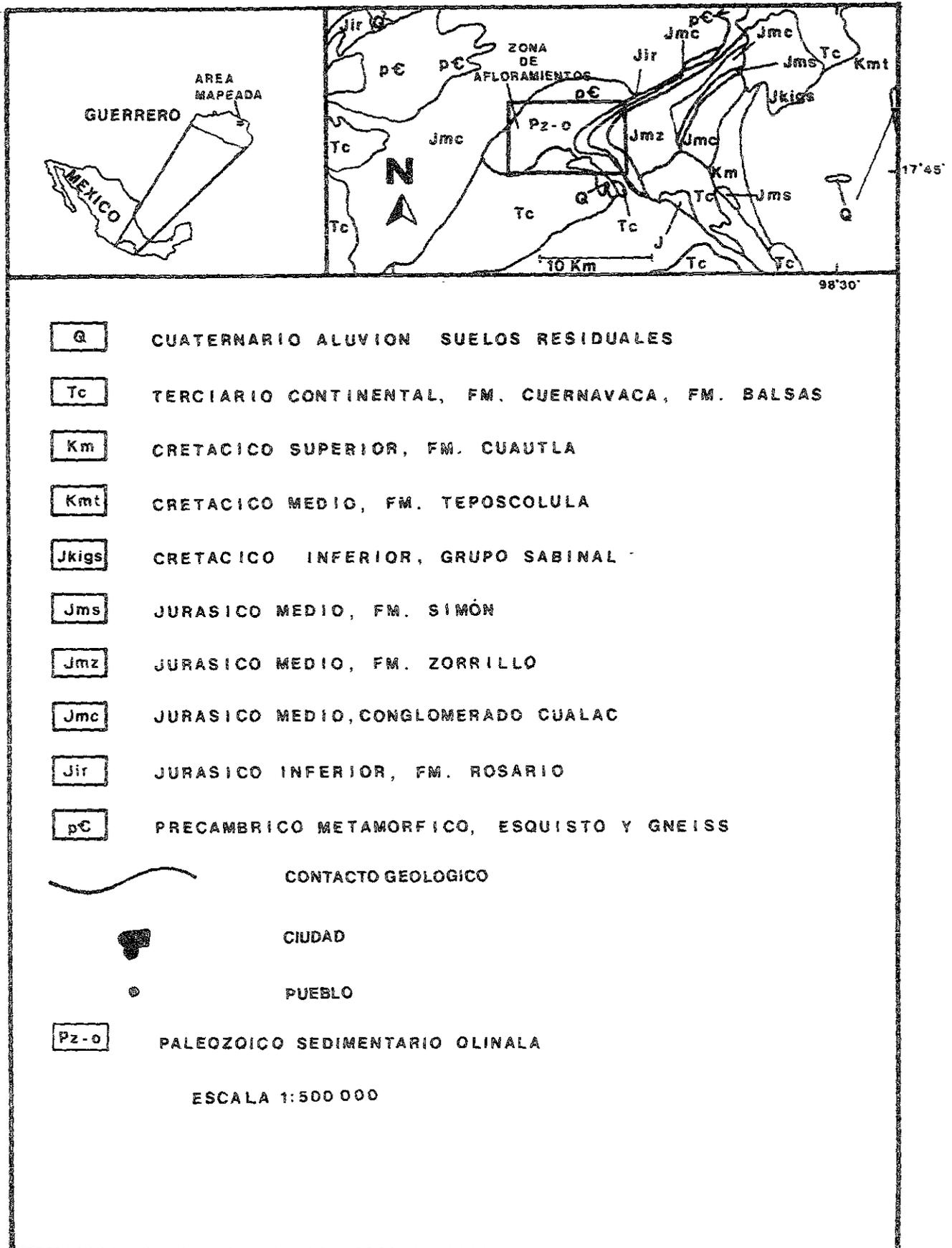


FIGURA 1: Localización y Geología de la Formación Olinalá

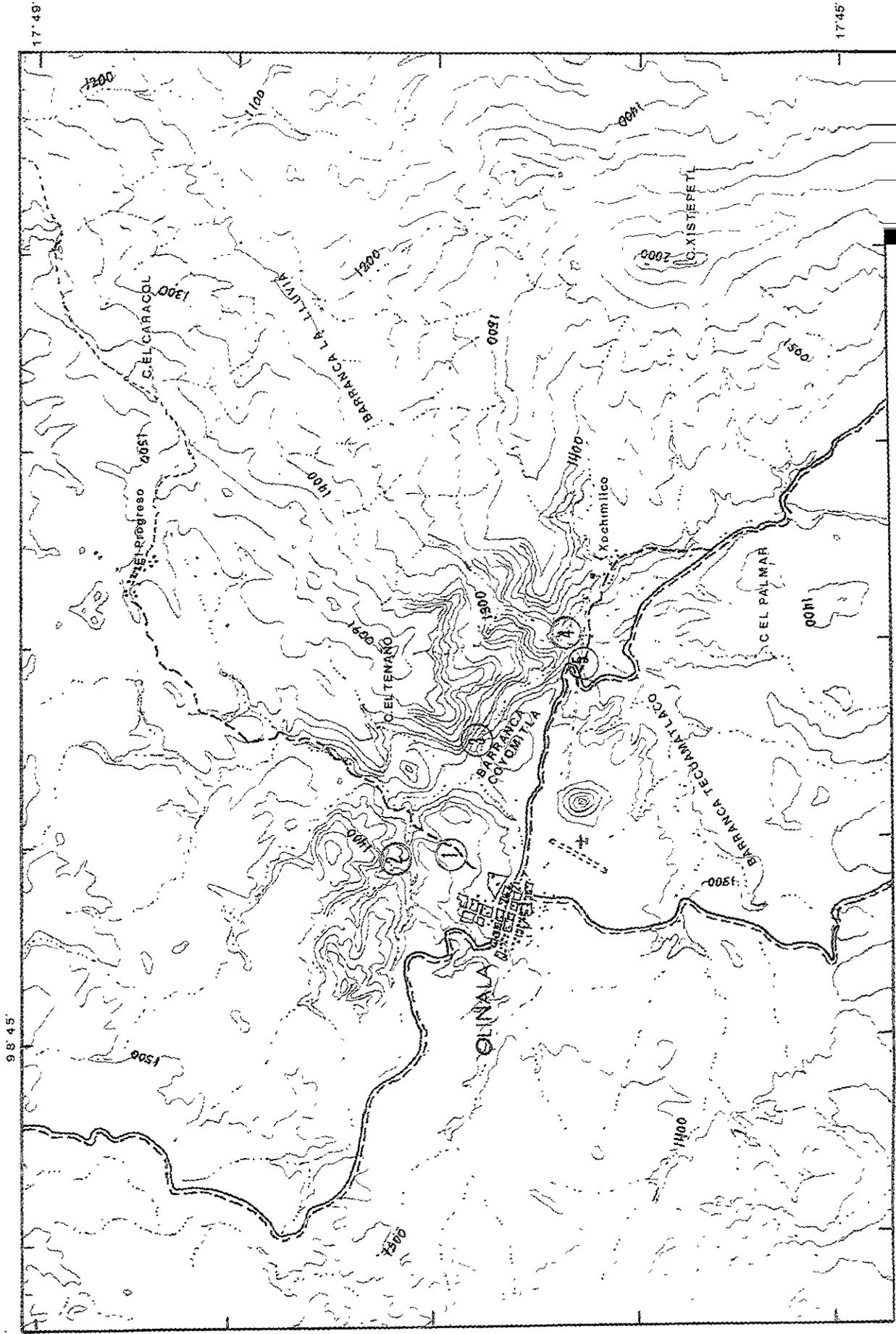


FIGURA 2: Aforamientos y Topografía de la Formación Olinálá/Los Arcos

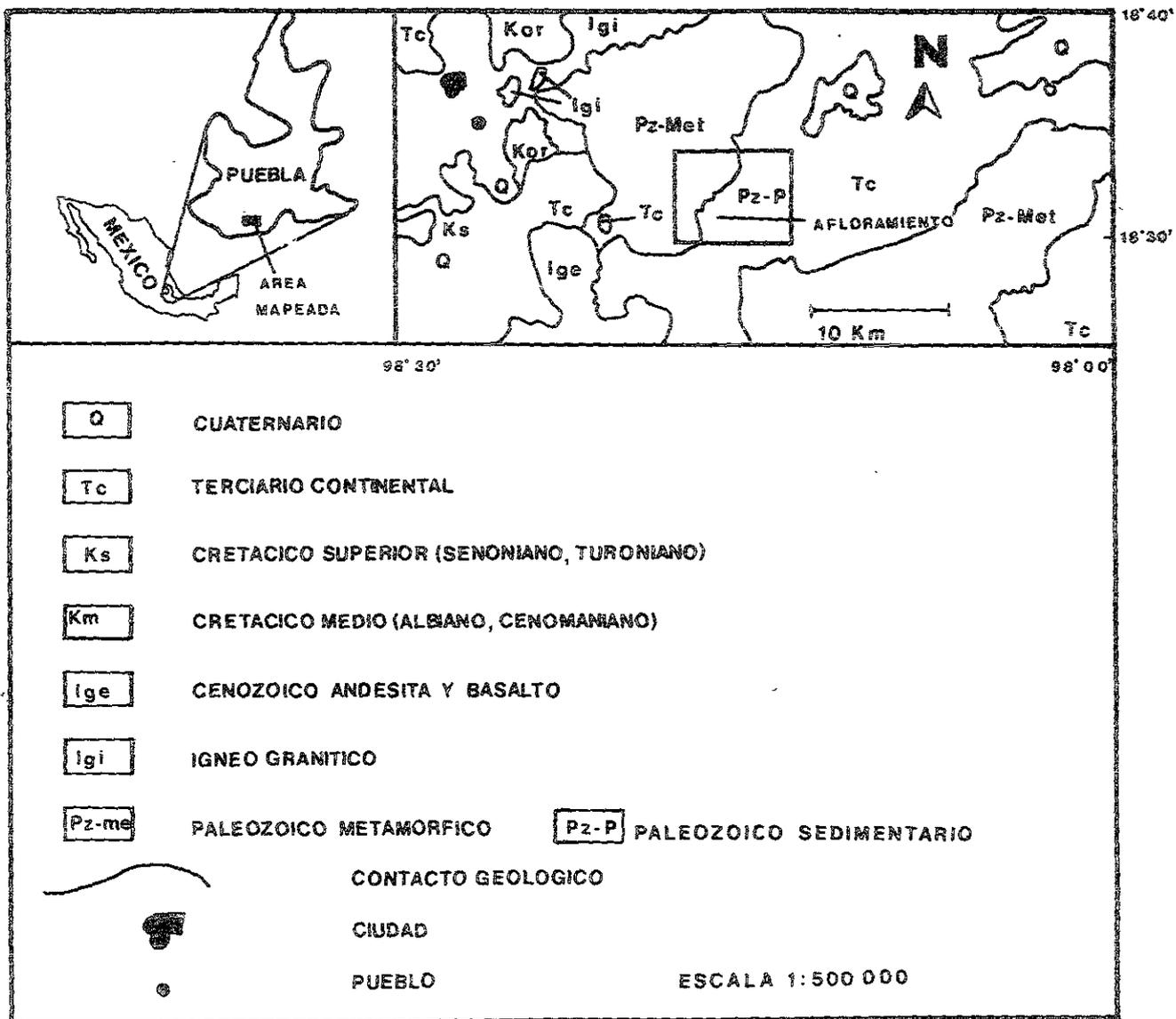


FIGURA 3: Localización y Geología de la Formación Patlanoaya

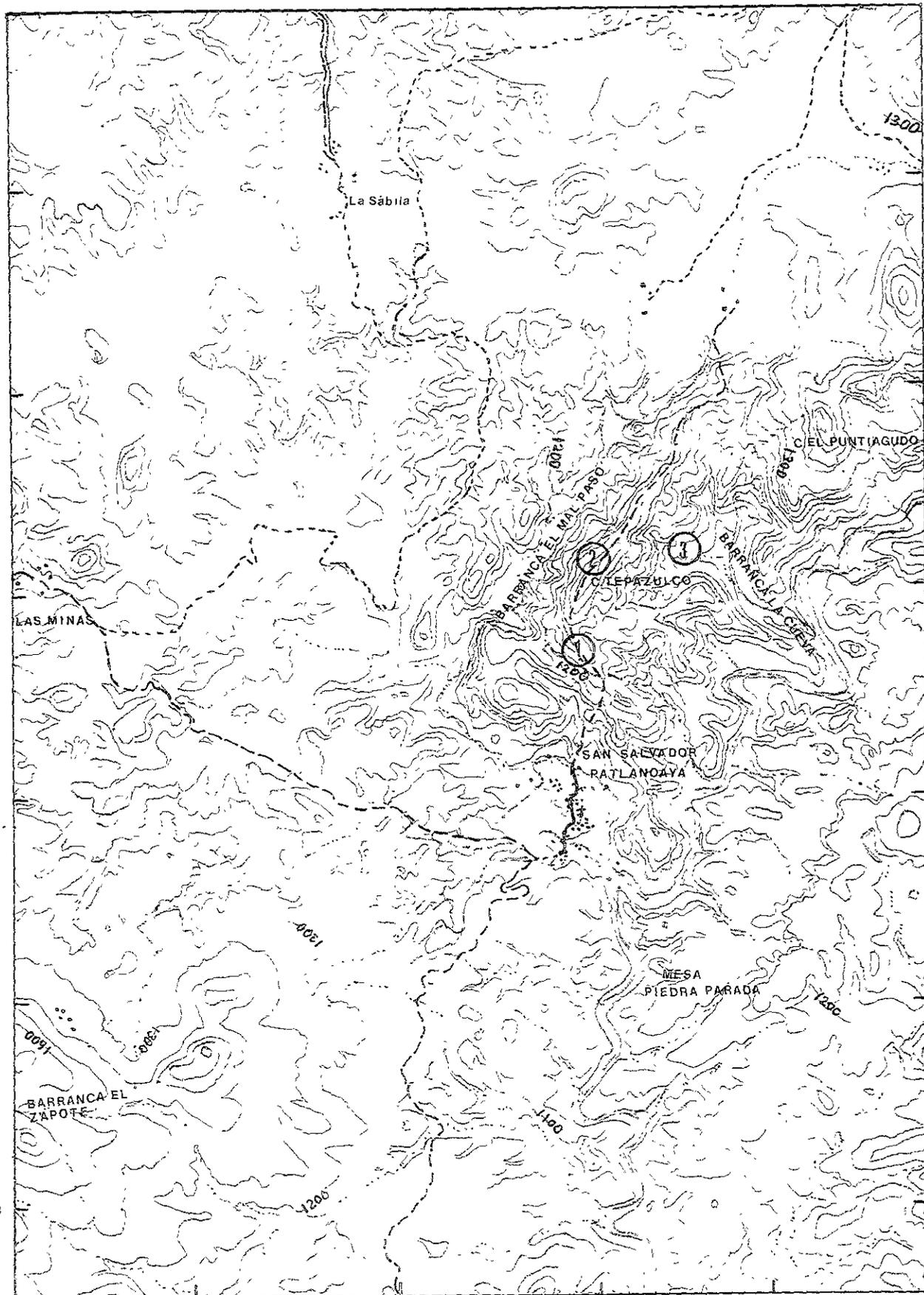


FIGURA 4: Afloramientos y Topografía de la Formación Patlanoaya

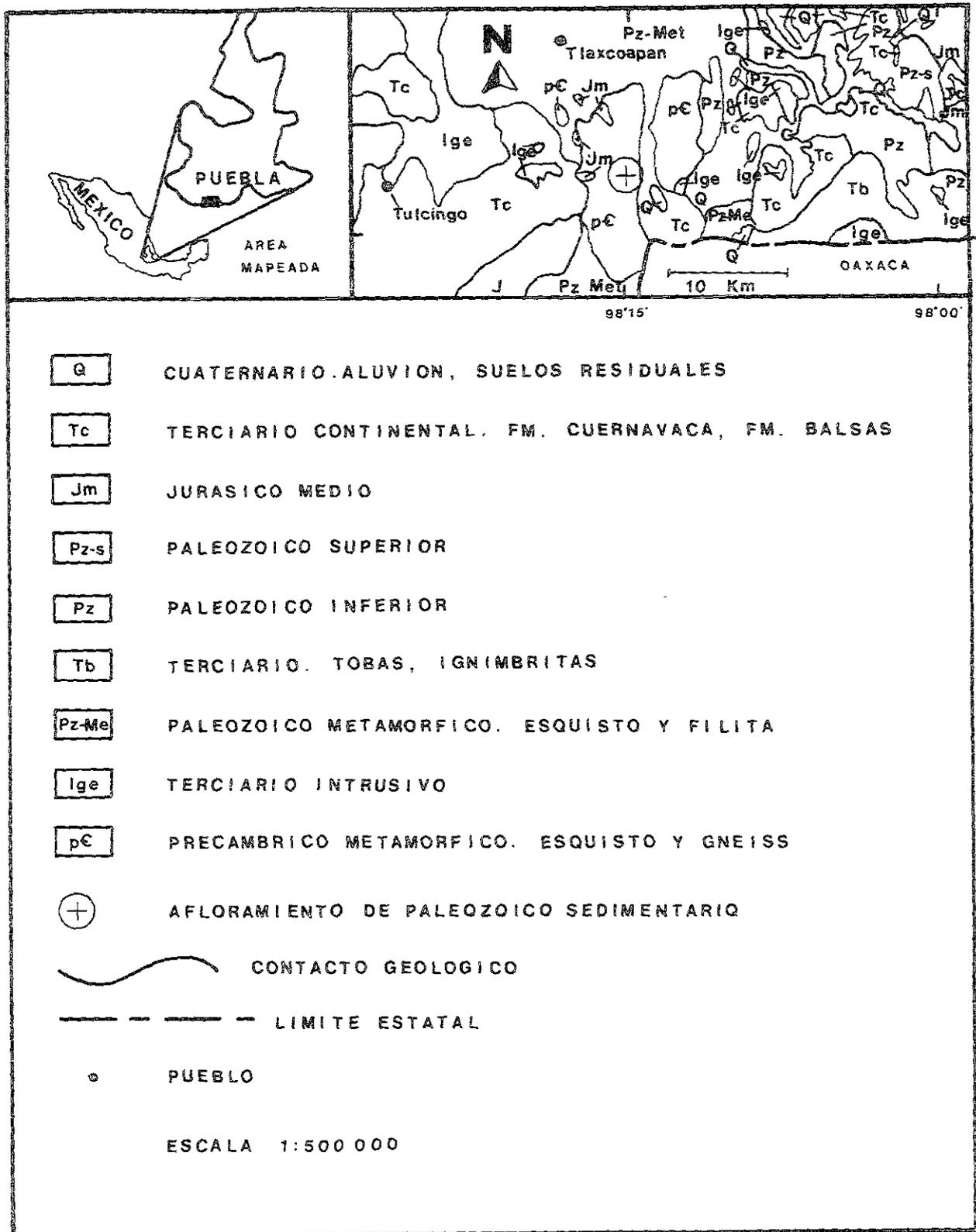


FIGURA 5: Localización y Geología de la formación Cuxtepeque

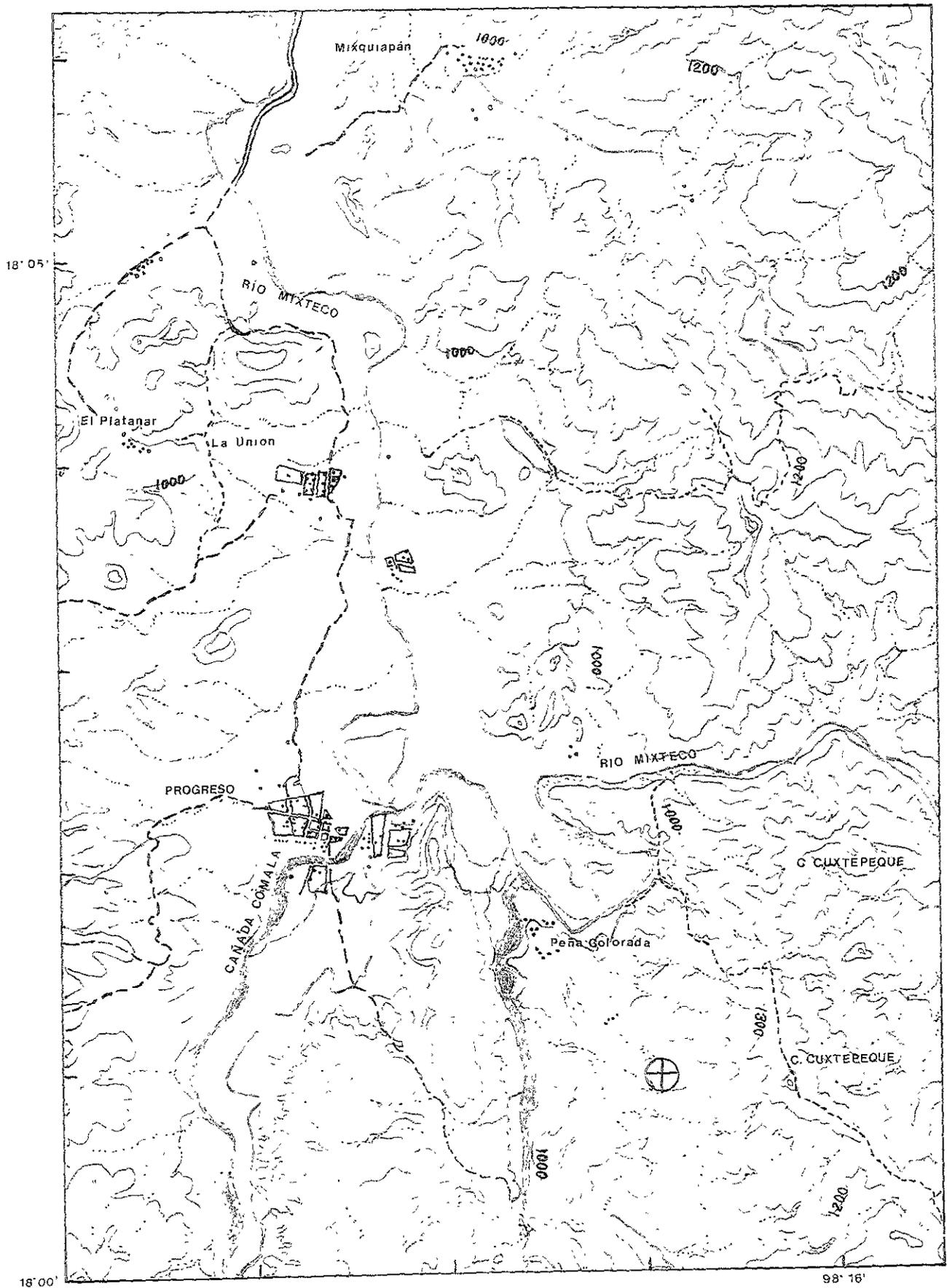


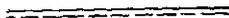
FIGURA 6: Afloramientos y Geología de la Formación Cuxtepeque

SIGNOS CONVENCIONALES

VÍAS TERRESTRES:



CARRETERA PAVIMENTADA



TERRACERIA



SECOYA



CAJON

AEROPUERTOS:

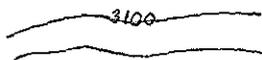


AEROPUERTO



PISTA DE TIERRA

REPRESENTACIÓN DE RELIEVO:



CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS

CURVA DE NIVEL ORDINARIA

RASGOS HIDROGRÁFICOS

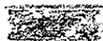


CORRIENTE PERENNE

CORRIENTE INTERMITENTE

CORRIENTE QUE DESAPARECE

ÁREAS DESOLZADAS:



AGRICULTURA



LACUNA PERDIDA



LLANURA



ESCALA GRÁFICA

ESCALA 1:50 000

DESCRIPCIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS Y MARCO ESTRATIGRÁFICO

Formación Olinalá:

Esta unidad se encuentra en el corazón de la región fisiográfica conocida como "La Montaña de Guerrero", sin embargo forma parte del terreno tectónico Mixteco (Sedlock, *et al.*, 1993). El acceso a Olinalá desde la Ciudad de México se realizó por medio de la carretera Chilpancingo-Huamuxtitlán que se encontró recién pavimentada.

Las rocas paleozoicas de la formación fueron descritas por Flores de Dios y Buitrón (1982) como la Formación Olinalá y por Corona-Esquivel (1981), (1983) como la Formación Los Arcos por lo que en este trabajo será referida como La Formación Olinalá/Los Arcos. Sus afloramientos se encuentran en general al este del poblado de Olinalá, se aprecian en el flanco occidental del sinclinal de Olinalá-Huamuxtitlán en su terminación periclinal sobre las cañadas de "La Carbonera" y de "Las Flores" (Fig. 1 y 2). La unidad más cercana (círculos 1 y 2 en la Fig. 2) se recorrió desde el basamento Acatlán, es decir hacia arriba en el tiempo y hacia el pueblo de Olinalá. Se aprecia una discordancia o contacto con corrimiento entre el Complejo Acatlán y la Formación Olinalá/Los Arcos (Fotografía 8, Cuadro 2), dado que la Fm. "Los Arcos/Olinalá" es perteneciente al Paleozoico Tardío, donde también es notable un hiato de Paleozoico Medio, pues la infrayacente Formación Acatlán es perteneciente al Cámbrico-Ordovícico (Fries y Rincón-Orta, 1965; Ortega, 1978).

La secuencia de la formación estratigráfica es considerada como el resultado de una serie de regresiones y transgresiones marinas (Flores de Dios y Buitrón, 1982) y además, según las observaciones de la presente investigación, éstas son de origen mixto, es decir originadas en cambios tanto tectónicos como eustáticos del nivel del mar, donde se ven sedimentos de playa así como de delta. Los afloramientos de "La Carbonera" y de "Las Flores", representan facies arrecifales equivalentes en edad al resto de la secuencia (círculos 3, 4 y 5 de la Fig. 2) (Fotografía 8, 15 y 16).

Formación Patlanoaya:

La Formación Patlanoaya se ubica en la parte sur oriental del Estado de Puebla en las cercanías de la población de San Salvador Patlanoaya, en la región de la Mixteca Poblana, bajo la jurisdicción del municipio de San Andrés Huehuetlán (cf. Fig. 3).

El acceso desde la Ciudad de México, se efectuó por la autopista México-Cuernavaca, se tomó la desviación a Cuautla y de ahí hacia Izúcar de Matamoros. A partir de ahí, se avanza unos dos kilómetros hacia el poblado de San Juan Raboso, donde existe otra desviación después del primer puente, sobre la carretera que conduce hacia Oaxaca; la desviación inicia un camino de terracería de 25 km que conduce a la aldea de San Salvador Patlanoaya.

Esta formación, al sur de Izúcar de Matamoros, fué descrita por Vázquez (1986) a partir de una exploración de PEMEX, y descartada por el momento de los intereses de la misma empresa, pero conserva su importancia estratigráfica y paleoecológica. Se considera junto con la

Formación Olinalá/Los Arcos, como una de las secuencias paleozoicas más completas en cuanto a espesor y representatividad de eventos recurrentes de transgresión y regresión marinas. Este afloramiento también está situado en una región topográficamente compleja (cf. Fig. 4).

Como marco estratigráfico se observa que la unidad cronoestratigráfica I pertenece completa al Misisípico Inferior y tal vez su base al Devónico; la unidad II pertenece al Misisípico Superior y Pensilvánico Medio; la base de la unidad III corresponde al Pensilvánico Superior y al Pérmico (Wolfcampiano); y la cima de la unidad III y toda la Unidad IV pertenecen al Leonardiano (Figs. 9 y 14).

Formación Cuxtepeque:

El acceso a este sitio se hizo posible por la carretera No. 190 que va a la ciudad de Oaxaca desde Izúcar de Matamoros, tomando la desviación Tehuizingo - Chinantla hasta El Progreso, donde existe una desviación hacia el pueblo de Peña Colorada (Fotografía 23, pag. 138), ya cerca de los límites con los Estados de Oaxaca y Guerrero, desde esta última población se recorre la distancia a pie hacia el este (cf. Fig. 5).

Este afloramiento es de difícil aproximación ya que se encuentra al final de una pendiente que lo deja retirado de cualquier camino (cf. Fig. 6), en el se encuentra una capa de caliza con fusulinidos de edad Pérmica; esta capa tiene un grosor de unos 70 centímetros, fue descrita por Enciso-De la Vega (1988); contiene ejemplares de crinoides mal conservados. Este afloramiento es un mero vestigio en medio de estructuras carbonatadas Mesozoicas y evaporitas de edad Terciaria llamada técnicamente "clipa" (Arellano *com. pers.* 1996; Padilla y Sánchez, 1996).

TECTONISMO

La región Mixteca es uno de los terrenos tectónicos acrecionados al sur de México durante el Paleozoico Superior-Mesozoico Inferior, junto con otros terrenos tectónicos como el Oaxaca (de origen Precámbrico), el Xolapa, la Plataforma Guerrero-Morelos y el Terreno Juárez (Coney, 1983) (Figura 7). Este conjunto de terrenos se consolidó en su configuración actual durante el Mesozoico Superior en un proceso y secuencia aún no muy claros (Vachard *et al.*, 1997) pero sobre el cual hay interesantes modelos propuestos.

Modelo de Coney:

El modelo de acreción tectónica propuesto por Coney *et al.* (1983) tiene muchos fragmentos especulativos, como todos los que hay, pero en lo general funciona y parece factible, aunque sus autores reconocen que hay varias alternativas posibles que se irán integrando conforme se adquiera más y mejor información, sin embargo se eligió como marco para exponer la compleja conformación geológica de la zona de estudio.

Según Coney (1983) al final del Paleozoico ocurrió una colisión múltiple entre Norte América, África y Sud América, generando un cinturón de deformación del que resultó la llamada Orogenia

Apalachiana-Ouachita-Marathon. Se sabe que por entonces no existían el Mar Caribe ni el Golfo de México.

El anterior evento también produjo la acreción de terrenos de aspecto "Flysch" (depósitos de mar profundo con volcanos sedimentarios deslizados); sobre tal litología hubo un amplio metamorfismo de bajo grado que se observa actualmente en los terrenos del este de México (Terrenos tectónicos Coahuila-Maya) encima de los cuales se encuentran ahora terrenos Mesozoicos. Cuando se separaron las masas de la actual Sud América, África y Norte América, a principios del Cretácico, se produjo el llamado Cizallamiento de Mojave/Sonora (Mega-Shear en publicaciones anglosajonas) como una falla transformante en dirección izquierda (la porción deslizante del sur-oeste se movía hacia la izquierda), mientras tanto un brazo residual del mar de Tethys depositó las evaporitas salinas del este de México bajo las cuales se almacenan actualmente muchos de los hidrocarburos fósiles en explotación. Simultáneamente, en el Océano "Pacífico" de entonces se formaron arcos magmáticos que se acrecionaron contra el margen occidental del continente, entonces formado por los recién acrecionados terrenos Xolapa, Oaxaca y Plataforma Guerrero-Morelos (Conney, 1983).

La conocida Formación Huayacocotla se interpreta en este modelo como sedimentos de una invasión marina somera proveniente del Pacífico al inicio del Jurásico. Asimismo, en este período se abrió el Golfo de México y los arcos submarinos de Norte América terminaron de acrecionarse. Se desplazó la península de Yucatán hacia su posición actual formándose el Golfo de México y terminó el movimiento de la Mega Cizalla Mojave/Sonora (Coney, 1983; Sedlock, 1993; Ortega, 1978; 1981).

Aún anterior a toda esta secuencia de acontecimientos paleozoicos y mesozoicos, se interpretan terrenos subyacentes a todo el norte y este de México, como pertenecientes a un fragmento de un antiguo supercontinente de edad Grenvilliana (unos 1 000 a 1 500 Millones de Años) que hace algunos años aún se interpretaban como parte de la placa Norteamericana. Actualmente se le denomina en conjunto como el microcontinente "Oaxaquía", lo que viene a incluir buena parte del territorio mexicano como integrante del primer supercontinente de origen tectónico documentado, bautizado como Rodinia (Ortega, 1978; 1981; 1998).

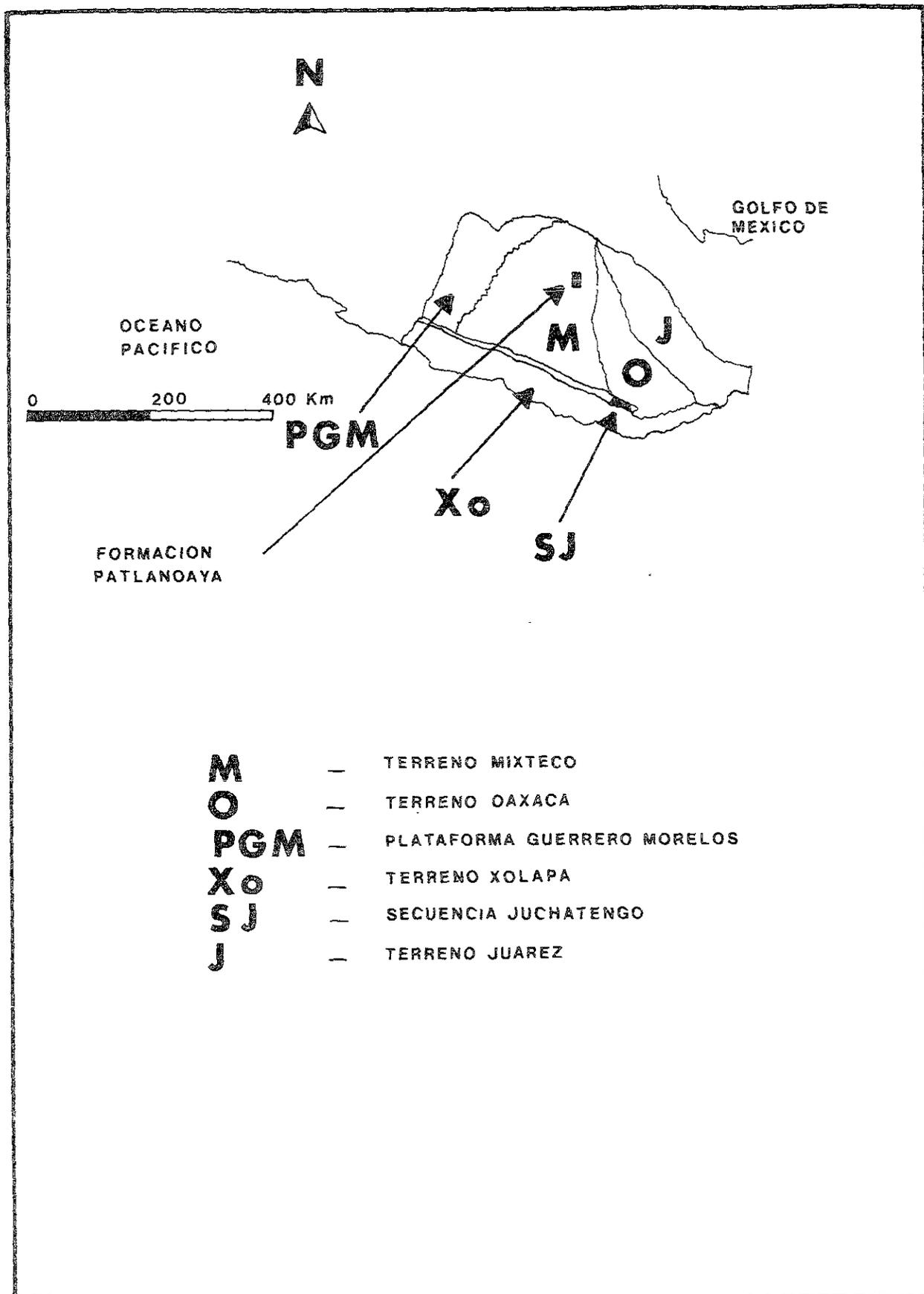


FIGURA 7: Relación y Fronteras de los Terrenos Tectónicos del Sur de México
(Modificada de Vachard *et al.*, 1997)

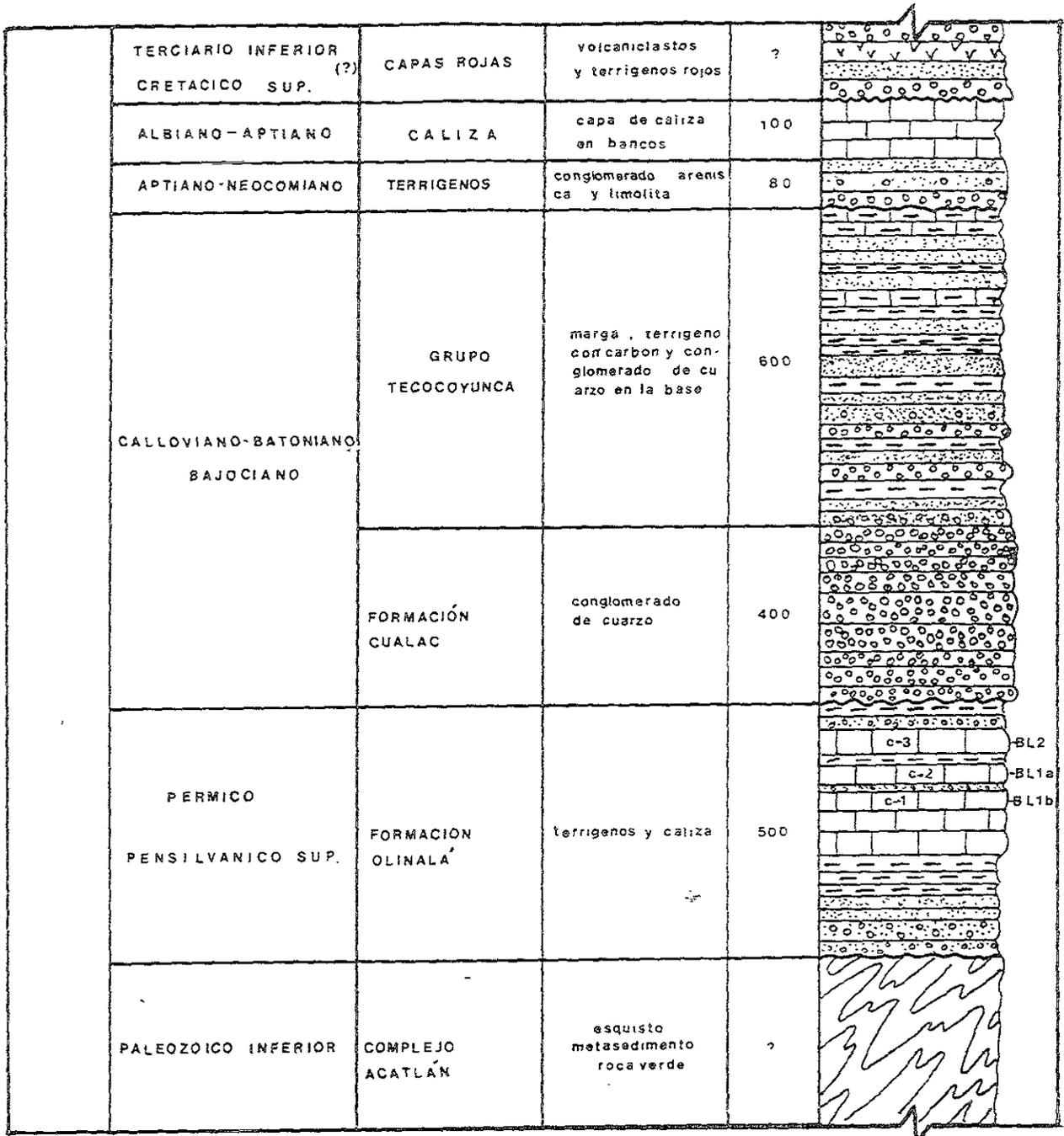


FIGURA 8: Columna geológica de la región de Olinalá, Guerrero. Modificada a partir de Flores y Buitrón (1982). Los números indican el espesor de las unidades estratigráficas en metros. A la izquierda de la Formación Olinalá se indican los niveles donde se obtuvieron colectas sobre braquiópodos y observaciones sobre la estructura de sus comunidades (Ver también FIGURA 16).

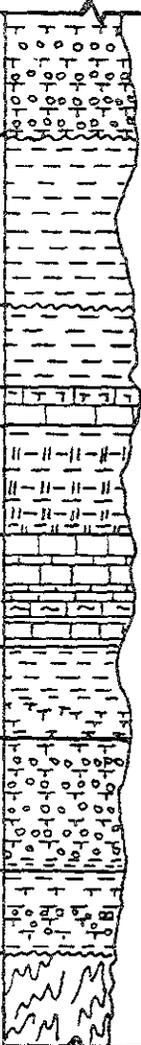
	JURASICO BAJOCIANO- BATONIANO	FORMACION TECOMAZUCHIL	conglomerado y arenisca mal clasificados	226	
U IV	PERMICO	FORMACION PATLANOAYA	alternancia de lutita y limolita oscura, areniscas gris-verdosas con nodulos y pirita	35	
			alternancia de limolita y lutita rojiza	116	
U III	CARBONIFERO SUPERIOR	PATLANOAYA	calcarenita bioclas- tica clasificada	35	
			arenisca tobacea, conglomerado fino, lutita bien cla- sificadas	107	
U II			alternancia de cal- calcarenita, mar- ga, lutita, arenis- ca y conglomerado de grano fino	187	
			alternancia de aren- isca grano fino, limo- lita, margá, lutita verde-gris y estrati- ficación graduada	143	
U I	CARBONIFERO INFERIOR		arenisca conglome- ratica y limolita con fragmentos de cuarzo, esquistos y roca intrusiva	221	
			arenisca conglome- ratica y lutita toba- cea con metamorfis- mo incipiente	141	
	SILURICO ?	COMPLEJO ACATLÁN	filita y esquisto	?	

FIGURA 9: Columna geologica de la Formación Patlanoaya, Puebla, así como su basamento y sedimentos sobreyacentes. Modificada a partir de Vázquez (1986). Los números indican el espesor de las unidades estratigráficas en metros. Las letras "U" seguidas por números romanos indican las unidades básicas en las que se ha dividido para interpretación estratigráfica a la Formación (Ver también la FIGURA 14)

MÉTODO

INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se inició en el Centro de Información Científica y Humanística (CICH) sobre invertebrados del Paleozoico Tardío. Posteriormente, este sistema se suspendió indefinidamente con el argumento de que habrá de ser integrado a los servicios de la Biblioteca Central de la UNAM. Por lo tanto, se consultó la base de datos **Geo Ref**, la cual está contenida y organizada en archivos digitales de disco compacto, la edita el American Geological Institute (Copyright, 1995) por lo que es una fuente especializada muy reciente y actualizada que abarca desde el año de 1785 hasta 1996 e incluye libros, revistas y otras publicaciones como memorias de congresos. En la base anterior fueron encontradas numerosas citas de utilidad (Cuadro 2); sin embargo, una en particular, (Webster, 1973), es una compilación muy útil sobre referencias de descripciones taxonómicas de crinoides, a partir de la cual se inicio una búsqueda independiente para adquirir publicaciones. Otro tanto se hizo a partir de Moore y Teichert (1968a) y de Bassler y Moodey (1943).

Por medio de “**Internet**” se encontraron citas de artículos y libros, publicados y en prensa entre 1996 y 1997, mediante el sistema “**SearchBank**”, con la dirección electrónica <http://www.searchbank/webdemo>. Esta base es editada por Information Acces Company la cual pertenece a la Thompson Corporation Company, que estuvo temporalmente de promoción a prueba por 60 días para la RED UNAM. Aquí se consultaron las páginas: **Expanded Academic ASAP, Books in Print, ISI Current Contents, Super TOM, Gen/Reference CTR (Magazine INDEX) y GEN/Reference Ctr Gold (Gpip)**.

TRABAJO DE CAMPO

Se realizó un muestreo sistemático de fósiles por afloramiento, formación y estrato, con la asesoría del Ing. Geól. Antonio Flores, el Ing. Geól. Javier Arellano Gil y la Dra. Blanca Estela Buitrón Sánchez, durante 30 días totales de campo, de los cuales 13 fueron días efectivos de trabajo de búsqueda.

Se trabajó en cada localidad, ubicando inicialmente los afloramientos con la ayuda de las fotografías aéreas y mapas topográficos de **INEGI**. Se realizó la verificación de las coordenadas en el terreno con un sistema posicionador geográfico electrónico (**GPS**); con el mismo instrumento se obtuvo la altitud de los afloramientos. Se realizaron las secciones estratigráficas con cinta métrica y con una Brújula Brunton, usando el método de la distancia angular. Para cada miembro estratigráfico se obtuvieron los datos estructurales básicos de rumbo y echado con la misma Brújula, así como la inclinación de los afloramientos. Los fósiles se coleccionaron a mano directamente en algunos casos y, en otros, usando cinceles y martillos de varios pesos y grosores. El material extraído de los afloramientos se revisó con un lente de aumento de bolsillo para elegir el mejor material.

Tanto en los estratos de la Fm. Patlanoaya como en los de la Fm. Los Arcos/Olinalá se buscaron puntos estratigráficos de referencia para la reconstrucción de la secuencia paleoambiental, con base en el criterio de la estratigrafía de secuencias, buscando el nivel de máxima inundación del mar antiguo y evidencias de la cuenca más profunda que haya existido en el sitio: esta evidencia se encontró en forma de radiolaritas (Fotografía 12, Apéndice 2). Simultáneamente, se obtuvieron datos sobre los fósiles de invertebrados que se pueden encontrar en cada estrato.

MUESTREO

Braquiópodos:

El estudio sistemático y el avance de la clasificación de este grupo, tienen que ver con la fineza de las observaciones, en particular de la región cardinal de las valvas y también de la micro-estructura de la testa (Bugé, 1952) (Figura 10). Fueron levantados ejemplares libres de la roca matriz, aunque los de Olinalá son más abundantes y mejor conservados que los de Patlanoaya. Se toman los mismos cuidados que con los crinoides.

Crinoides:

Fue posible obtener fragmentos que ya estaban liberados por intemperismo, los que se empacaron con papel sanitario para evitar destrucción de detalles estructurales finos; aunque hay muy pocos de ellos. Estos son más fáciles de trabajar que aquellos encontrados en la roca matriz; no obstante, el material con que se cuenta para este trabajo es de ambas naturalezas.

En los fragmentos columnares las características de las facetas articulares son esenciales para su clasificación, ello incluye la naturaleza de las crémulas, de la areola (cuando se presenta), la forma y tamaño relativo del lumen y la presencia de perilumen (Figura 11).

LIMPIEZA DE MATERIAL

El Material reunido una vez que ha sido agrupado por Taxones superiores y etiquetado, se limpia con agua y jabón, así como con un cepillo dental que permite quitar sedimentos para poder algunos detalles de las superficies articulares de los crinoides y detalles del umbo de los observar braquiópodos.

FOTOGRAFÍA

La fotografía de los ejemplares es necesaria para hacer cómodamente las determinaciones. Se empleó para ello un **Microscopio estereoscópico SMZ-2T-D con un Sistema fotográfico Microflex HFX35** acoplado, el cual dió resultados de excelente calidad gracias a la buena iluminación que se obtuvo con lámparas de fibra óptica, utilizando película de blanco y negro de buen contraste.

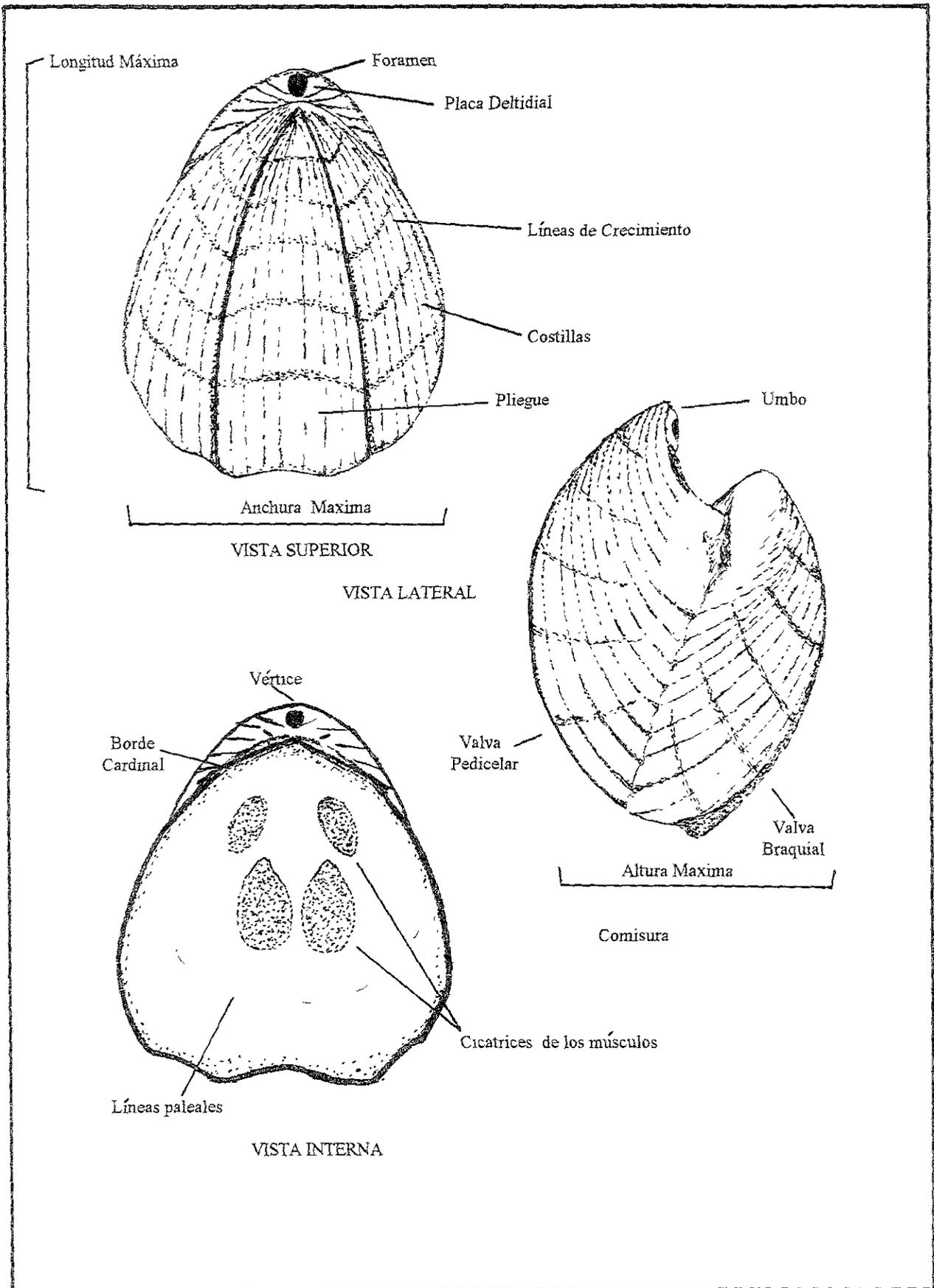


FIGURA 10: Morfometría Básica de Braquiópodos (Dibujo de Esquivel, 2000)

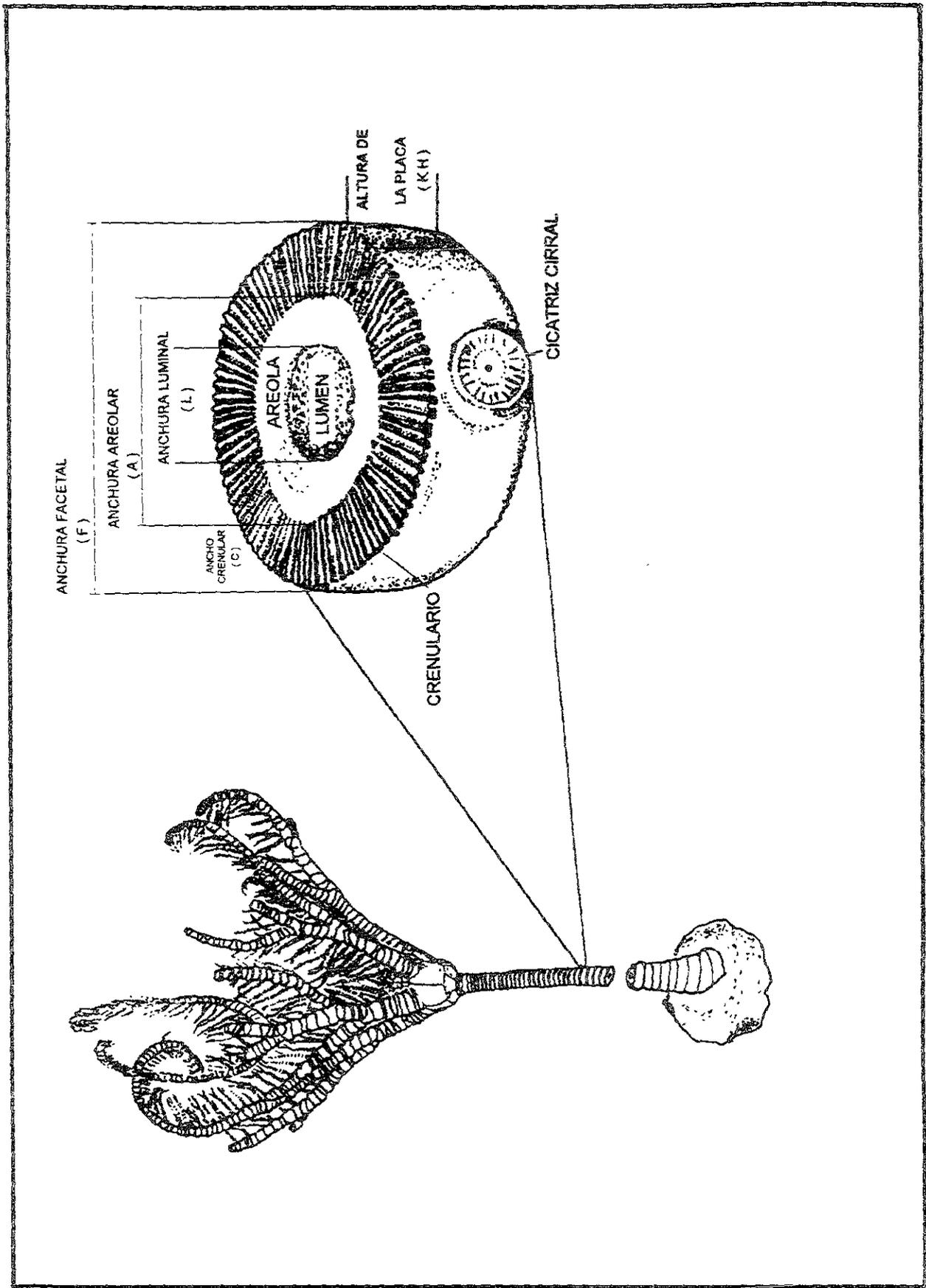


FIGURA 11 Morfometría Básica de Crinoídes (Modificada de Moore y Jeffords, 1968 y Esquivel, 1996)

MODELO DE CINTURONES DE FACIES ESTANDAR

SECCION DIAGRAMATICA

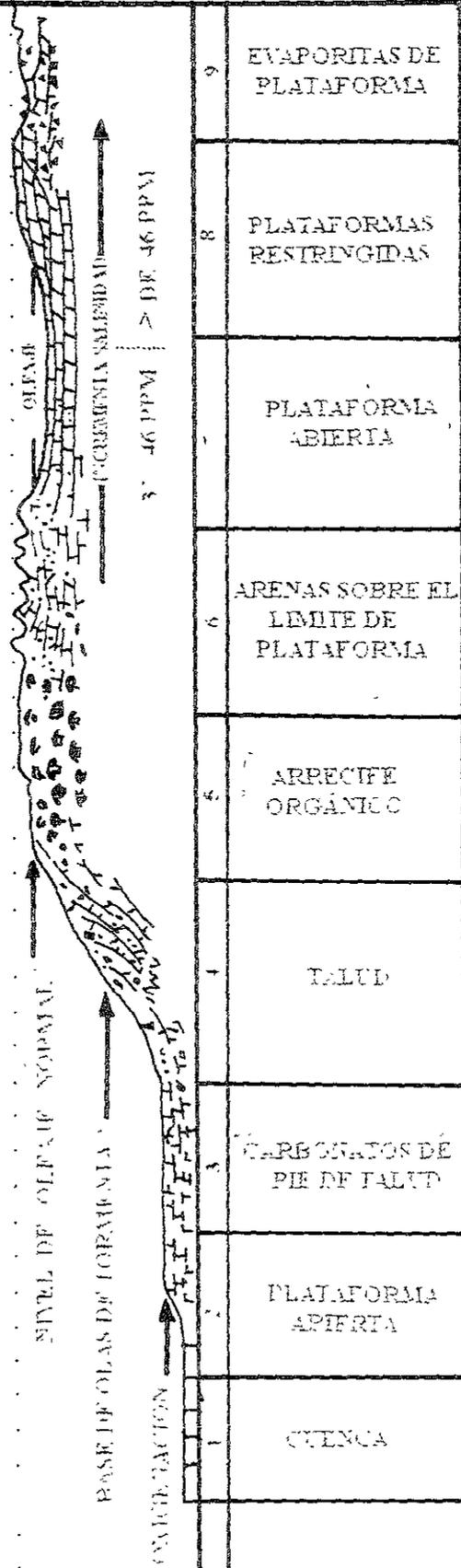


FIGURA 12: Modelo de Cinturón de Facies Estándar de Wilson, Ubicación de los Ambientes Sedimentarios de las Formaciones bajo Estudio.

MÉTODOS DE INTERPRETACIÓN PALEOAMBIENTAL

La interpretación de los paleoambientes se realizó mediante el modelo de facies estándar de Wilson (1975) para plataformas carbonatadas (Figura 12). Dicho modelo asume la equivalencia sedimentaria de las plataformas carbonatadas actuales, permite interpretar el ambiente respecto a la distancia de la costa y a la profundidad pero, sobre todo, con respecto a las características texturales como al diámetro del grano, la proporción de diferentes tipos de granos y de clastos, la matriz cementante de las rocas carbonatadas y su contenido de fósiles y de estructuras primarias; todo ello permite caracterizar un ambiente dado a partir de rocas y fósiles. Con tal interpretación en mente se elabora con más detalle la secuencia de acontecimientos sedimentarios en forma de una columna estratigráfica.

ANÁLISIS DE DATOS

Dado que uno de los propósitos particulares de este trabajo es contribuir a la correlación estratigráfica de las localidades fosilíferas en estudio, se han considerado diversas maneras de hacerlo cuantitativamente. Por supuesto una correlación estratigráfica en el sentido estrictamente geológico es un trabajo con herramientas y objetivos propios de la geología, pero si se cuenta con elementos bioestratigráficos se enriquece notablemente y es en este campo donde se cuenta con diversas opciones en cuanto a métodos de análisis. Así, se puede decir que hay dos grupos grandes de métodos:

- 1) Los métodos paleoecológicos, que utilizan la comparación del ambiente y/o de la composición de comunidades y estructura de poblaciones, y
- 2) Métodos de análisis de la secuencia de acontecimientos taxonómicos, lo cual está más relacionado con la bioestratigrafía clásica.

En los métodos de tipo 1) se analizan y comparan la composición de la comunidad y de las poblaciones entre los afloramientos así como la secuencia de ambientes reflejada en las características texturales de la roca para decidir si representan el mismo medio o secuencia de medios. Aquí se hace uso de la reconstrucción paleoambiental asistida por la geología de plataformas carbonatadas (bajo el modelo de facies estándar) y tomando en cuenta las secuencias siliciclásticas. Dentro de este tipo de análisis se emplearon los Índices de Sørensen (Esquivel-Macias, 1996), para compararlos con los resultados de los Índices de similitud de la composición de comunidades bentónicas de Simpson. También se utilizan para el análisis comparativo de la composición de las comunidades de braquiópodos de Olinalá, los Índices de Shanon y de Simpson.

Índice de Similitud de Sørensen:

Se empleó según Vegas-Vélez (1971) para comparar comunidades bentónicas vivas. No obstante, se considera aplicable a comunidades fósiles bentónicas, dado que son las más completas y menos alteradas del registro fósil. En el trabajo de Esquivel-Macias (1996) se empleó este índice y sus resultados son contrastados aquí contra los obtenidos por medio de otros métodos durante esta

investigación. Este índice funciona comparando dos comunidades o más, entre sí, para establecer una similitud en cuanto a número de Taxones presentes. Conviene aclarar que al utilizarlo para comparar número de especies semejantes se pueden hacer conclusiones de tipo ecológico, pues se estaría considerando la composición de la comunidad lo cual tiene implicaciones ecológicas evidentes. No ocurre así con otros niveles taxonómicos, pues dentro de los niveles superiores a especie se incluyen entidades con similitud evolutiva pero no necesariamente de papel ambiental. Lo que el Índice de Sørensen hace sencillamente es cuantificar el número de elementos comunes entre dos conjuntos por medio de la ecuación:

$$S = 2 C/A + B$$

Donde: C = Número de especies comunes entre las dos localidades que se van a comparar. A = Número de especies de la localidad A, B = Número de especies de la localidad B.

Índice de Similitud de Simpson:

Este índice se aplica con resultados especialmente significativos cuando en una de las dos localidades a comparar se presenta un mayor número de Taxones que en la otra, donde la fauna más escasa representa normalmente una conservación menos completa de la comunidad. La ecuación del índice es:

$$S = (\text{No. de Taxones comunes} / \text{No. de Taxones en la fauna menor}) 100$$

Con esta fórmula que se obtiene un porcentaje de taxones comunes como indicador de similitud. La diferencia con el procedimiento de Sørensen radica en que con su índice se suman los taxones de ambas localidades para que sean divididos entre el doble de los taxones comunes, lo que también da una expresión objetiva de similitud de la comunidad.

En los métodos del grupo 2) se encuentran opciones aún menos utilizadas que las anteriores y se les puede denominar en conjunto "Bioestratigrafía Cuantitativa", la que aún ha sido poco aplicada tanto en el mundo, debido en mucho, a la formación básicamente taxonómica de los bioestratígrafos (Brower y Bouroughs, 1982) como en México, porque la Paleontología aún se hace básicamente a nivel descriptivo-sistemático, dado el poco desarrollo de esta ciencia. En muchos casos son los geólogos los más interesados en los aspectos prácticos de la correlación bioestratigráfica. Obviamente este grupo de profesionales más bien se interesa en las rocas, sin tener amplio conocimiento ni interés en los organismos, por lo que sus criterios suelen ser de menor alcance desde el punto de vista del estudio de los seres vivos del pasado.

Por lo tanto, tomando en cuenta estas circunstancias se propone utilizar un método bioestratigráfico cuantitativo. Dicho método es el de la seriación estratigráfica.

Seriación estratigráfica:

La seriación es una sencilla y poderosa técnica para la bioestratigrafía cuantitativa. Puede sustituir a métodos de tipo estadístico como el de Shaw (Stanley y Raupp, 1978), que es más

complicado, lo mismo que a los métodos de análisis multivariado por medio de análisis de cúmulos, que son buenos para una enorme cantidad de datos a organizar entre muchas localidades. La seriación puede correlacionar numéricamente una enorme cantidad de datos, esto permite que sea utilizada por el estratígrafo que no se halle familiarizado con la bioestadística avanzada. Este procedimiento se elabora a través de una matriz de datos consistente en el registro de presencia-ausencia de “m” Taxones (especies) tomados de “n” muestras (niveles estratigráficos) en “p” secciones estratigráficas (afloramientos).

El procedimiento básico consiste en arreglar los datos en forma de intervalos con los Taxones o especies utilizadas en la columnas y con las muestras en los renglones. Esto se hace al mismo tiempo que se agrupan las presencias a lo largo de la diagonal de la matriz, hasta que el número de ausencias intercaladas sobre la diagonal sea minimizado. En el método de seriación se calcula simultáneamente un cuadro de Taxones y de lugares de muestreo que tienen la composición faunística más similar, quedando en renglones adyacentes de la matriz seriada. Para dar un valor numérico o índice a la validez de la serie obtenida se utiliza un criterio de prueba simple, que mide la concentración de presencias a lo largo de la diagonal.

Criterio de prueba para la seriación:

El criterio de prueba consiste en medir el arreglo óptimo de los datos presencia-ausencia en la matriz, que ocurre cuando se genera una recta virtual corriendo diagonalmente entre los ángulos superior izquierdo e inferior derecho de la matriz.

Para calcular el índice de seriación o semejanza con la recta teórica, se requiere primero tomar en cuenta el intervalo de ocasiones en que aparece un taxón determinado en la matriz (N = Número total de presencia del “Jotaésimo” carácter o taxón), es decir responder ¿cuántas veces se presentó el taxón?, lo que genera un índice llamado R_j el cual es indicador del intervalo en renglones o muestras en el cual el taxón está presente; es decir responde ¿de cuál a cuál renglón de la matriz va el taxón?. Posteriormente, debe calcularse el Índice de Ausencias o A_j . Una ausencia o bien un cuadro en blanco sobre la matriz, es cualquier ausencia entre la mayor y la menor presencia en una columna en particular.

Expresado algebraicamente el índice es:

$$1 - \left(\frac{\sum_{j=1}^m A_j}{\sum_{j=1}^m R_j} \right)$$

Donde: A_j = Número de ausencias incluidas en la columna J ; R_j = Intervalo total de presencias en la columna J .

Progresivamente, los valores inferiores de los índices indican frecuencias superiores de ausencias incluidas y seriación menos perfecta. La seriación entonces termina con la configuración gráfica que produce el más alto valor del índice. El índice tiene un valor numérico que puede variar de 1 a 0 y es, propiamente, una expresión de la proporción de ausencias embebidas en todas las columnas sobre el intervalo de presencias en todas ellas. Los valores del índice de prueba obtenidos desde 0.5 a

0.8 se consideran adecuados, ya que el valor máximo es 1 para una seriación perfecta en la cual todas las presencias podrían estar concentradas a lo largo de la diagonal de la matriz.

Las agrupaciones de Taxones y muestras no suelen estar en orden estratigráfico estricto al acomodar de una manera conveniente los renglones. El método sólo evidencia qué nivel se parece con otro, y lo que puede ofrecer es una secuencia evolutiva neta de las comunidades, independiente de oscilaciones ambientales que hacen cambiar la composición de las comunidades sin una dirección fija. Es decir que, si las muestras de las comunidades son representativas el método mostraría comparativamente la tendencia general de los acontecimientos evolutivos en las localidades comparadas, lo que equivale a comparar secuencias de fenómenos estratigráficos.

El programa de computadora original, desarrollado para estos cálculos, ya no es operativo pues se creó para funcionar en computadoras de tercera generación tipo IBM 370, por Brower y Bourroghs (1982) cuyas capacidades de cálculo y de interacción usuario-unidad de proceso están muy superadas en la actualidad por las computadoras personales. Sin embargo, desarrollar un nuevo programa para "PC" requiere más tiempo y especialistas de alto nivel, no disponibles en el proyecto que aquí se desarrolla. Por lo tanto se procedió a experimentar una manera práctica aunque un poco más lenta de hacer estos cálculos, que sin embargo no son complicados, considerando la cantidad de datos de que se dispone en esta investigación. Si se desea aplicar estos cálculos a una gran cantidad de datos estratigráficos, se requerirá la elaboración de dicho programa computarizado. Por ahora, los resultados son muy útiles y enriquecedores tal como se obtienen.

Índices de Diversidad de Simpson y de Shanon .

Se utilizan para comparar el cambio de la estructura de las comunidades en diferentes estratos. Los índices se aplicaron por medio de un programa para computadora personal denominado Índices Ecológicos en lenguaje "Basic", bajo las formulaciones originales de sus autores (Begon *et al.*, 1989).

Tales índices se basan en la riqueza, entendida ésta como el número de especies de la comunidad, situada en el numerador, para dividirla entre un denominador que a su vez es un cociente que toma en cuenta el número de individuos por especie dentro de cada muestra (estrato en este caso). Por lo tanto, el índice da un valor de la diversidad basado en la dominancia relativa de las especies de cada comunidad que se compara. Donde existe menor dominancia o número equivalente de los individuos de cada población se observa la máxima diversidad de la comunidad. El concepto de máxima diversidad es compatible con el de máxima estabilidad, es decir que son equivalentes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS DEL ESTUDIO TAXONÓMICO DE LA BIOTA EN LA FORMACIÓN OLINALÁ

De acuerdo con los objetivos planteados, el primer resultado de este trabajo es la identificación de los taxones enlistados donde figuran nuevos registros para México. Las descripciones taxonómicas en extenso constan en el capítulo de descripciones sistemáticas.

Phylum Brachiopoda Duméril, 1806

Clase Articulata Huxley, 1869

Orden Strophomenida Opik, 1934

Suborden Strophomenidina Opik, 1934

Familia Dictyoclostidae Stehli, 1954

Subfamilia Dictyoclostinae Stehli, 1954

Género *Dictyoclostus* Muir-Wood, 1930

Dictyoclostus depressus Cooper, 1965 (LÁMINA I, APÉNDICE 1)

Suborden Productidina Waagen, 1883

Familia Linoproductidae Stehli, 1954

Subfamilia Linoproductinae Stehli, 1954

Género *Linoproductus* Chao, 1927

Linoproductus sp (LÁMINA I, APÉNDICE 1)

Género *Cancrinella* Fredericks, 1928

Cancrinella rugosa Cloud, 1944 (LÁMINA II, APÉNDICE 2)

Familia Marginiferidae Opik, 1954

Género *Paramarginifera* Fredericks, 1916

?*Paramarginifera* sp. (LÁMINA II, APÉNDICE 1)

Orden Rhynchonellida Khun, 1949

Superfamilia Rhynchonellacea Gray, 1848

Familia Wellerellidae Likharev, 1956

Subfamilia Wellerellinae Likharev, 1956

Grupo Wellerella

Género *Wellerella* Dunbar y Conrad, 1932

Wellerella lemasi minor Cooper, 1965 (LÁMINA III, APÉNDICE 1)

Familia Camarotoechiidae Shuchert y Le Vene, 1929

Subfamilia Camarotoechiinae Shuchert y Le Vene, 1929

Género *Paranorella* Cloud, 1944

Paranorella imperialis, 1944 (LÁMINA III, APÉNDICE 1)

Orden Spiriferida Waagen, 1883
Suborden Spiriferidina Waagen, 1883
Superfamilia Reticulariacea Waagen, 1883
Familia Martinidae Waagen, 1883
Género *Martinia* M'Coy, 1844
Martinia sp (LÁMINA III, APÉNDICE 1)

Orden Terebratulida Waagen, 1883
Suborden Terebratulidina Waagen, 1883
Familia Dielasmatae Shuchert, 1913
Subfamilia Dielasmatinae Shuchert, 1913
Género *Dielasma* King, 1859
Dielasma aff. *spatulatum* Girty, 1908 (LÁMINA IV, APÉNDICE 1)

Phylum Echinodermata De Brugiére, 1791
Clase Crinoidea Miller, 1821
Subclase Incierta Moore y Jeffords, 1968
Orden Incierto Moore y Jeffords, 1968
Grupo Pentameri Moore y Jeffords, 1968
Familia Pentacauliscidae Moore y Jeffords, 1968
Género *Pentaridica* Moore y Jeffords, 1968
Pentaridica pentagonalis Moore y Jeffords 1968 (LÁMINA IV,
APÉNDICE 1)

RESULTADOS DEL ESTUDIO TAXONÓMICO DE LA BIOTA EN LA FORMACIÓN PATLANOAYA:

Phylum Brachiopoda
Clase Articulata
Orden Strophomenida Opik, 1934
Suborden Productidina Waagen, 1883
Superfamilia Productacea Gray, 1840
Familia Dictyoclostidae Stehli, 1954
Subfamilia Dictyoclostinae Stehli, 1954
Género *Dictyoclostus* Muir-Wood, 1930
Dictyoclostus sp. (LÁMINA I, APÉNDICE 1)

Phylum Echinodermata De Brugiére, 1791
Clase Crinoidea Miller, 1821
Subclase Inadunata Moore y Jeffords, 1968

Orden Incierto Moore y Jeffords, 1968

Grupo Cyclici, Moore y Jeffords, 1968

Familia Cyclomischidae Moore y Jeffords, 1968

Género *Mooreanteris* Miller, 1968

Mooreanteris perforatus Moore y Jeffords, 1968 (LÁMINA V,

APÉNDICE 1)

Mooreanteris cf. *M. waylandensis* Miller 1968 (LÁMINA VI,

APÉNDICE 1)

Género *Cyclocaudex* Moore y Jeffords, 1968

C. jucundus Moore y Jeffords, 1968 (LÁMINA VI, APÉNDICE 1)

C. typicus Moore y Jeffords, 1968 (LÁMINA VII, APÉNDICE 1)

Familia Leptocarphiidae Moore y Jeffords, 1968

Género *Preptopremnum* Moore y Jeffords, 1968

Preptopremnum cf. *P. rugosum* Moore y Jeffords? 1968 (LÁMINA VIII,

APÉNDICE 1)

Familia Exaesioidiscidae Moore y Jeffords, 1968

Género *Ampholenium* Moore y Jeffords, 1968

?*Ampholenium* cf. *A. apolegma* Moore y Jeffords, 1968 (LÁMINA VIII,

APÉNDICE 1)

Familia Cyclomischidae Moore y Jeffords, 1968

Género *Stiberostaurus* Moore y Jeffords, 1968

Stiberostaurus aestimatus Moore y Jeffords, 1968 (LÁMINA VIII,

APÉNDICE 1)

Género *Lomalegnum* Moore y Jeffords, 1968

Lomalegnum hormidium Moore y Jeffords, 1968 (LÁMINA IX,

APÉNDICE 1)

Género *Blothronagma* Moore y Jeffords, 1968

Blothronagma cinctutum Moore y Jeffords, 1968 (LÁMINA IX,

APÉNDICE 1)

Familia Floricyclidae Moore y Jeffords, 1968

Género *Floricyclus* Moore y Jeffords, 1968.

Floricyclus cf. *F. angustimarga* Moore y Jeffords, 1968 (LÁMINA X,

APÉNDICE 1)

Familia Fluticharacidae Moore y Jeffords, 1968

Género *Dierocalipter* Moore y Jeffords, 1968

Dierocalipter cf. *D. doter* Moore y Jeffords, 1968 (LÁMINA X,

APÉNDICE 1)

Subclase Articulata Zittel, 1879

Orden Isocrinidae Sieverts-Doreck, 1952

Familia Isocrinidae Gilén, 1924

Género *Isocrinus* Von Meyer, 1836
Isocrinus sp. Von Meyer, 1836 (LÁMINA XI, APÉNDICE 1)

Orden Millericrinidae Sievertes- Doreck, 1952

Suborden Millericrinida Sieverts-Doreck, 1952

Familia Cyclomischidae Moore y Jeffords, 1968

Género *Cyclomischus* Moore y Jeffords, 1968

Cyclomischus cf. *C. alternatus* Moore y Jeffords, 1968 (LÁMINA XI,

APÉNDICE 1)

Género *Rhyzocamax* Moore y Jeffords, 1968

Rhyzocamax cristata Moore y Jeffords, 1968 (LÁMINA XII, APÉNDICE

1)

Género ¿*Cyclocrista*? Moore y Jeffords, 1965

Cyclocrista cf. *C. cheneyi* Moore y Jeffords, 1968 (LÁMINAS XII y XIII,

APÉNDICE 1)

Orden Monobathrida Moore y Laudon, 1943

Suborden Compsocrinina Ubaghs, 1978

Superfamilia Hexacrinitacea Wachsmuth y Springer, 1885

Familia Dichocrinidae Miller, 1889

Género *Pterotocrinus* Lyon y Casseday, 1859

Pterotocrinus cf. *P. bifurcatus* Wachsmuth y Springer, 1897 (LÁMINA

XIII, APÉNDICE 1)

Especie con simetría tetra-radial, en proceso de descripción (LÁMINA XIV, APÉNDICE 2)

ACERCA DE LOS REGISTROS DE BRAQUIÓPODOS Y CRINOIDES Y SUS IMPLICACIONES.

Los trabajos con braquiópodos mexicanos son más abundantes y tienen más antecedentes prácticos que los de crinoides, esto se debe a que son un grupo con gran importancia como fósiles índice para lo cual se les ha utilizado frecuentemente. Al ser parte de las comunidades bentónicas paleozoicas han demeritado la utilización de otros grupos, incluidos los crinoides. Sin embargo en comunidades de facies arrecifales los braquiópodos resultan ecológicamente desplazados por los crinoides y resultan más importantes y dominantes en facies arenosas y en ciertas plataformas clásticas con fuertes corrientes marinas, donde los penachos de los crinoides son una desventaja en comparación con la capacidad filtradora infaunal de los braquiópodos (Buge, 1952; Alexander, 1975; 1977; Peck, 1922; Baumiller, 1994).

Los braquiópodos encontrados son especies comunes en varias localidades mexicanas y del mundo, por lo que dan indicios sobre la situación geográfica de las antiguas unidades tectono-stratigráficas que los contienen. En el presente trabajo no se obtienen nuevos registros de braquiópodos para México ni para el mundo, tampoco son nuevos los registros para la Formación Olinálá/Los Arcos o la Fm. Patlanoaya. Sin embargo, como se discute más adelante, su presencia se utiliza para una mejor correlación y confirma algunos resultados previos del trabajo en estas formaciones.

Como los trabajos sobre crinoides mexicanos son recientes, apenas se han iniciado los descubrimientos, aunque al realizar el muestreo de la presente investigación, se evidenciaron con relativa facilidad nuevos registros de varios taxones para México incluyendo dos nuevas especies de crinoides (Apéndice 1): En opinión del autor aún faltan por describirse. Esta situación avala los comentarios de Breimer y Macurda (1973) quienes sugieren que aún es muy amplio el trabajo por realizar con los crinoides.

Con base en el presente trabajo y el de Esquivel-Macias (1996) se consigue la ampliación a 32 especies de crinoides fósiles descritos para México en cualquier período geológico, respecto al trabajo de Solís y Buitrón (1993) que informa de 15 especies, es decir que si se considera al Mesozoico y al Paleozoico Tardío hay una duplicación del número de taxones. En cuanto a los descritos únicamente para el Paleozoico Tardío los números pasan de 11 especies (Ibid 1993) a 28, pero si se incluye el trabajo de Buitrón *et al.* (1998) se incrementa en dos especies más la lista, con lo que se obtiene un total de 33 especies de crinoides fósiles de las cuales 30 son sólo paleozoicas para México continental (Cuadro 3). Incluyendo todos los trabajos revisados, quedarían sólo por considerar los llamados "crinoides gigantes" del Pérmico de Baja California de (Webster *et al.* 1985; 1993) y los crinoides triásicos (Peck, 1948). Por lo tanto los nuevos registros de este trabajo sólo para el Paleozoico, suman 17 contra los 11 encontrados hasta el trabajo de Solís y Buitrón (1993). Con ello se genera un aumento de 145% en un lapso de 5 años, respecto al total anterior de 11 tomado éste como 100%. Es decir que los 17 nuevos son el 60% de la lista total actual de 28 para el Paleozoico y 52% de la lista total de 32 si se toman en cuenta las descripciones de crinoides para el Mesozoico (4 especies adicionales reportadas por Solís y Buitrón, *op. cit.*).

De acuerdo con el esfuerzo efectivo de búsqueda de crinoides para esta tesis de 13 días, existe aproximadamente 6 % de probabilidad de encontrar una nueva especie en un día de búsqueda y existe aproximadamente 1/13 de probabilidad de encontrar un taxones distinto nuevo si se busca en este momento. El número de especies se duplicó con rapidez, por lo que se espera un aumento adicional si continúa la búsqueda de estos fósiles.

Tomando en cuenta estas cifras y la revisión de Solís y Buitrón (op.cit.) se hace una contribución considerable a la lista crinofaunística fósil de México y se recomienda continuar este estudio, pues con ello se daría la debida importancia a los crinoides como elemento bioestratigráfico de las rocas sedimentarias mexicanas. Ello implica que aún no han sido valorada adecuadamente su presencia, o no se considera significativa, pero, como aquí se demuestra, ésto es debido a la falta de trabajo sobre el grupo. Las formaciones fechadas (Cuadro 2) y las especies determinadas que coinciden con la fecha de descripción original, permiten afirmar que incluso se pueden proponer modificaciones del intervalo estratigráfico para aquellas especies que se mencionan como sujetas a posible ampliación (Cuadro 2). Algunos ejemplares muestran afinidad con los hallados en diversos países y comparándolos es posible precisar su intervalo estratigráfico, como en los casos de la Familia Isocrinidae (*Pterotocrinus* sp), del género *Dierocalipter* y de la especie *Pentaridica pentagonalis* (Cuadro 2).

Cuando Vázquez (1986) estudió la Formación Patlanoaya hizo una descripción preliminar de la zona en cuanto a fauna, sin incluir crinoides, pero dejó indicado que debería hacerse un estudio bioestratigráfico completo en función de la posibilidad de existencia de hidrocarburos explotables asociados a las rocas paleozoicas profundas, al este de la formación, idea que posteriormente se abandono. Sin embargo, ya que los crinoides son componentes de facies portadoras de petróleo, como lagunas costeras y cuencas marinas, se vuelven especialmente importantes.

Posteriormente, Villaseñor *et al.* (1987) realizaron un estudio bioestratigráfico de la Fm. Patlanoaya, pero aún sin agotar la posibilidad de nuevos hallazgos, en especial de crinoides. Por lo tanto, se desarrolló el presente trabajo más detallado en cuanto a crinoides, con el que se evidencia mejor esta fauna y con ello crece el número de especies descritas, que sin embargo aún distan de completarse por la abundancia del grupo.

Recientemente algunos investigadores, como Ortega (*com. pers.* 1998) del Instituto de Geología de la UNAM, dejan en claro que para resolver los complejos problemas sobre el origen e integración tectónica del territorio mexicano, deben de ponerse en juego toda clase de argumentos para abandonar las especulaciones sobre el origen de la configuración geológica actual de México; algunos de estos elementos son los paleontológicos y es oportuno mencionarlos porque los crinoides y braquiópodos de los que aquí se informa provienen de algunas de las edades y sitios considerados en los modelos de reconstrucción existentes (Coney, 1983; Ortega, 1978; 1981; Sedlock, 1993; Vachard *et al.*, 1997), los cuales tienen importancia porque hay elementos comunes, en particular entre el Terreno Mixteco y otros afloramientos de la Placa Norteamericana.

CUADRO 1. Crinoides registrados en el presente trabajo, localidad de origen y posición estratigráfica.

ESPECIE	ELEMENTO REPRESENTADO	LOCALIDAD	POSICIÓN ESTRATIGRÁFICA
<i>Isocrinus</i> sp	Placa columnar	Olinalá, Gro.	Pérmico
<i>Pterotocrinus</i> cf. <i>P. bifurcatus</i>	Placa de la teca	Ihualtepec, Oax. *	Pérmico (Misisípico en la literatura)
<i>Cyclomischus</i> sp.	Placa columnar	Patlanoaya, Pue.	Pensilvánico (Atokano)
<i>Rhynchocamax cristata</i>	Placa columnar	Patlanoaya, Pue. Olinalá, Gro.	Pensilvánico (Virgiliano)
<i>Cyclocrista</i> sp.	placas columnares	Patlanoaya, Pue.	Pensilvánico/Pérmico
<i>Mooreanteris perforatus</i>	placas columnares	Patlanoaya, Pue.	Pensilvánico (Virgiliano)
<i>Mooreanteris</i> cf. <i>M. waylandensis</i>	placas columnares	Patlanoaya, Pue.	Pensilvánico (Virgiliano)
<i>Preptopremnum rugosum</i>	placas columnares	Patlanoaya, Pue.	Pensilvánico (Virgiliano)
<i>Blothronagma cinctutum</i>	placas columnares	Patlanoaya, Pue.	Pensilvánico (Atokano)
<i>Floricyclus</i> cf. <i>F. Angustimarga</i>	placas columnares	Patlanoaya, Pue.	Pensilvánico (Virgiliano)
<i>Floricyclus</i> cf. <i>F. Welleri</i>	placas columnares	Patlanoaya, Pue.	Pensilvánico (Virgiliano)
<i>Dierocalipter doter</i>	placas columnares	Patlanoaya, Pue.	Pensilvánico (Virgiliano)
<i>Especie tetradial</i> n. Sp	placas columnares	Patlanoaya, Pue.	Pensilvánico (Virgiliano)
<i>Especie hexaradial</i> n. Sp	placas columnares	Olinalá, Gro.	Pérmico
<i>Pentaridica pentagonalis</i>	placa columnar	Olinalá, Gro.	Pensilvánico/ Pérmico

* Nota: Se decidió la inclusión de esta placa por la relevancia que representa un elemento tecal en México, aún cuando no forma parte de la localidades en estudio. Sin embargo, se encuentra en una facies equivalente a las de crinoides de Olinalá y Patlanoaya

Para utilizar, en todos los aspectos mencionados, al creciente grupo de crinoides fósiles debería desarrollarse la parataxonomía de los elementos columnares y compararse con la taxonomía tradicional, aún en contra de la opinión de algunos autores, quienes argumentan que el hacer sistemática con placas columnares genera una parataxonomía en la que no vale la pena incurrir, pero ellos trabajan donde los elementos de la corona, como teca y brazos, son muy comunes y han servido para trabajar sobre la taxonomía de más de 6 000 especies (Woods, 1914; Moore y Teichert, 1978), sin que se conozcan o describan los elementos columnares de la

mayoría. En este estudio se emplea un sistema parataxonómico basado en elementos columnares que ya ha sido desarrollado por algunos autores de manera un tanto marginal (Dyche, 1892; Moore, 1938; Moore y Laudon, 1941; Berry, 1952; Martell, 1955; Yeltysheva, 1956; Nordeng, 1958; Moore y Jeffords, 1968; Jeffords y Miller, 1968; Meyer, 1971; Menn, 1994 y Messing, 1994) porque es la única alternativa para el estudio de los restos encontrados en México, pero se requiere comparar estos restos con los de especies ya descritas para aprender más de ellas y eliminar la posibilidad de duplicación de taxones.

Es tan drástica la carencia de elementos del tegmen en cuanto a los taxones descritos en este estudio, que sólo uno de ellos es dado a conocer mediante la presencia de dichos elementos, este es *Pterotocrinus* sp. (Lám. XIII, Apéndice 1), reconocido por una placa conspicua de autodefensa contra depredadores. Este no proviene del alfloramiento de Patlanoaya sino de la cercana Ihualtepec, por lo que se le menciona a causa de la rareza que representa un elemento tegminal en México. Este tipo de elementos caliculares aislados ya ha sido utilizado por otros autores (Gerth, 1936), aunque no en México. A pesar de su procedencia, se considera que, gracias al fechamiento con fusulinidos y al análisis de las características texturales de la roca, está ubicado en facies equivalentes a las de la Formación Patlanoaya. El estudio de la localidad de Ihualtepec formó parte de este proyecto de investigación, el cual no se pudo continuar por las razones ya explicadas en la introducción. Otros 14 taxones provienen de la Formación Patlanoaya por lo que esta sola formación ha proporcionado la información más relevante de este trabajo (Cuadros 1 y 3).

AFINIDADES BIOGEOGRÁFICAS

Las afinidades de las especies de braquiópodos y crinoides proporcionan elementos para discutir el papel del conjunto Oaxaqueño en la integración geológica del sur del territorio mexicano.

Tomando como base la interpretación tectónica de México, con elementos de Coney (1983), Sedlock (1993) y Ortega-Gutiérrez (1978; 1981) se añaden detalles con la información e interpretaciones aportadas por los participantes de este proyecto en el trabajo de campo realizado sobre las formaciones estudiadas (Vachard *et al.*, 1997; Flores de Dios *et al.*, 1998).

La interpretación geológica fundamentada en que el basamento metamórfico de las secuencias sedimentarias de la Fm. Patlanoaya y de la Fm. Olinalá/Los Arcos es el Complejo Acatlán, hace que ambas se consideren como parte del terreno Mixteco. Aún se sugiere la existencia de otro terreno adicional a los ya considerados en la interpretación de Coney, (1983). Este terreno denominado, por lo pronto, con base en la secuencia, Juchatengo de la Sierra Madre del Sur, se encuentra paralelo al Terreno Xolapa y comprimido entre este último y los terrenos Mixteco y Oaxaca (cf. Fig. 7). La existencia de este nuevo terreno da nuevas pistas sobre la formación del sur de México, dado que su secuencia se correlaciona con Centroamérica (Vachard *et al.*, 1997).

CUADRO 2. Intervalos estratigráficos de los crinoides descritos en este trabajo respecto a la descripción original.

INTERVALO INFORMADO EN LA LITERATURA PARA CADA TAXON	INTERVALO CORREGIDO CON EL PRESENTE TRABAJO POR CADA TAXON
<i>Isocrinus</i> La familia se registró para el Triásico *	Se encontró en el Pérmico Superior de Olinálá
<i>Pterotocrinus</i> sp. Se registró para el Misisípico *	Se encontró en el Pérmico de Olinálá
<i>Cyclomischus</i> sp. Se registró desde el Silúrico al Pensilvánico	Se encontró en el Pensilvánico de Patlanoaya
<i>Rhisocamax</i> cf. <i>R. cristata</i> Se registró para el Misisípico *	Se encontró en el Pensilvánico de Patlanoaya
<i>Cyclocrista?</i> sp. Se registró para el Pensilvánico y Pérmico Superior de Texas	Se encontró en el Pensilvánico Superior de Patlanoaya
<i>Mooreanteris perforatus</i> Se registró para el Pensilvánico Tardío de Texas	Se encontró en el Pensilvánico Tardío de Patlanoaya
<i>Mooreanteris</i> cf. <i>M. waylandensis</i> Se describió para el Pensilvánico Superior de Texas	Se encontró en el Pensilvánico Superior de Patlanoaya
? <i>Preptopremnum</i> cf. <i>P. rugosum</i> Se registró para el Pensilvánico Superior de Texas	Se encontró en el Pensilvánico Superior de Patlanoaya
? <i>Ampholenium</i> cf. <i>A. apolegma</i> Se registró de el Misisípico de Kentucky *	Se encontró en el Pensilvánico de Patlanoaya
<i>Stiberostaurus aestimatus</i> Se describió para el Misisípico Temprano de Kentucky *	Se encontró en el Misisípico Temprano de Patlanoaya
<i>Blothronagma cinctutum</i> Se describió para el Pensilvánico Medio de Oklahoma	Se encontró en el Pensilvánico Medio (Atokano) de Patlanoaya
? <i>Floricyclus</i> cf. <i>F. Angustimarga</i> Se describió para el Pensilvánico Medio de Colorado	Se encontró en el Pensilvánico Tardío de Patlanoaya
? <i>Floricyclus</i> cf. <i>F. welleri</i> Se describió para el Misisípico Temprano *	Se encontró en el Pensilvánico Tardío de Patlanoaya
<i>Dierocalipter</i> cf. <i>D. doter</i> Se describió para el Misisípico *	Se encontró en el Pensilvánico Tardío
Especie tetradial se describió por primera vez	Se encontró en el Pensilvánico Superior de Patlanoaya
Especie hexaradial se describió por primera vez	Se encontró en el Pérmico de Olinálá
<i>Pentariidica pentagonalis</i> Se describió para el Pensilvánico de Texas *	Se encontró en el Pérmico de Olinálá

*Nota: Las especies señaladas con * son susceptibles de ampliación de intervalo estratigráfico.

CUADRO 3. Compara el listado de especies en el trabajo de Buitrón y Solís (1993) con el presente, en cuanto a número de crinoides fósiles descritos en México para el Paleozoico.

ESPECIES PALEOZOICAS DE MEXICO SEGÚN BUITRÓN Y SOLÍS (1993)	ESPECIES PALEOZOICAS EN EL PRESENTE TRABAJO
<i>Barychyr anosus</i> (Pens.)	
<i>Cyclocaudex</i> cf. <i>C. costatus</i> (Pens.)	
<i>Cyclocaudex jucundus</i> (Pens. de Hgo)	<i>Cyclocaudex jucundus</i> (Pensilvánico de Patlanoaya)
<i>Cylindrocauliscus fiski</i> (Pens. de Hgo)	
<i>Heterostelechus jeffordsi</i> (Pens. de Gro.)	
<i>Heterostelechus keithi</i> (Pens de Chis)	
<i>Mooreanteris sansaba</i> (Pens. de Hgo.)	
<i>Parspaniocrinus beinerti</i> (Pérmico Coah.)	
<i>Plumeanteris sansaba</i> (Pens. de Hgo.)	
	<i>Pentaridica pentgonalis</i>
	<i>Dichocrinidae</i> (sp. Hexaradial en descripción)
	<i>Mooreanteris perforatus</i>
	<i>Mooreanteris waylandensis</i>
	<i>Cyclocaudex jucundus</i>
	<i>Cyclocaudex typicus</i>
	<i>Preptopremnum</i> cf. <i>P. Rugosum</i>
	<i>Ampholenium apolegma</i>
	<i>Stiberostaurus aestimatus</i>
	<i>Lomalegnum hormidium</i>
	<i>Blothronagma cinctutum</i>
	<i>Floricylus angustimargo</i>
	<i>Dierocalipter doter</i>
	<i>Isocrinus</i> sp.
	<i>Cyclomischus</i> cf. <i>C. Alternatus</i>
	<i>Rhizocamax cristata</i>
	<i>Cuclocrista</i> cf. <i>C. Cheneyi</i>
	<i>Pterotocrinus bifurcatus</i>
	sp. Tetraradial en descripción.

El propuesto Terreno Juchatengo habría sido acrecionado al Complejo Oaxaqueño al principio del Pérmico (Leonardiano) y desde entonces quedó ligado a la evolución del Terreno Xolapa. Tal interpretación se apoya por la presencia de gabra paleozoico dentro de Gneiss foliado en el contacto con el Terreno Xolapa (Grajales, 1988 citado en Vachard *et al.*, 1997). En cambio, los terrenos Mixteco y Oaxaca tal vez se unieron desde antes en el Devónico. Tal interpretación es apoyada por un cinturón de granitos entre el Complejo Acatlán y el Terreno Oaxaca, con un intervalo de edad entre 298 a 250 millones de años, que indica edad inicial post-Ordovícica y final pre-Misisípica (Grajales y

Saldívar, 1991; Torres *et al.*, en prensa. citados en Vachard *et al.*, 1997). Los primeros sedimentos clásticos del Misisípico Inferior del Complejo Oaxaqueño, se apoyan sobre el Complejo Acatlán en Patlanoaya, donde una secuencia regresiva-transgresiva fue depositada durante el Misisípico (Osageano aprox. 343 millones de años). Las mismas faunas de braquiópodos y crinoides se encuentran tanto en el Terreno Mixteco como en el Terreno Oaxaca.

Los resultados de esta investigación comprueban que del Misisípico Superior al Pensilvánico Medio (aprox. 330-315 millones de años) la historia geológica de ambos terrenos se hace muy diferente. Una angosta franja oceánica tal vez se abrió entre ellos en ese tiempo. Su existencia es indicada en la Formación Patlanoaya por los sedimentos de radiolarios en la Unidad 2, que se utiliza como control de la secuencia en el análisis de cuenca, mientras que en el mismo intervalo el Terreno Oaxaca muestra ser una plataforma clástica somera de areniscas y carbonatos con braquiópodos que se encuentran también en la Formación Ixtaltepec de la Mixteca Oaxaqueña (Pantoja, 1970, citado en Vachard *et al.*, 1997).

Después, durante el Pérmico Inferior (aprox. 295 millones de años) y tal vez activo desde el Pensilvánico (aprox. 320 millones de años), un arco oceánico o una cuenca del post-arco se presentó en los dos bloques y ahí se desarrolló el sedimento de tipo Xolapa. Asimismo hubo un plano de subducción entre los Terrenos Mixteco y Xolapa durante ese tiempo. El Terreno Mixteco también tiene una secuencia transgresiva-regresiva sobre carbonatos o una rampa mezclada de sedimentos siliciclásticos y carbonatos, aunque estos últimos depósitos no han sido descubiertos en el Terreno Oaxaca. (Vachard *et al.*, 1997)

Durante el Pérmico Leonardiano (aprox. 283-270 millones de años) la sedimentación de carbonatos se halla siempre sobre el Terreno Mixteco. En el Terreno Oaxaca una cuenca continental estaba en subsidencia con restos de plantas continentales documentados en la Formación Matzitzí (Weber y Cevallos-Ferriz, 1994, citados en Vachard *et al.*, 1997). Por otra parte, durante el Leonardiano Inferior, el Batolito de Honduras intrusionó la secuencia de Juchatengo y del Complejo Oaxaqueño, indicando que ambos terrenos eran contiguos desde entonces y adyacentes con Honduras.

Adicionalmente, los sedimentos del Wordiano (aprox. 269-266 millones de años) son conocidos sólo en dos localidades del Terreno Mixteco: en la Fm. Olinalá/Los Arcos (Fig. 8) (Vachard *et al.*, 1993; González-Arreola *et al.*, 1994) y en la Fm. Ihualtepec (Vachard *et al.*, 1997). Por otra parte, el Capitaniano sólo se encuentra en la Fm. Olinalá/Los Arcos (Vachard *et al.*, 1993). Estos últimos estadios del desarrollo estratigráfico no están caracterizados en la Formación Patlanoaya, pero sí entre la Fm. Olinalá/Los Arcos y la Fm. Ihualtepec, y el Wordiano es directamente transgresivo sobre el Complejo Acatlán, indicando una tectónica y una estratigrafía diferentes a la de la Fm. Patlanoaya (Fig. 9).

En este panorama, los braquiópodos y los crinoides aquí registrados aportan más elementos para apoyar que posiblemente las formaciones de estudio estaban, durante el Paleozoico Superior, en mejor situación de intercambio faunístico entre algunas provincias mayores del Escudo Norteamericano, que con respecto a provincias sudamericanas, como se ha argumentado en algunos trabajos, como el de Baldi y Bordonaro (1981). El punto de vista de la relación norteamericana es congruente, pues la fauna carbonífera y pérmica de las Formaciones Patlanoaya, Olinalá/Los Arcos,

Santiago Ixtaltepec, muestra una combinación de afinidades, por un lado con la provincia apalachana y por otro con la del medio oeste de los EUA, desde Texas (*Mooreanteris perforatus*, *M. waylandensis*, *Preptopremnum rugosum*, *Pentaridica pentagonalis*, *Cyclocaudex jucundus*), Kentucky (*Ampholenium apolegma*, *Stiberostaurus aestimatus* y *Dierocalipter doter*), Oklahoma (*Blothronagma cinctutum*), Colorado (*Floricyclus angustumarga* y *F. welleri*) y Iowa (*Rhisocamax*, y *Lomalegnum hormidium*) (Cuadro 2; Fig. 13). Todas estas coincidencias faunísticas indican la clara relación de los crinoides encontrados en México con respecto a aquellos encontrados en los mencionados estados de la unión americana. Así que, de acuerdo con Sour y Quiroz (1998), el sur de México representa la parte austral de una antigua cuenca profunda que unía o intercambiaba fauna entre las dos principales y aisladas márgenes oeste (medio)- este (Apalaches), particularmente por medio de los estados de Puebla, Guerrero, Oaxaca y seguramente atravesando por los estados de Coahuila, Tamaulipas e Hidalgo, sólo interrumpiéndose el registro fósil en lo que hoy es el Cinturón Volcánico Transmexicano.

Durante el Pérmico comenzó a desvanecerse la barrera geográfica marina, interpretada hoy como la cuenca de Ouchita, sin embargo las faunas del sur de México por entonces aún tenían afinidades con las del medio oeste de los E U A, en particular con Texas y en algunos casos, aún con Sonora, como se demuestra con la presencia de *Cyclocrista cheneyi* y, por ampliación de intervalos estratigráficos de *Isocrinus* sp, *Pterotocrinus* sp y *Pentaridica pentagonalis* entre los crinoides. Entre los braquiópodos se cuenta con elementos de correlación como *Dielasma spatulatum* que fue informada para Sonora, Coahuila y Olinalá, *Cancrinella rugosa* de Las Delicias, Coahuila, de Texas y de Olinalá, *Wellerella lemasi* descubierta en Olinalá, Texas y Sonora, *Paranorella imperialis* informada para Las Delicias y para Olinalá, *Martinia* sp. conocida en Olinalá y en Sonora (Cuadro 2; Capítulo de descripciones sistemáticas). Por otra parte, la presencia de fósiles comunes con la zona de California y Washington quedó desfasada hacia el este en las regiones de Hidalgo y Tamaulipas, a causa del corrimiento que probablemente provocó la aún hipotética Mega Cizalla Mojave-Sonora, quedando entonces una "laguna" en lo que se refiere a la presencia de algunos fósiles comunes entre el medio oeste de los E U A y el sur de México.

Dichos puntos de vista son discutidos y apoyados con la fauna de fusulínidos de las Formaciones Patlanoaya, Olinalá y Ihualtepec por Vachard *et al.*, (1993; 1997), con la presencia de especies como *Triticites cullomensis*, *Parafusulina deliciasensis* u otras del mismo género, y de la Fm. Yododeñe, con especies como *Schwagerina elkoensis* y *Boultonia heezeni* del Wolfcampino Medio de Nevada, *Skinerella biconica* y *Parafusulina brookensis* del Leonardiano Medio de Texas (Flores de Dios, 1998). Esos autores indican que hay certeza en cuanto a la proximidad o al menos a la comunicación faunística del bloque Oaxaqueño con Texas, basándose en estos argumentos.

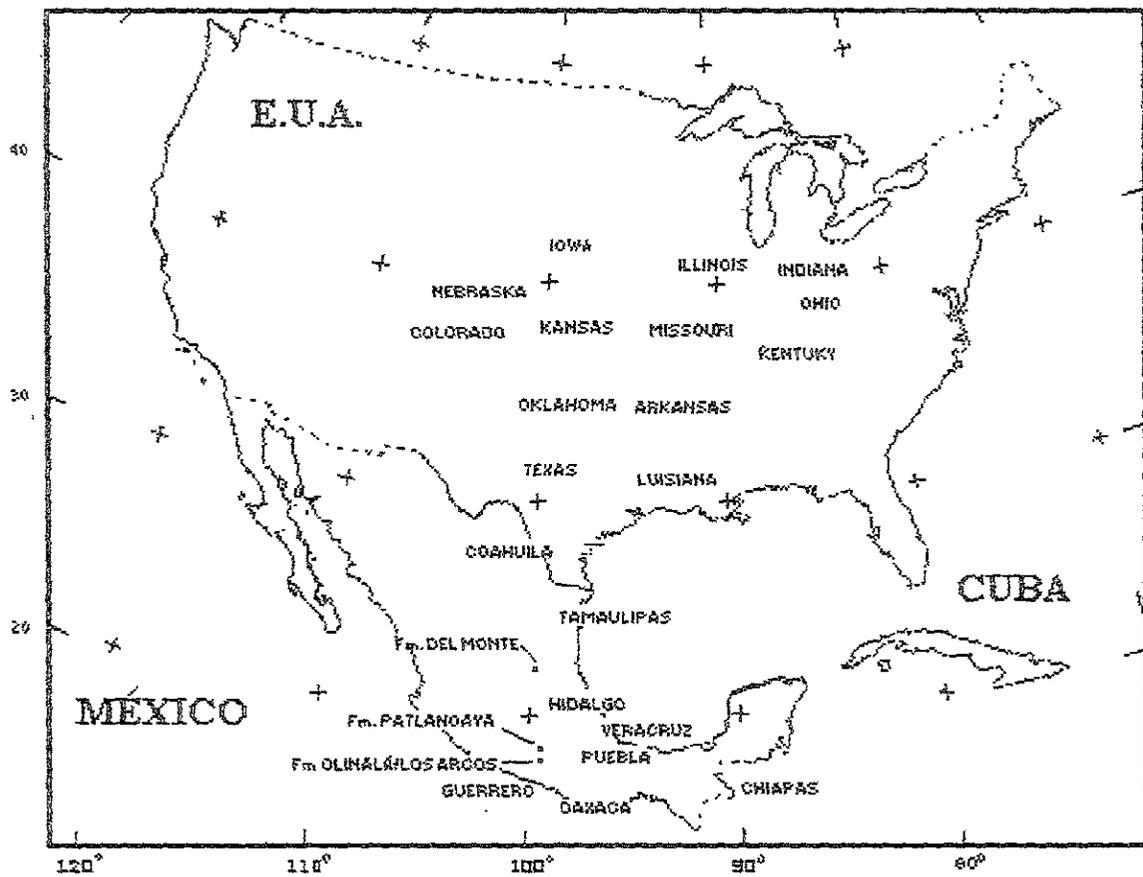


FIGURA 13: Localidades con las mismas especies de braquiópodos y crinoides en varios estados de México y EUA, que conforman la Paleocuenca Ouachita.

RESULTADOS ESTRATIGRÁFICOS

Bioestratigrafía de la Formación Olinalá/Los Arcos:

Mediante el análisis de cuenca se encontraron tres ciclos de transgresión-regresión marina, con secuencias transgresivas intercaladas y estratos de grano grueso, evidenciando los períodos de cuenca menos profunda y por lo tanto de costa, ya que hay conglomerado polimíctico (lo que indica un ambiente de poco transporte y alta energía como oleaje o deslizamientos de rocas de pendiente continental) y estratificación graduada con presencia de lentes calizas. No hay microfósiles, pero sí microfósiles de radiolarios en algunos sedimentos oscuros considerados de cuenca profunda; junto a ellos hay nódulos, pero los fósiles no aparecen ahí sino más arriba en el tiempo, donde hay capas oscuras de grano fino con amonites y nódulos, lo que representa una cuenca pelágica. Más adelante, sobre el camino hacia Olinalá y con una secuencia de plantas continentales de un metro de espesor, en medio se encuentra una capa con una comunidad de braquiópodos y después a dos metros, hay una capa que contiene otra comunidad de braquiópodos. A unos metros de ese sitio (arriba en el tiempo) hay otra capa de mayor espesor con braquiópodos (Fig. 16). Cada comunidad representada es diferente en cuanto a su composición específica, a su índice de diversidad y a su dominancia.

Este afloramiento de braquiópodos (González-Arreola *et al.*, 1984) (cf. Fig. 2) es una secuencia de playa de nivel submareal, con cambios eustáticos del nivel del mar, propiamente dichos, y no cambios tectónicos, como los de la primera parte de la secuencia que está en contacto con el Complejo Acatlán. Estos cambios son cíclicos y siempre llevan aparejados cambios de corrientes y profundidad que dan lugar, desde el punto de vista paleontológico, en el cambio de la comunidad de braquiópodos para este caso en particular. Tales capas de braquiópodos fueron muestreadas y documentadas en su espesor, densidad, número y posición de organismos, así como en la posición relativa y estructura de edades. (Cuadro 1).

En otra localidad cercana, denominada la cañada de "La Carbonera" (cf. Fig. 2) se aprecia una litología distinta con respecto a la unidad anterior. Aquí está representada una barrera arrecifal con laguna interior y una comunidad *in situ* de braquiópodos, corales y crinoides que no se muestrearon por la dureza de la roca. Hay estromatolitos y existe una variedad de crinoides mal conservados en matriz de arenisca cementada, tal evidencia está pendiente de ser fechada a través de las determinaciones paleontológicas, aunque sí lo está por métodos geofísicos (Fotografías 5 y 6, APÉNDICE 2).

En otro afloramiento cercano llamado la cañada de "Las Flores" (Fig. 2) hay encrinita de edad pérmica. Aquí se tomaron fotografías y se obtuvieron ejemplares de crinoides, los cuales representan una comunidad diferente a las de otros afloramientos de la Fm. Olinalá/Los Arcos, pero semejante a las facies arrecifales de la Fm. Patlanoaya. Sobre el camino desde Olinalá a "Las Flores" hay evidencia de un arrecife en progresión (Build-up) con crecimiento de coral, crinoides, lodos calcáreos, esponjas, pero todo duramente cementado (No. 5 en la Figura 2).

Bioestratigrafía de la Formación Patlanoaya:

Muchas de estas rocas muestran ser encrinitas que contienen arena bioclástica de color gris y amarillo, ellas representan el borde de una laguna arrecifal, un ambiente donde se acumulaban los restos de crinoides, por oleaje suave. La roca con intemperismo amarillo y óxidos rojos por percolación posterior, representa un ambiente de aguas tranquilas submareales, ya que es el lado interno de la barrera arrecifal o tal vez el talud del arrecife por el lado externo de la laguna y la litología gris intercalada en la anterior, representa un ambiente que sí es afectado por las mareas y tal vez tormentas, en el borde externo del arrecife. Los ambientes costeros representados pertenecen al Pensilvánico donde se encuentran fósiles de crinoides de tal periodo (Cuadro 1), los mejor conservados de toda la secuencia, y es donde se tiene evidencia de una nueva especie de simetría tetrarradial.

Se puede decir que más atrás en el tiempo (abajo en la estratigrafía) hay horizontes con radiolaritas que representan el Misisípico Inferior, ya que ahí se recolectaron fósiles de braquiópodos de dicho periodo (Cuadro 1).

Como una contribución de esta tesis a la medición de secciones estratigráficas, en que colaboró el autor como parte de este proyecto, la estratigrafía de la Fm. Patlanoaya se modifica al añadirse la determinación de algunos estratos misisípicos de la Unidad 1 de Villaseñor *et al.* (1987) (cf. Fig. 9) como Misisípico Superior, que no produjeron macrofósiles en una facies de areniscas carbonatadas con restos de material volcánico. Asimismo se contribuye con la determinación de algunos estratos debajo de la base de la Unidad 1, al atribuirseles edad del Devónico Superior en facies de cuenca oceánica cercana a un abanico fluvial, que sin embargo tampoco presentaron material macrofósil durante este trabajo (cf. Fig. 14).

Estratigrafía de la formación Cuxtepeque:

En la fm. Cuxtepeque no se recolectaron fósiles, dado que la calidad de los mismos hace imposible su reconocimiento taxonómico. Sólo hay certeza de la existencia de encrinitas de aspecto muy semejante a las encontradas en las Formaciones Patlanoaya y Olinalá/Los Arcos, en facies de la sección supuestamente expuesta al mar abierto. Después de una larga búsqueda, la llamada Formación Cuxtepeque, tal como está cartografiada por Enciso De la Vega (1988), no se encontró, por lo que se duda que exista formalmente, a reserva de una búsqueda mucho más minuciosa mediante el uso de fotografías aéreas de escala menor (más detalle). Sin embargo, se puede decir, de manera preliminar, que la cartografía de Enciso De La Vega aparentemente es el resultado de una supuesta proyección hipotética hacia el sur de la clipa encontrada, la cual es un mero vestigio tectónico, no una formación.

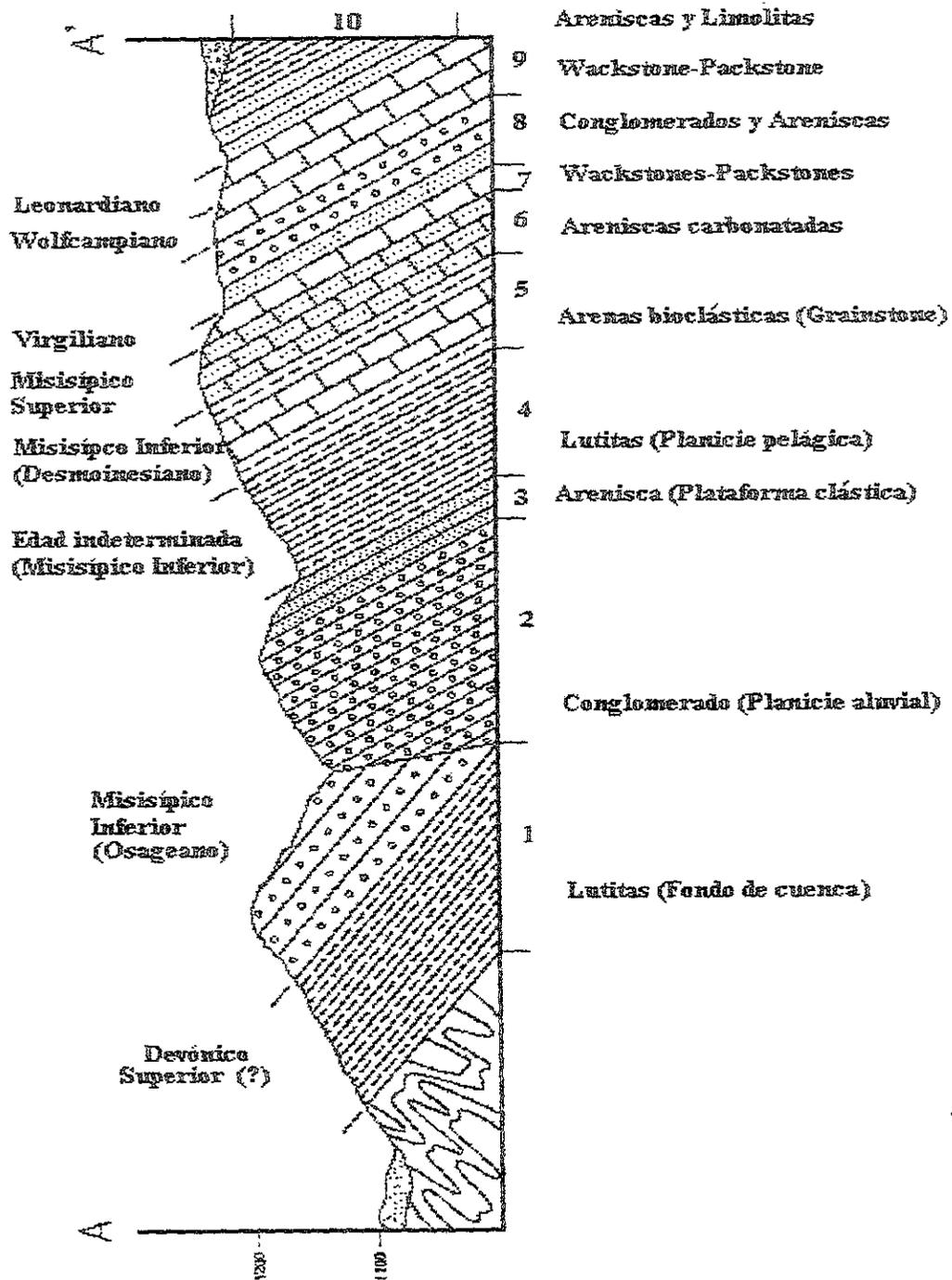


FIGURA 14: Sección estratigráfica actualizada de la Formación Patianoaya. Se aprecian los principales niveles cronoestratigráficos a la izquierda y se anotan las principales características litológicas a la derecha. (Modificada de Flores de Dios *et al.*, 1998).

CORRELACIÓN BIOESTRATIGRÁFICA CUANTITATIVA.

La aplicación del método de seriación estratigráfica, produjo la siguiente información. En el Cuadro 4 de seriación bioestratigráfica se aprecia que el valor obtenido de 0.11 es bajo con respecto al criterio mínimo de validez del método de 0.5. Este valor se alcanza porque la recta virtual que formaría el conjunto de los datos de la matriz se aleja bastante de la recta esperada, ya que el arreglo obtenido para los renglones deja libre casi la mitad de la matriz en el sentido horizontal. En cambio, cuando se busca un arreglo más balanceado de la matriz, como en el Cuadro 5, se aprecia de inmediato el cambio del valor a 0.72, el cual es aceptable, si bien no es óptimo, pero se acerca más a la diagonal teórica.

En el Cuadro 6 se ve un arreglo de la matriz similar al anterior, pero en este caso mejora por su valor de 0.79, sin embargo en el Cuadro 7 se muestra el mejor arreglo obtenido con un valor de prueba de 0.87. Este último dato es obtenido con un ligero cambio en la matriz de datos respecto a las dos matrices anteriores. En conjunto, las cuatro matrices han sido obtenidas empleando un número de 22 especies por localidad, siendo estas comunes en cinco elementos, lo que hace pensar *a priori* que la aplicación del índice de seriación no muestra una correlación bioestratigráfica significativa; aunque, los resultados son significativos a favor de la correlación porque las dos secuencias estratigráficas son complementarias y tienen elementos comunes en el Pérmico Inferior y tal vez en el Pensilvánico Superior. Algunos elementos taxonómicos podrían ampliar su intervalo estratigráfico, de tal forma que se modifica la biozona (Cuadro 2). El número de cinco especies comunes es más significativo que la especie única en común encontrada y discutida para el análisis de similitud de Sorensen en el trabajo de Esquivel-Macias (1996).

Posteriormente, se experimentó con una matriz que considera al Pérmico Inferior como un conjunto estratigráfico, sin diferenciar edades wolfcampiana, leonardiana y guadalupiana (Apéndice 4) ya que sólo en el último intervalo se encuentran elementos bioestratigráficos, y así se evitan dos renglones vacíos de la matriz, que pudiesen alterar los resultados numéricos del criterio de prueba. Sin embargo, a juzgar por los valores numéricos, ello no resultó así. En el Cuadro 8 se aplica el criterio de prueba y se obtiene un valor de 0.06, el más bajo de todos los obtenidos, y en el Cuadro 9 un valor similar, de 0.15, que resulta de la acumulación de los datos de la matriz en unos cuantos renglones. Pero al ver los Cuadros 10 y 11 se advierten valores de 0.64 y de 0.75, respectivamente, los que son aceptables, aunque no igualan los valores de la primera matriz en que se utilizó el Pérmico desglosado por edades.

Es interesante notar que en las gráficas 9 y 10 se hace uso de conjuntos limitados de especies y los resultados son alentadores. La gráfica 9 muestra un valor de 0.75 con el uso de 24 especies registradas sólo en el presente estudio, sin tomar en cuenta las especies elegidas de trabajos anteriores las que suman 44. En la figura 11 se observa el mismo valor de 0.75 con las 44 especies, en consecuencia lo determinante no es el número de especies, más bien es el que ellas representan una misma serie de acontecimientos repartidos en diferentes sitios, no de manera estrictamente simultánea pero sí complementaria, lo cual es una de las ventajas de aplicar la técnica de la seriación estratigráfica. La matriz mencionada de la figura 11 se acerca a la diagonal ideal de correlación con valor 1. Un valor semejante ocurre en el caso contrario cuando se utilizan sólo especies no recolectadas en este trabajo, así en la figura 13 se obtiene un valor de 0.87, el cual es significativo bajo el mismo criterio de la seriación estratigráfica.

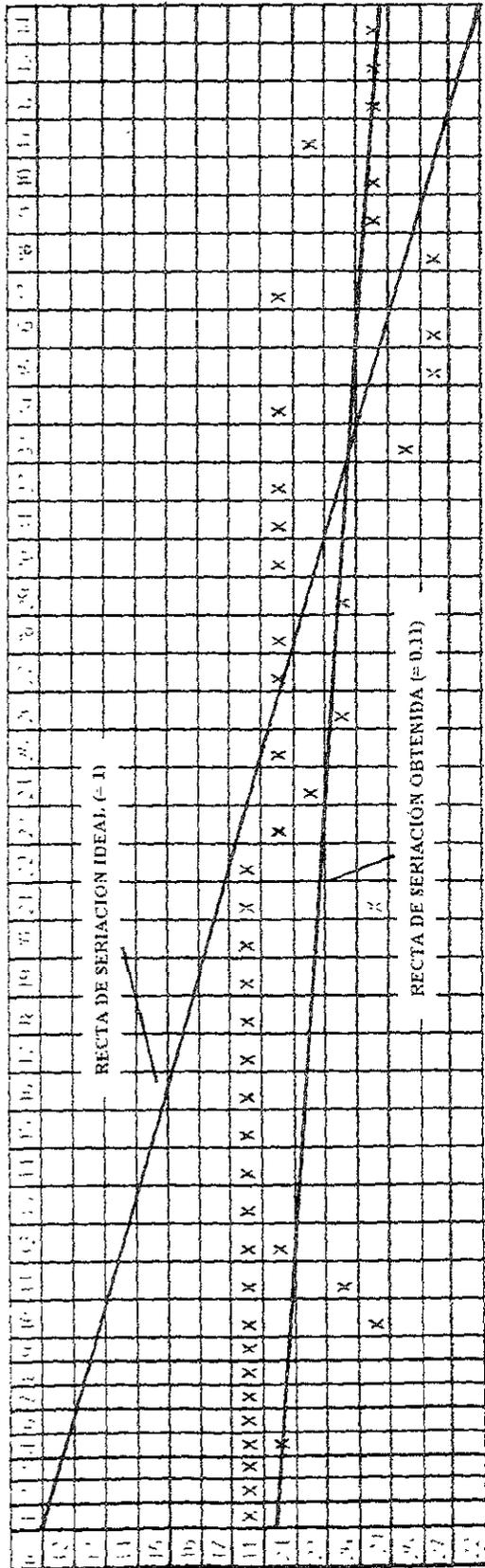
Dichos resultados numéricos eran inesperados *a priori* pero se pueden explicar considerando que, aunque en el presente trabajo se hicieron varios registros nuevos, para los afloramientos en estudio estas especies son sólo encontradas en una localidad, es decir, únicamente en la mitad de la matriz, lo que se convierte en una asimetría que se traduce como alejamiento de la diagonal esperada. Sin embargo, esto debe alentar a buscar más especies comunes y de ser posible comunidades *in situ* entre ambas formaciones geológicas, lo cual seguramente ocurrirá y hará más precisa y confiable la correlación basada en este criterio de prueba si se amplía e intensifica la búsqueda.

Uno de los resultados más importantes de mejorar la búsqueda de comunidades bentónicas en buen estado de conservación, sería unificar la columna estratigráfica del sur de México bajo un esquema único, que contribuyese a establecer mejor la secuencia de acontecimientos ambientales en torno a eventos como grandes cambios del nivel del mar hacia el fin del Paleozoico. Ello permitiría contribuir a esclarecer del problema de las extinciones masivas, si por ejemplo, la baja del mar y sus efectos sobre la estructura de las poblaciones bentónicas se observa como un fenómeno generalizado en las diferentes formaciones. Tal es el caso de los cambios en la composición de la comunidad de braquiópodos del afloramiento uno de la Formación Olinalá (cf. Fig. 2; Cuadros 18 y 19), que se revisará en breve dentro de este capítulo bajo el rótulo de paleoecología.

Índice de Similitud de Simpson.

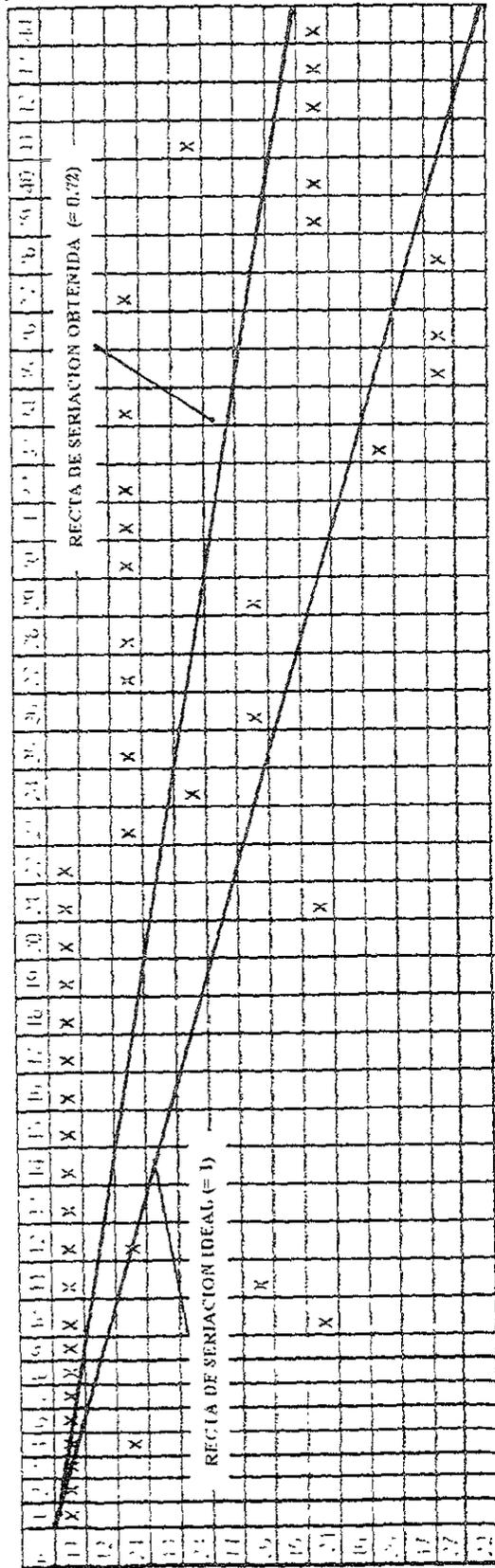
Con el análisis de similitud de Simpson aplicado para comparar las localidades bajo estudio, se obtuvo un valor de 23.8 con cinco taxones comunes y otras 16 especies que suman un total de 21 especies en Olinalá, por otra parte, se consiguió un índice de 29.41 con 17 especies y las mismas cinco comunes. La similitud fue mayor cuanto más especies comunes se encontraron, lo que equivale a decir que tomando 17 especies en total, la similitud es mayor que con 21 especies y las mismas 5 especies comunes. Por lo tanto, en un posible intervalo de 100, la similitud de 23 y 29 se mostraría más bien baja con estos medios.

Los valores de similitud obtenidos con el método de Sørensen, también son bajos, si se comparan los obtenidos en el trabajo de Esquivel-Macías (1996) (Cuadro 3), donde los índices adquirieron valores de 0.03 para el Pensilvánico, tomando en cuenta 9 especies de crinoides y dos especies de braquiópodos para Patlanoaya y 2 especies de crinoides y 4 especies de braquiópodos para Olinalá, con una especie común entre ambas. Otro valor obtenido con el mismo índice es de 0.15, tomando en cuenta la suma de crinoides y braquiópodos de todos los estratos de Olinalá y de Patlanoaya, con seis especies de braquiópodos y tres especies de crinoides para Olinalá y tres braquiópodos y catorce crinoides para Patlanoaya, con una sola especie común entre ambas. Este último valor es igual al mostrado en el presente trabajo, en el Cuadro 6 del análisis de seriación estratigráfica, calculado con ciertas restricciones de número de estratos. Los valores de Sørensen discutidos aquí también son consistentes con aquellos valores del Índice de Simpson obtenidos en el presente trabajo. Sin embargo, los valores de similitud de Sørensen son obtenidos con menor cantidad de datos que los ocupados para la similitud de Simpson y que los empleados con la seriación estratigráfica (Cuadro 5), así que parecen más adecuados los valores de seriación y los de similitud de Simpson. La comparación de las dos localidades, por medio de la seriación estratigráfica es de mediana a buena, pues los valores son de alrededor de 0.8 a 0.7



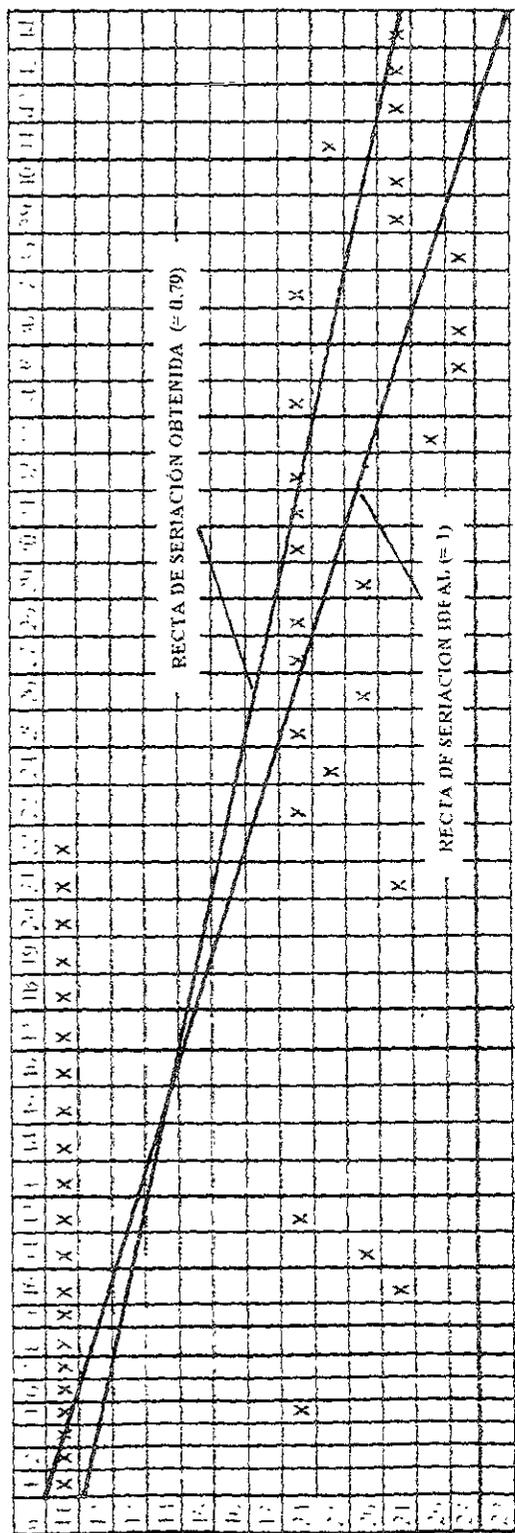
CUADRO 4: Seriación Bioestratigráfica, tomando en cuenta el Pérmico Inferior desglosado para las localidades de Olinatá y Patanoaya. Se incluyen las especies colectadas en este trabajo mas las de otros autores previos.

El valor de la seriación es $1 - (A_j/R_j) = 0.11$



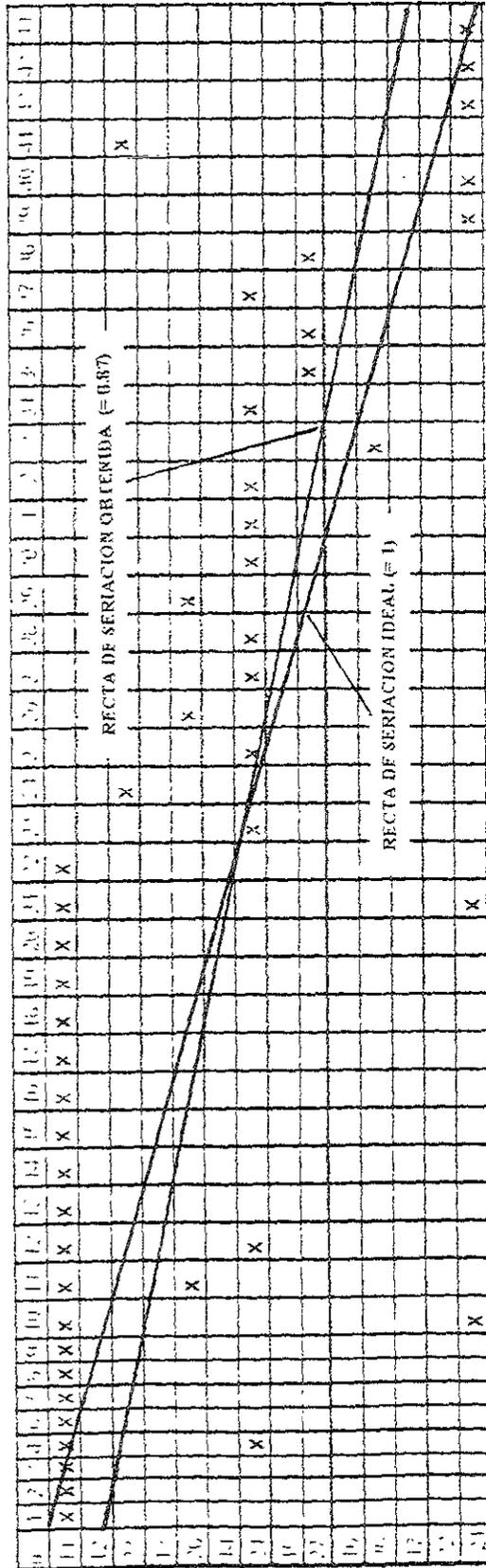
CUADRO 5: Seriación Bioestratigráfica, tomando en cuenta el Pérmico Inferior desglosado para las localidades de Olnalá y Patanoaya. Se incluyen las especies colectadas en este trabajo mas las de otros autores previos.

El valor de la seriación es $1 - (A_j/R_j) = 0.72$



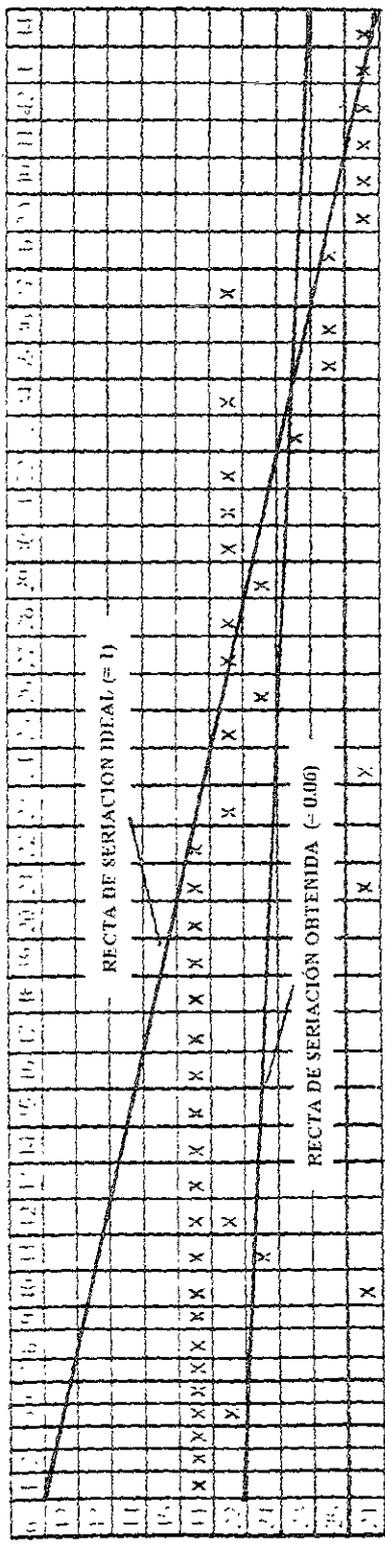
CUADRO 6: Seriación Bioestratigráfica, tomando en cuenta el Pérmico Inferior desglosado para las localidades de Olinatá y Pattanoaya. Se incluyen las especies colectadas en este trabajo mas las de otros autores previos.

El valor de la seriación es $1 - (A_j/R_j) = 0.79$



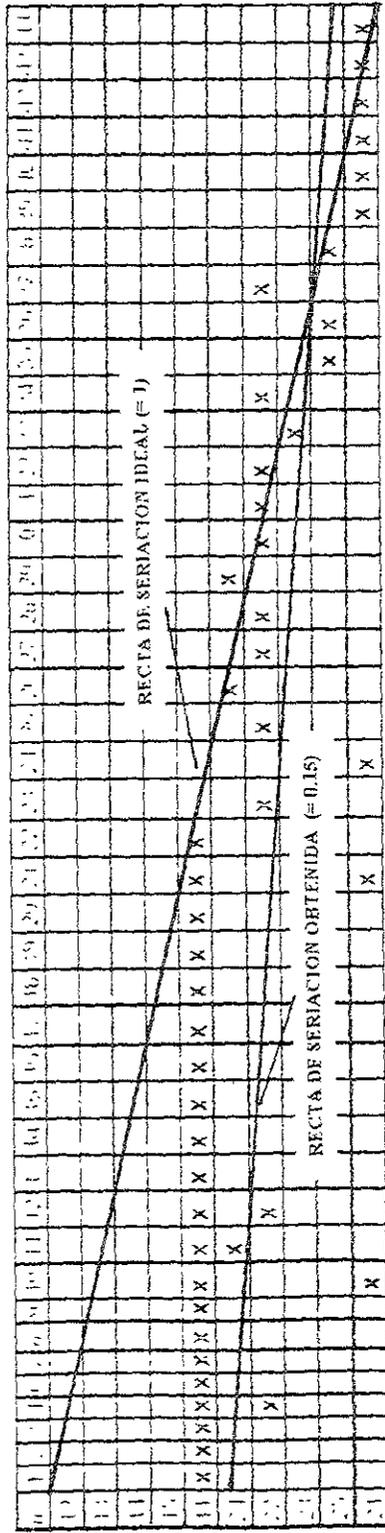
CUADRO 7: Seriación Bioestratigráfica, tomando en cuenta el Pérmico Inferior desglosado para las localidades de Olinalá y Patlanoaya. Se incluyen las especies colectadas en este trabajo mas las de otros autores previos.

El valor de la seriación es $1 - (A_j/R_j) = 0.87$



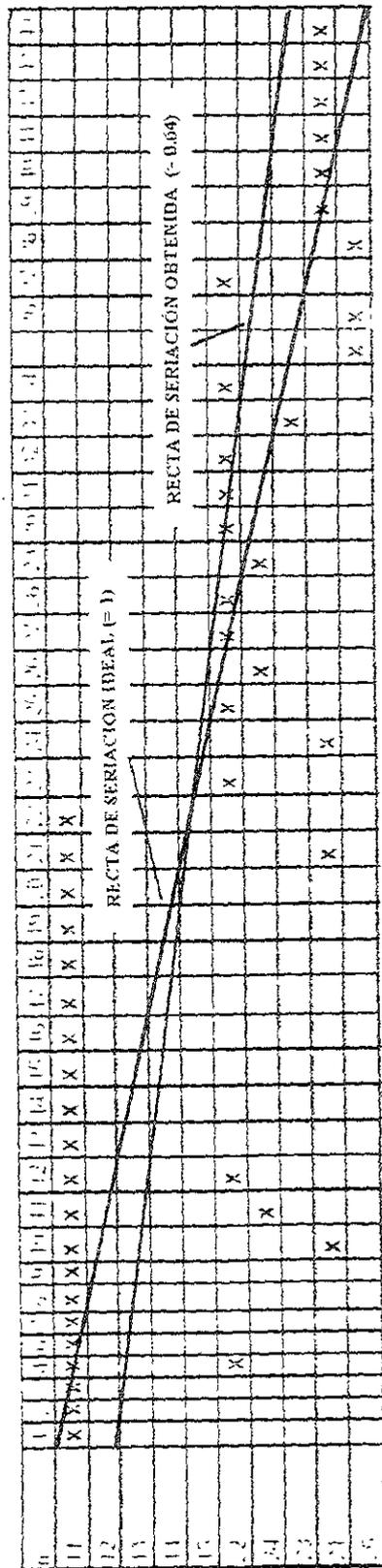
CUADRO 8: Seriación Bioestratigráfica, tomando en cuenta el Pérmico Inferior condensado para las localidades de Olnalá y Patanoaya. Se incluyen las especies colectadas en este trabajo mas las de otros autores previos.

El valor de la seriación es $1 - (A_j/R_j) = 0.06$



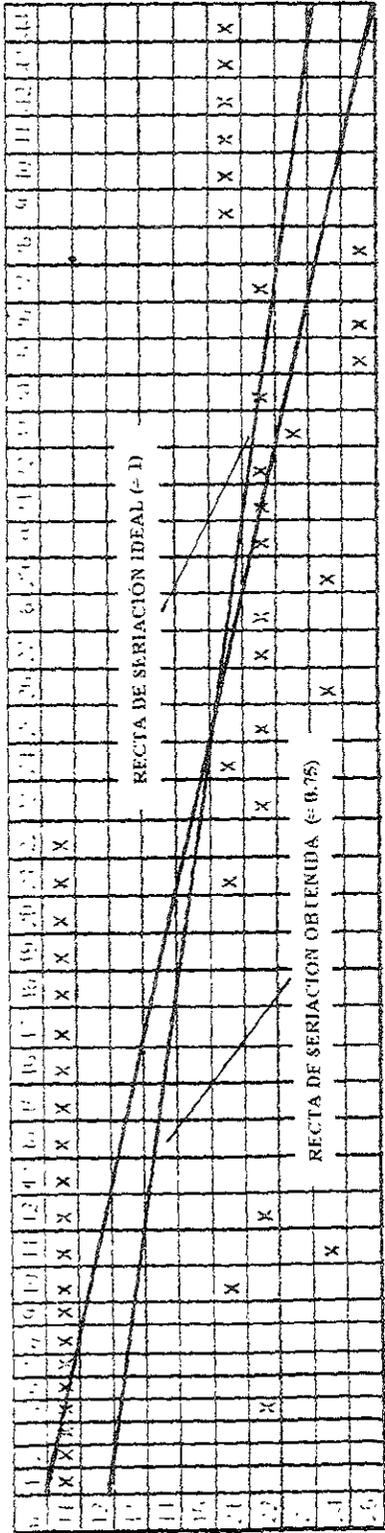
CUADRO 9: Seriación Bioestratigráfica, tomando en cuenta el Pérmico Inferior condensado para las localidades de Olinalá y Patlauoaya. Se incluyen las especies colectadas en este trabajo mas las de otros autores previos.

El valor de la seriación es $1 - (A_j/R_j) = 0.15$



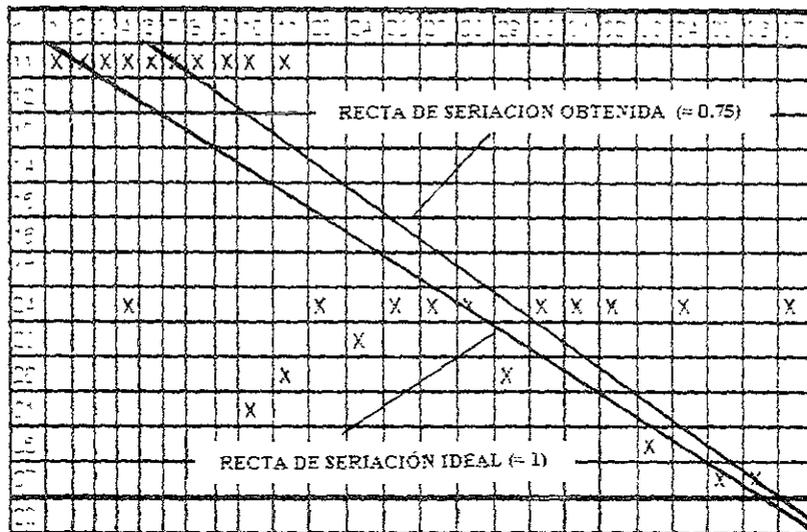
CUADRO 10: Seriación Bioestratigráfica, tomando en cuenta el Pérmico Inferior condensado para las localidades de Oimalá y Patanoaya. Se incluyen las especies colectadas en este trabajo mas las de otros autores previos.

El valor de la seriación es $1 - (A_j/R_j) = 0.64$



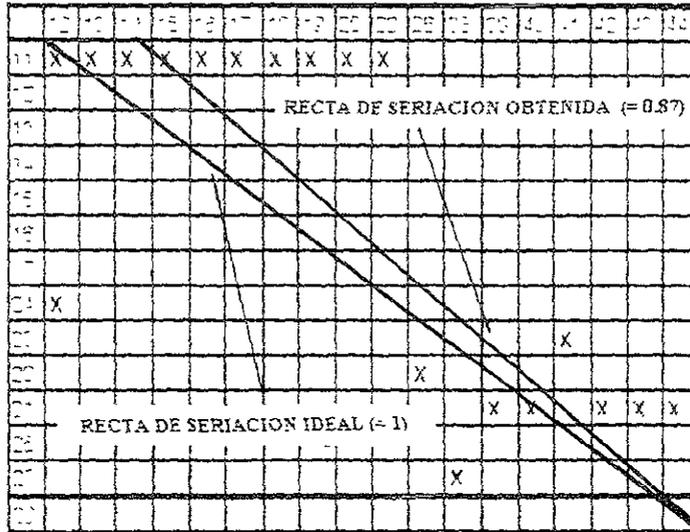
CUADRO 11: Seriación Bioestratigráfica, tomando en cuenta el Pérmico Inferior condensado para las localidades de Olinálá y Patanoaya. Se incluyen las especies colectadas en este trabajo mas la de otros autores previos.

El valor de la seriación es $1 - (A_j/R_j) = 0.75$



CUADRO 12: Seriación Bioestratigráfica, tomando en cuenta las localidades de Olinalá y de Patlanoaya y únicamente a los taxa colectados en el curso de este trabajo.

El valor de la seriación es $1 - (A_j/R_j) = 0.75$



CUADRO 13: Seriación Bioestratigráfica, tomando en cuenta únicamente a las especies colectadas por otros autores en las mismas localidades de trabajo de este proyecto.

El valor de la seriación es $1 - (A_j/R_j) = 0.87$

Dado que hay algunas diferencias entre los resultados con la aplicación de estos tres métodos, se deberá insistir en añadir más datos y especies al muestreo hasta que los resultados sean consistentes por medio de las tres líneas de cálculo propuestas.

CUADRO 14. Muestra las especies comprendidas en el análisis de seriación estratigráfica junto al trabajo de referencia y a su localidad con posición estratigráfica. A=Atokano, M=Misuriano, G=Guadalupiano, L=Leonardiano, V=Virgiliano, O=Osageano, W=Wolfcampiano. (Consultar Apéndice 4).

ESPECIES (m)	TRABAJO DE ORIGEN	LOCALIDAD (P)	NIVEL (n)
<i>Pentaridica pentagonalis</i>	Presente	Olinalá	1. 1. (Guadalupiano)
Hexarradial no descrita	Presente	Olinalá	1.1. (G)
<i>Isocrinus</i> sp.	Presente	Olinalá	1.1. (G)
<i>Dictyoclostus depressus</i>	presente	Ambas	1.1. (G) y 2.4. (Virgiliano)
<i>Paranorella imperialis</i>	presente	Olinalá	1.1. (G)
<i>Paramarginifera</i> sp.	presente	Olinalá	1.1. (G)
<i>Dielasma spatulatum</i>	presente	Olinalá	1.1. (G)
<i>Martinia</i> sp	presente	Olinalá	1.1. (G)
<i>Cancrinella</i>	presente	Olinalá	1. 1. (G)
<i>Wellerella</i>		Ambas	1.1. (G) y 2.3. (Wolfcampiano)
<i>Linoproductus</i>	presente	Ambas	1.1. (G) y 2.6. (Atokano)
<i>Pecopteris</i>	Vázquez-Echeverría Vachard <i>et al.</i>	Ambas	1.1. (G) y 2.4. (V)
<i>Composita</i> sp.	Vachard <i>et al.</i>	Olinalá	1.1. (G)
<i>Orbiculoidea</i>		Olinalá	1.1. (G)
<i>Composita grandis</i>		Olinalá	1.1. (G)
<i>Goniatites</i>	Vachard <i>et al.</i>	Olinalá	1.1. (G)
<i>Adrianites</i>		Olinalá	1. 1. (G)
<i>Agathiceras</i>		Olinalá	1.1. (G)
<i>Stacheoceras</i>		Olinalá	1.1. (G)
<i>Waagenoceras</i>		Olinalá	1.1. (G)
<i>Ciclocaudex</i>	presente	Ambas	1.1. (G) y 2.1. (G)
<i>Heterostelechus</i>		Olinalá	1.1. (G)
<i>Rhizocamax</i>	presente	Patlanoaya	2.4. (V)
<i>Cyclocrista cheneyi</i>	presente	Patlanoaya	2.3. (W)
<i>Mooreanteris waylandensis</i>	presente	Patlanoaya	2.4. (V)
<i>Cyclomischus</i>	presente	Patlanoaya	2.6. (A)

<i>Mooreanteris perforatus</i>	presente	Patlanoaya	2.4. (V)
<i>Preptopremnum</i>	presente	Patlanoaya	2.4. (V)
<i>Blothronagma</i>	presente	Patlanoaya	2.6. (A)
<i>Floricyclus angustimarga</i>	presente	Patlanoaya	2.4. (V)
<i>Dierocalipter doter</i>	presente	Patlanoaya	2.4. (V)
Tetradial no descrito	presente	Patlanoaya	2.4. (V)
<i>Cyclocaudex jucundus</i>	presente	Patlanoaya	2.5. (M)
<i>C. typicus</i>	presente	Patlanoaya	2.4. (V)
<i>Stiberostaurus aestimatus</i>	presente	Patlanoaya	2.7. (O)
<i>Lomalegnum hormidium</i>	presente	Patlanoaya	2.7. (O)
<i>Floricyclus welleri</i>	presente	Patlanoaya	2.4. (V)
<i>Cyclostelechus turritus</i>	Villaseñor <i>et al.</i> , 1987	Patlanoaya	2.7. (O)
<i>Bactrites</i>	Villaseñor <i>et al.</i> , 1987	Patlanoaya	2.1. (G)
<i>Properrinites</i>	Villaseñor <i>et al.</i> , 1987	Patlanoaya	2.1. (G)
<i>Spriferella</i>	Villaseñor <i>et al.</i> , 1987	Patlanoaya	2.2. (L)
<i>Koslowskia</i>	Villaseñor <i>et al.</i> , 1987	Patlanoaya	2.1. (G)
<i>Reticularia</i>	Villaseñor <i>et al.</i> , 1987	Patlanoaya	2.1. (G)
<i>Lophophylidium</i>	Villaseñor <i>et al.</i> , 1987	Patlanoaya	2.1. (G)

PALEOECOLOGÍA

Si se hace una comparación de las formaciones, desde el punto de vista ecológico, tomando en cuenta la similitud de las comunidades representadas en las secuencias de estudio, se puede decir que si bien se observan facies semejantes (cf. Figs. 8 y 9) ello no indica necesariamente que se localice a las mismas comunidades en ellas (Manten, 1970), aunque existan algunas especies comunes, lo cual es estrictamente cierto hasta el momento en que se concluye con el estudio. Pero se puede esperar que este aspecto se aclare mejor con colectas más detalladas para cerrar la diferencia de comunidades entre las dos formaciones y por supuesto tomando en cuenta que existen niveles estratigráficos equivalentes con comunidades bióticas distintas. Hasta el momento, lo que se evidencia con el presente análisis, es que se trata de una secuencia que quedó representada parcialmente en Patlanoaya y parcialmente en Olinalá y que en conjunto parecen representar un segmento importante del Paleozoico Superior de México. Dicho segmento podría considerarse eventualmente en una columna estratigráfica común de sur del país.

Según parece, los afloramientos estudiados en esta investigación son de origen complejo. Aunque, una parte importante es indudablemente originada en procesos de cambio de nivel del mar, como ocurrió seguramente para dar origen a las secuencias de playa del afloramiento No. 1 (Fig. 2) de Olinalá, o tal vez como en los bancos calcáreos del Pensilvánico (Atokano?, Misisípico Superior?) de Patlanoaya, donde se comenzaron a establecer poco a poco los ambientes que

fueron dominantes después del fenómeno de extinción Pérmico-Triásico, cuando hay un cambio ambiental gradual que va llevando a la crisis a los ecosistemas costeros. Pero en términos generales la apreciación es que el origen de los afloramientos es tectónico, como en aquellos cambios de cuenca profunda a plataforma clástica de Olinalá (cf. Fig. 8) o en los hiatos entre el Pensilvánico y Misisípico de Patlanoaya (cf. Fig. 9) mostrándose bruscos cambios ambientales en forma de discordancias erosionales.

El material fósil identificado en la secuencia clástica marina de Olinalá proviene básicamente del afloramiento No 1 (cf. Fig. 2). Aquí se encuentran tres comunidades diferentes de braquiópodos intercaladas con una capa de sedimento continental que contiene plantas indicadoras de edad paleozoica tardía. Se muestrearon ocho especies de braquiópodos en un conjunto de estratos del Pérmico. La presencia en un estrato cercano inferior de un amonite de la especie *Pseudogastrioceras roadense*, reconocido fósil índice del Pérmico Medio, asigna al menos esta edad para los braquiópodos de tales comunidades.

Los presentes registros son parte de la extensa lista que se compone tomando en cuenta los trabajos de Villaseñor *et al.* (1987); Vázquez (1986); Corona-Esquivel (1993); Vachard *et al.* (1993, 1997) y Esquivel-Macias (1996).

CUADRO 15. Lista de braquiópodos de la Formación Olinalá.

TAXONES/ESPECIE	LOCALIDAD/POS. ESTRATIGRÁFICA	DESCRIPCIONES PREVIAS/POS. ESTRATIGRÁFICA	ESTRATO DEL AFLORAMIENTO 1 DE LA Fm. OLINALÁ-LOS ARCOS. DE ACUERDO A FIGURA
<i>Dyctioclostus depressus</i>	Olinalá/Pérmico	Antimonio, Son. Calnali, Hgo./Pérmico	Comunidad 1 y 2
<i>Cancrinella rugosa</i>	Olinalá/Pérmico	Las Delicias, Coah./Pérmico	Comunidad 1 y 2
<i>Linoproductus</i> sp.	Olinalá/Pérmico	Cosmopolita/ Miss Temprano-Perm. Tardío	Comunidad 3 Comunidad 1
<i>Paramarginifera</i> sp.	Olinalá/Pérmico	Pensilvánico-Pérmico Temprano	Comunidad 1
<i>Wellerella lemasi minor</i>	Olinalá/Pérmico	Cosmopolita/-Caborca, Son./Pensilvánico-Pérmico	Comunidad 3 Comunidad 2
<i>Paranorela imperialis</i>	Olinalá/Pérmico	Las Delicias, Coah./Pérmico	Comunidad 3 Comunidad 2 Comunidad 1
<i>Martinia</i> sp.	Olinalá/Pérmico	El Antimonio, Son. Pensilvánico-Pérmico	Comunidad 1
<i>Dieiasmaaff. spatulatum</i>	Olinalá/Pérmico		Comunidad 2

Análisis de un caso, la comunidad de *Paranorella imperialis* en el afloramiento No. 1 de Olinalá

La presencia de un número muy grande de ejemplares de la especie *Paranorella imperialis* Cloud, hizo posible su análisis morfométrico estadístico, una parte del cual fue permitida y asesorada como una tesis de licenciatura derivada de este mismo proyecto (López, 1997).

CUADRO 16. Estadística descriptiva para las tallas ancho, largo y espesor de la población de *Paranorella imperialis*.

VARIABLE	TAMAÑO DE MUESTRA	MEDIA	VARIANZA	DESV. ESTANDAR	INTERVALO (rango)
Largo	133	1.30	0.925	0.304	1.49
Ancho	133	1.45	0.097	0.312	1.77
Espesor	56	0.77	0.054	0.233	0.96

A partir de esta estadística descriptiva básica (Cuadros 16 y 17) de la población de *P. imperialis* se desprende un criterio de normalidad estadística en cuanto a estructura de tallas (Fig. 15). La demostración de normalidad en las poblaciones se ha tomado por algunos autores como indicador de una población intacta (Raup y Stanley, 1978) lo cual es posible en este caso pues en principio parece encontrarse fosilizada *in situ*. Sin embargo, aunque lo común es que los fósiles de poblaciones y comunidades bentónicas infaunales de sedimento fino se encuentran bien preservados *in situ*, en este caso debe tomarse con reserva por las siguientes razones:

Es probable que la poca variabilidad observada en las tallas (Cuadros 16 y 17, cf. Fig. 15) sea producto de una estructura de edades sesgada hacia el estadio adulto. Debe recordarse que los braquiópodos tienen estadios larvales planctónicos y no aparecerán en el bentos hasta ya formada la concha. Aunque la referida muestra es estadísticamente normal, se podría pensar que se encuentra seleccionada la talla adulta, dado que los braquiópodos tienen una curva de vida en la que sufren una gran mortalidad inicial, y mostrando posteriormente una tendencia a la predominancia de tallas mayores durante gran parte del ciclo de vida y finalmente un descenso brusco por vejez. Al respecto se puede suponer que la población muestreada tiene una normalidad de tallas que tiende justamente a inclinarse hacia la derecha o hacia las tallas mayores.

Conviene también discutir sobre el transporte diferencial de los sedimentos como causa de la estructura de la población observada. Ello es importante en la reconstrucción paleoambiental pues se desea saber qué clase de ambiente sedimentario se está analizando. Suponiendo que los organismos contenidos en este estrato son contemporáneos, es posible que hayan sido eliminadas algunas tallas, que, tal vez por ser diminutas y frágiles, fueron excluidas en un arrastre diferencial de sedimentos. También es posible que algún depredador eliminase dichas tallas diminutas, pero de ello no hay pruebas en los sedimentos.

Otra posibilidad es que, por un cambio en las corrientes, como el aumento o disminución de las mismas y un consiguiente cambio en la velocidad de sedimentación, se dejaron de implantar juveniles a

a población, lo que podría significar que hubo un cambio ambiental más o menos drástico poco tiempo antes de la fosilización de esta población y después de su última época reproductiva, por lo que se observa una población "vieja" que no se estaba renovando.

Por otra parte, no se observa un patrón particular en la disposición espacial de las conchas, sino que se encuentran al azar, como si los organismos se hubiesen preservado en una posición diferente a la de vida natural, pero sin sufrir un transporte pues están completas y no muestran deterioro alguno. Tal vez sólo hubo suficiente arrastre para eliminar tallas pequeñas y la disposición resultante podría ser característica de un ligero flujo de turbidez sobre el borde de una plataforma clástica. De cualquier modo, en el afloramiento parece presentarse una composición aproximada a la comunidad original de filtradores infaunales, si se toma en cuenta la presencia de otras especies de braquiópodos. En consecuencia, con todas estas consideraciones parece una comunidad aproximadamente *in situ* sin alteraciones importantes en su composición faunística.

La fauna de estos estratos pérmicos es dominada (Comunidad 1, Cuadro 18) por *Paranorella imperialis*, sin la presencia de otros phyla con concha, con abundancia particular de rinconélidos y productidos, de los cuales se distinguen tres comunidades: la comunidad 1 en que domina *Paranorella imperialis*, en un 90% y con la mayor riqueza específica constituida por *Martinia*, *Paramarginifera*, *Linoproductus*, *Canocrinella* y *Dyctioclostus*, con un índice de diversidad de 0.12 y un índice de dominancia de 0.84. En la comunidad 2, en que dominan juntas *Canocrinella rugosa* y *Paranorella imperialis* se da una transición donde acompañan marginalmente *Dielasma*, *Wellerella* y *Dyctioclostus*, con el índice de diversidad 0.64 y el de dominancia 0.20 con menor riqueza. La comunidad 3 ya es dominada por *Wellerella* acompañada en menor cantidad por *Paranorella* y *Linoproductus* con índice de diversidad de 0.56 y un índice de dominancia de 0.23. El mismo efecto de cambio de los parámetros de diversidad y de dominancia se aprecia con el índice de Shannon. (Cuadros 18 y 19)

De acuerdo con el tipo de sustrato y la interpretación de morfología funcional (Muir-Wood, y Cooper, 1960; Muir-Wood, 1965) de los braquiópodos, indica que su alimentación era fitoplancton, al respecto Mc Cammon (1969) considera que la alimentación óptima de los braquiópodos articulados, consistía en nutrimentos orgánicos coloidales vivientes disueltos, en el agua sobreyacente al fondo, con el fitoplancton como complemento. Como este tipo de alimentación requiere de aguas tranquilas, bien iluminadas y con alto contenido de nutrimentos en las que se acumula sedimento fino, con fondos lodosos blandos y arenas de grano grueso sujetas a menor agitación, parece claro que el paleoambiente en que se desarrollaron estos organismos era el borde de una plataforma clástica somera cercana a una playa, con la cercanía intermitente de una desembocadura de agua continental, como un río o una laguna costera. Esta última apreciación se refuerza con la presencia intermitente de un estrato adyacente donde se hallan restos vegetales continentales (cf. Fig. 16). De cualquier modo, al irse sustituyendo este ambiente por el de costa rocosa, las comunidades de braquiópodos fueron eliminadas para después establecerse en el ambiente de costa rocosa en esa misma localidad (Triásico del Grupo Tecocoyunca).

..... POLÍGONO DE FRECUENCIAS DE LONGITUD
 - - - - - POLÍGONO DE FRECUENCIAS DE ANCHO
 - - - - - POLÍGONO DE FRECUENCIAS DE ESPESOR

FRECUENCIA

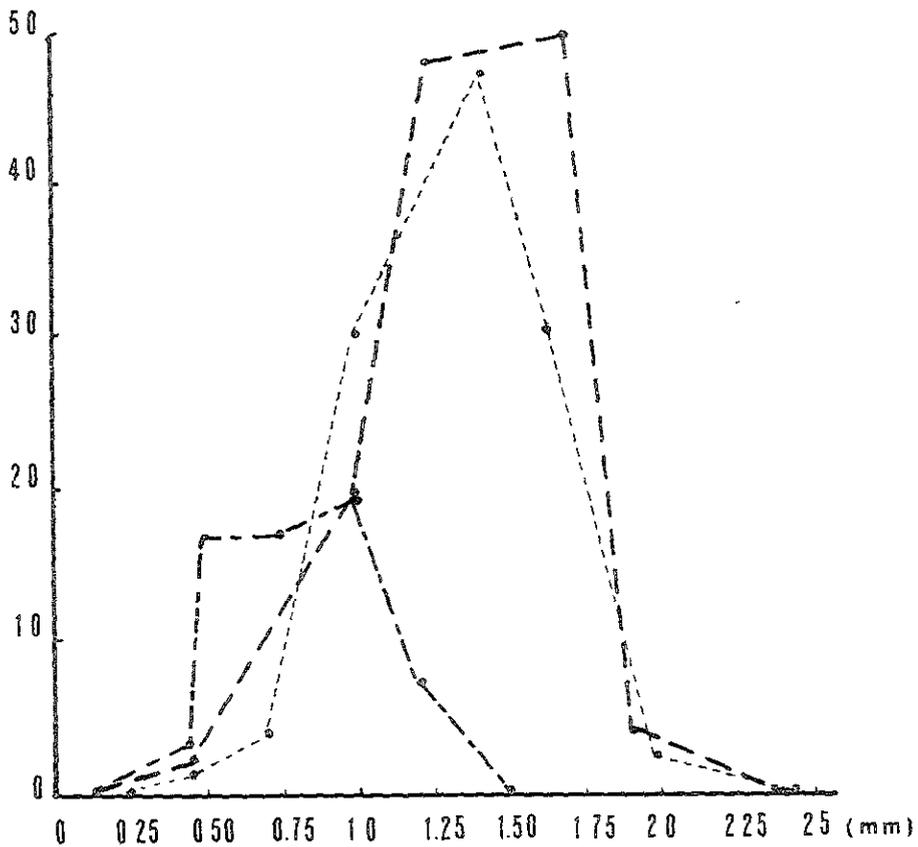
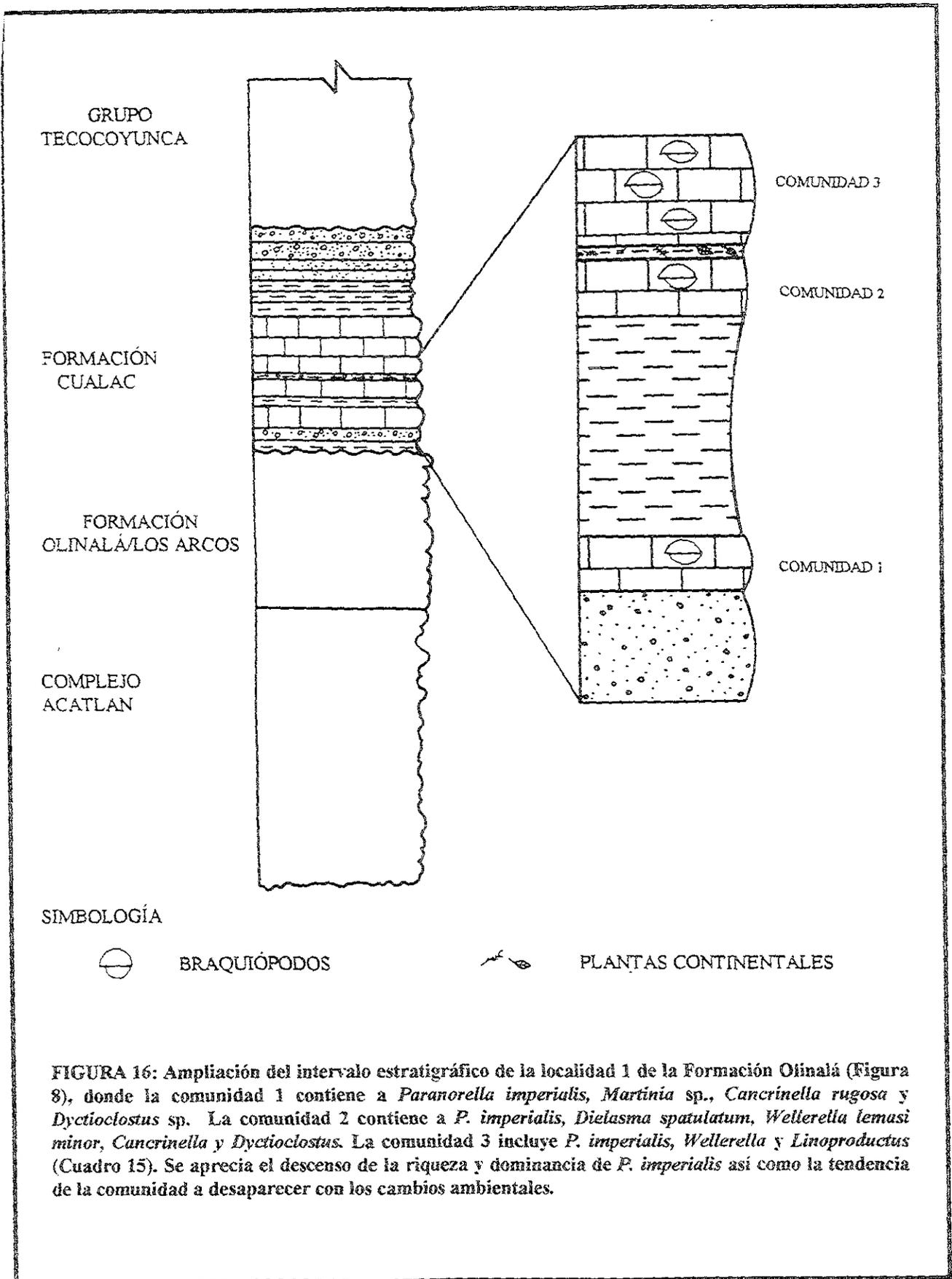


FIGURA 15: Gráfica de distribución de frecuencias de las tallas del braquiópodo articulado *Paranorella imperialis* Cloud.



CUADRO 17. Frecuencias de longitud de *Paranorella imperialis* con N = 133; media = 1.32 y Desv. Est. = 0.304.

CLASE	INTERVALO	MEDIANA
1	0-0.3	0.15
2	0.3-0.6	0.45
3	0.6-0.9	0.75
4	0.9-1.2	1.05
5	1.2-1.5	1.35
6	1.5-1.8	1.65
7	1.8-2.1	1.95
8	2.1-2.4	2.25

CUADRO 18. Elementos que definen la estructura de las comunidades en la localidad 1 de la Formación Olinalá/Los Arcos.

	<i>Paranorella imperialis</i>	<i>Martina</i> sp.	<i>Dielasma spatulatum</i>	<i>Wellerella lemasi minor</i>	<i>Paramarginifera</i> sp.	<i>Linoproductus</i> sp.	<i>Cancrinella</i>	<i>Dycoclostus</i>
Comunidad 3	3			7		1		
Comunidad 2	30		5	5			30	1
Comunidad 1	100	3			1	1		1

CUADRO 19. Cambio de la dominancia y de la diversidad de una comunidad a otra de *Paranorella*; se va sustituyendo esta especie en la comunidad 2, por *Cancrinella* y en la comunidad 3, por *Wellerella*. La diversidad pasa de alta a baja y la dominancia de única a compartida, es decir de una comunidad poco diversa a una más diversa.

COMUNIDAD	ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON	ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANON
Comunidad 3 Riqueza 3 Abundancia 11	Diversidad = 0.56 Dominancia = 0.23 Div. Máx. = 0.76 Div. Unif. = 0.73	0.85 0.21 1.04 0.78
Comunidad 2 Riqueza 5 Abundancia 61	Diversidad = 0.64 Dominancia = 0.20 Div. Máx. = 0.81 Div. Unif. = 0.79	1.19 0.25 1.60 0.74
Comunidad 1 Riqueza 6 Abundancia 107	Diversidad = 0.12 Dominancia = 0.84 Div. Máx. = 0.84 Div. Unif. = 0.15	0.33 0.81 1.79 0.18

Aspectos paleoecológicos de crinoides

Existen a nivel mundial interesantes trabajos sobre la paleoecología del grupo (Moore y Laudon, 1943; 1949; Moore, 1938; 1942; 1948; Menn, 1994; Messing, 1994; Meyer, 1971; 1974; Meyer y Macurda, 1974; Roux *et al.*, 1994), por lo que se cuenta con antecedentes importantes. Las comunidades de crinoides representadas en las formaciones de estudio muestran con claridad el ambiente sedimentario desde el punto de vista geológico y tafonómico. Además las facies arrecifales o más propiamente dicho periarrecifales son bien definidas (Facies 5, 6, 7 y 8 de Wilson), pero los fragmentos fósiles están tan acumulados y deteriorados por el oleaje y por factores relacionados a la recristalización de las rocas portadoras, que no se pueden reconocer a nivel taxonómico en su mayoría.

La taxonomía de los crinoides de estas formaciones se ha hecho con ejemplares aislados que, por un lado, bastan para imaginar la diversidad de especies que componían la comunidad arrecifal pero, por otro, no bastan para hacer un análisis de tipo autoecológico o sinecológico, como el intentado para las comunidades de braquiópodos, las cuales son más resistentes a la alteración por ser de hábitos infaunales. Los crinoides se desarticulan con facilidad al morir y los restos son tan abundantes, que no se puede hablar del número preciso de individuos o de su relación con la cantidad de taxones desde el punto de vista de los índices de diversidad, ni desde el enfoque de la sucesión de comunidades, lo que equivale a considerar que a pesar de su manifiesta abundancia no se reconocen parámetros de poblaciones o de comunidades cuantificables.

Con la estructura de los restos columnares se pueden hacer algunas conjeturas sobre la energía del oleaje o sobre sus depredadores. Se puede mencionar que seguramente la gran disponibilidad de alimento determinaba la abundancia y riqueza de especies, que aún se observa, así como el notable tamaño que alcanzaban alguna especies si se les compara con los pequeños crinoides actuales. De esto se desprende que la competencia, tanto inter como intraespecífica, debió ser intensa y además fue uno de los más importantes factores de selección por competencia en torno a un recurso (Hickey y Yonker, 1981), delineando un símil con comunidades tropicales actuales, tanto marinas como terrestres, donde la luz es el factor más determinante en la competencia. Entonces, como ahora, la columna de agua es la fuente de alimentación y no el fondo, a diferencia del caso de los braquiópodos.

CONCLUSIONES

Las hipótesis planteadas al principio del trabajo fueron confirmadas, de modo que la composición de las faunas contenidas en las formaciones de estudio consisten en fusulinidos, braquiópodos, crinoides, briozoarios, corales, amonites y algas, pero no se encontró ningún gasterópodo o bivalvo. También se avala la existencia de mares someros tropicales, pero se determina que estos existieron con alternancia de cuencas profundas, sobre todo en la Fm Olinalá. Asimismo se encontró que la mayoría de los fósiles localizados fueron sepultados *in situ* y pertenecen a comunidades arrecifales bien tipificadas y representadas.

Se describieron 8 taxones de braquiópodos, todos en la Fm. Olinalá/Los Arcos y una en la Fm. Patlanoaya, ninguno de los cuales es nuevo con respecto a estudios anteriores. En la Fm. Cuxtepeque no se localizó ningún braquiópodo. La descripción correcta de *Paramorella imperialis* se hizo a partir de ejemplares erróneamente determinados como *Tomioopsis* (Esquivel, 1996) a partir de nuevos ejemplares recolectados.

En cuanto a especies de crinoides, en la Fm. Olinalá/Los Arcos se describe un taxones de crinoide. Se describieron 17 taxones en la Fm. Patlanoaya; de acuerdo con la información disponible De estas últimas, 12 son redescrpciones del trabajo de Esquivel (1996) con nuevos ejemplares, 5 son nuevos registros para México, incluyendo dos especies nuevas en proceso de descripción, una de las cuales pudiera representar una convergencia evolutiva con la familia de los cupressocrinitidos provenientes del Devónico europeo. En la Formación Cuxtepeque no se encontró ningún ejemplar identificable. Se amplió de 15 a 32 el número de especies de crinoides en total. Para el Paleozoico Tardío el número va desde 11 especies previas a 28 actuales. Los nuevos registros del Paleozoico suman 17 contra los 11 existentes hasta el año de 1993, con lo que hay un aumento de 145 % en 5 años. Se espera un aumento adicional de registros taxonómicos si se continúa con la búsqueda en estas formaciones. Se propone la ampliación de intervalo estratigráfico para: *Isocrinus sp*, *Pterotocrinus bifurcatus*, *Rhisocamax cristata*, *Ampholenium apolegma*, *Dierocalipter doter*, *Pentaridica pentagonalis*, *Floricyclus angustimarga* y *F. welleri*, con lo que mejoraría la calidad de la bioestratigrafía hecha con estas especies. La parataxonomía de crinoides, con base en elementos columnares, ha mostrado ser prometedor y es complementaria a la tradicional, pero deben homologarse los elementos columnares con los tecales para desarrollarlas más y obtener herramientas mas poderosas para la bioestratigrafía. El único elemento del tegmen (*Pterotocrinus bifurcatus*), que ha surgido hasta ahora en México, confirma la regla de ausencia de estos elementos para fines prácticos, pero se ha incluido su descripción aquí por su importancia y novedad.

De acuerdo con el presente trabajo, se sostiene la opinión de que se debe seguir trabajando en estas formaciones, ya que continúan produciendo novedades estratigráficas y taxonómicas. Los estudios hechos hasta ahora no han bastado para terminar de describir la fauna que contienen las formaciones y se estima que aportan importantes datos que, junto a las demás formaciones paleozoicas del sur de México, pueden coadyuvar a la interpretación de la historia geológica de esa región.

Los registros de braquiópodos y crinoides obtenidos apoyan con solidez que, durante el Carbonífero, el Complejo Oaxaqueño estaba estrechamente relacionado con el emplazamiento de las

faunas de los márgenes de la cuenca de Ouachita, y que aún durante el Pérmico, se conservaba parte de esta relación con el sur de la cuenca (Texas, Colorado, Coahuila y Tamaulipas).

Se realizó un análisis de cuenca en las Fm. Olinalá/Los Arcos y Patlanoaya encontrando en ambas formaciones varios ciclos completos de Lombard consistentes en pares de transgresión-regresión marina, ellas incluyen casi todas las facies carbonatadas del modelo de Wilson (1975). En la Fm. Olinalá se documentó en detalle la sucesión de una comunidad de braquiópodos por medio de sus índices de diversidad y de dominancia, obteniendo indicios del progresivo estresamiento ambiental a fines del Pérmico, el cual ha sido documentado mundialmente, de tal forma que se aporta un argumento para decir que la extinción masiva correspondiente no se presentó de manera brusca, al menos en el ambiente representado en Olinalá.

En la formación Cuxtepeque se encontraron fusulínidos bien preservados y crinoides mal conservados formando encrinitas, de tal manera que no se mantuvo la superficie articular de la placa; columnar. En consecuencia los resultados taxonómicos no son comparables con los de las otras dos formaciones. En la localidad de Cuxtepeque sólo se encontraron vestigios (clipa) de tal secuencia. Los trabajos en las localidades de Ihualtepec y Mixtepec, en Oaxaca, debieron abandonarse por falta de seguridad de la región y por ello sólo se alcanzó una colecta preliminar en Ihualtepec, encontrándose una placa tegminal de *Pterotocrinus bifurcatus*. Es recomendable buscar las condiciones adecuadas para la continuación del trabajo porque seguramente se producirán mas hallazgos estratigráficos y taxonómicos.

En esta investigación se eligió aplicar el método de seriación estratigráfica para correlacionar cuantitativamente los afloramientos, obteniéndose resultados que permiten afirmar la existencia de correlación complementaria entre las formaciones. Es decir, que probablemente no son secuencias equivalentes, pero son parte de una unidad paleoambiental característica del sur de México y se les podría considerar junto a otras formaciones (Yododeñe y Santiago-Ixtaltepec) como parte de una columna única del conjunto Mixteco-Oaxaqueño, si es que se demuestra que son fragmentos representativos de una misma historia.

Con el índice de similitud de Simpson se obtuvo una similitud faunística más bien baja. Algo semejante ocurrió con el índice de similitud de Sørensen. En contraste, la correlación por medio de la seriación proporciona mejores valores cuantitativos. Se recomienda aplicar, de manera más extensa, el método de seriación a otros conjuntos de datos estratigráficos, y con ello se aportaría más información sobre otras formaciones. La correlación paleoecológica es baja en cuanto a la secuencia de acontecimientos bioestratigráficos, pero alta en cuanto al contenido de facies carbonatadas de mares someros.

Las comunidades de crinoides de todas las formaciones son ricas y diversas. La estructura morfológica de las especies evidencia un ambiente arrecifal muy dinámico y rico en nutrientes. Es evidente que había fuertes corrientes y oleaje, por lo que pocos ejemplares se han conservado reconocibles debido a la fragilidad del cuerpo de los lirios de mar al morir.

DESCRIPCIONES SISTEMÁTICAS

FORMACIÓN OLINALÁ

Braquiópodos

Phylum Brachiopoda Duméril, 1806

Clase Articulata Huxley, 1869

Orden Strophomenida Opik, 1934

Diagnosis: La Concha es de plana a cóncavo-convexa, menos común como biconvexa, varía mucho en la forma, que puede ser resupinada o geniculada, sin interárea, vestigial o bien desarrollada; charnela en pocas ocasiones reducida; casi siempre con pseudodeltidio, el cual es muy desarrollado o continuo con la interárea ventral. El Quilidio, que varía en su desarrollo, puede ser indistinguible en la interárea dorsal. El forámen peduncular tiene cubierta supra-apical en el estado juvenil y rara vez abierto en el estado adulto o bien se llega a cementar la valva peduncular. Hay presencia de espinas en la valva braquial y en la peduncular. Presenta proceso cardinal desde la parte media en un par de lóbulos poco aparentes, articulación poco desarrollada, a veces vestigial. El lofóforo es variable entre los tipos esquirolófo a espirolófo o plectolófo, soportado por surcos o láminas dorsales, rara vez por espinas calcáreas. El músculo ventral suele verse expandido, nace en la cavidad umbonal, rara vez en estructuras salientes; músculo aductor dorsal, seccionado en cuatro partes, raramente saliente. Concha pseudopunteada, con capa LÁMINA secundaria, rara vez impunteada. El intervalo estratigráfico incluye entre el Ordovícico Inferior y el Jurásico Inferior. Por otro lado, Rowell y Grant (1987) extienden su intervalo del Ordovícico al Triásico. El orden comprende 865 géneros.

Suborden Strophomenidina Opik, 1934

Diagnosis: Concha con el contorno circular o subcuadrado. Valvas cementadas por un umbo ventral y con un par de dientes en la valva peduncular; el músculo ventral inductor subcircular es elongado y oval. Las cicatrices diductoras son grandes y flabelformes, las cicatrices aductoras posteriores son ovales en la valva peduncular. El Quilidio está bien desarrollado. Las interáreas están presentes en ambas valvas, son mayores en la valva ventral con pseudodeltidio bien desarrollado, el proceso cardinal es simple, pero en los Strophomenidina recientes predomina la existencia de un proceso cardinal evidente. Los braquióforos están presentes (Devónico-Pérmico).

Familia Dictyoclostidae Stehli, 1954

Diagnosis: Concha generalmente grande, geniculada y con costillas. Disco visceral reticulado, que deja una cicatriz grande. Proceso cardinal sésil, trilobulado, con un lóbulo mediano. Músculos aductores dendríticos, surco braquial horizontal (Cámbrico Inferior - Pérmico).

Subfamilia Dictyoclostinae Stehli, 1954

Diagnosis: La concha presenta región umbonal reticuladas, en ambas valvas.

Género *Dictyoclostus* Muir-Wood, 1930

Modificado por Muir-Wood, 1930, p.103; Miloradovich, 1945, p.496; Sarycheva, 1949, p.88 y Sarycheva y Sokolskaja, 1952, p. 136.

Diagnosis: La concha es grande, masiva con contorno que va de redondo a cuadrado. La valva pedicelar es fuertemente convexa; la charnela es extensa; los costados tienen pendientes pronunciadas; umbo masivo y redondeado; interáreas desarrolladas. Valva braquial ligeramente cóncava, raramente geniculada. La ornamentación de la valva pedicelar consiste en costillas en todos los estados de desarrollo, algunas veces ausentes en los costados; numerosas arrugas prominentes en toda la valva o sólo en el disco pedicelar; con marcada reticulación y unión de arrugas y costillas; numerosas espinas finas, erectas arregladas en los lados y algunas arregladas en bandas alrededor de la porción frontal de la valva pedicelar o bien en líneas cerca de la charnela. Valva braquial sin ornamentación evidente y con pocas espinas en la base. El interior de la valva pedicelar tiene músculos aductores dendríticos elongados; músculos diductores amplios, flabelados, se extienden más allá de los aductores. El interior de la valva braquial tiene proceso cardinal corto, bilobulado en la región anterior, trilobulado posteriormente. El lofofilidio está bien desarrollado; Las arrugas laterales se extienden a lo largo del margen de la charnela, se estrechan lateralmente.

Dictyoclostus depressus Cooper, 1965
(LÁMINA 1, APÉNDICE 1)

Dictyoclostus depressus Cooper, 1965, p.37, lámina 9, figs. 1-10; lám. 10 B, figs. 8-13; lám. 11 A, figs. 1-4.

Descripción. La concha es grande, tan larga como alta, de contorno variable entre circular y subcuadrado con geniculación evidente. La ornamentación consiste en costillas finas, ligeramente separadas que al interceptarse con las líneas de crecimiento forman una retícula. La valva peduncular es grande y ampliamente geniculada, de tal manera que la superficie umbonal y el margen anterior son paralelos. En los adultos se observan señales de la base de espinas. Los márgenes laterales son abombados, descienden inclinados del umbo a la línea cardinal. El umbo es ligeramente saliente. En la parte media de la valva peduncular existe un surco hundido, que se extiende hacia la región anterior y desaparece en la proximidad de la cauda, tal característica le hace tener una concha bilobulada. La valva braquial sigue la geniculación de la valva peduncular, es ligeramente cóncava, no tiene ornamentaciones debido al mal estado de conservación.

Dimensiones (mm)

No. DE EJEMPLAR	LONGITUD	LONGITUD DE CURVATURA ANTERIOR	ANCHURA
1	15.8	24.0	19.2

2	18.2	29.0	22.5
3	19.5	27.0	22.8
4	23.0	31.0	26.0

Localización y posición estratigráfica: Los ejemplares se encontraron a las afueras de Olinalá, en un afloramiento Pérmico.

Discusión: Los ejemplares presentan concha cuadrangular, cóncavo-convexa, geniculada y de superficie rugosa, con grupos de espinas finas en la valva peduncular, que se distribuyen sobre todo en la región anterior y media. *Dictyoclostus depressus* fue descrita por vez primera por Cooper (1965, p.37, lám.9, fig.1-10; lám.10B, fig. 8-13; lám. 11A, fig. 1-4) para el Pérmico del Antimonio, Sonora. Dicho autor señala que la valva braquial sigue la geniculación de la valva peduncular, que es ligeramente cóncava, quizá sin rasgos ornamentales debido al mal estado de conservación de la concha, dichas características son muy semejantes a las que los especímenes recolectados evidencian.

Esta especie se ha descrito en algunas localidades pérmicas de México, como en Monte Redondo, Chis., (Buitrón *et al.*, 1979); Calnali, Hgo.,(Buitrón *et al.*, 1987) y en la Sierra del Tule, al noreste de Sonora (González-León, 1986).

Suborden Productidina Waagen, 1883

Diagnosis: Concha con capa laminar pseudopunteada, compuesta de capa laminar con taleolos y capa lamelar delgada externa. Valva pedicelar convexa, valva braquial delgada o cóncava, raramente convexa, o bien, una o ambas valvas geniculadas. Valva pedicelar siempre provista de espinas tubulares y con frecuencia la valva braquial también las presenta. Interior de la valva braquial con proceso cardinal lobulado y surcos braquiales en forma de gancho. Fosetas ausentes. Músculo aductor liso, lobulado o dendrítico en ambas valvas. Pedicelo presente sólo en el estado juvenil; los adultos se fijan directamente por cementación del pico ventral y se enganchan con ayuda de las espinas (Devónico Inferior - Pérmico Superior). El grupo comprende 350 géneros.

Familia Linoproductidae Stehli, 1954

Diagnosis: Productidos con presencia de costillas y arrugas en la concha e hileras de finas espinas cerca de la charnela. Proceso cardinal trilobulado, con lóbulos separados. Cavidad del cuerpo pequeña, músculos diductores dendríticos (Carbonífero - Pérmico).

Subfamilia Linoproductinae Stehli, 1954

Diagnosis: La concha es de tamaño pequeño o mediano, contorno subcircular, valva pedicelar convexa con los lados redondeada. Los lados son extendidos o con pendiente pronunciada; El umbo es fuertemente incurvado; extremos de la charnela pequeños, delgados; anchura mayor en la región media de la valva. Valva braquial cóncava o adelgazada en la región del disco visceral, geniculada.

Valva pedicelar ornamentada por múltiples costillas finas, bifurcadas o con numerosas intercalaciones; numerosas espinas, largas, finas y recumbentes o sub-erectas, sobre las costillas

conspicuas, las arrugas atraviesan la región central entre los flancos de la concha, sobre los flancos o sólo en los extremos de la charnela. La valva braquial con costillas y arrugas, espinas ausentes. Interior de la valva pedicelar tiene músculo aductor dendrítico y colocado posteriormente, es ancho y estriado; los músculos diductores se extienden hacia la región anterior.

Interior de la valva braquial con proceso cardinal bilobulado, sésil con dos planos, divergente, depresión media, bordes elevados de los lóbulos piriformes y cara trilobulada externa; brevisepeto corto; surco ligeramente curvado lateral; diductores débilmente dendríticos, no se observan surcos braquiales (Pensilvánico - Pérmico).

Género *Linoproductus* Chao, 1927

Diagnosis: Concha de contorno cuadrangular, cóncavo-convexa, ornamentada por costillas finas, arrugas irregulares y espinas.

Linoproductus sp.
(LÁMINA I, APÉNDICE 1)

Descripción: La concha es de tamaño medio con el contorno cuadrangular. Las valvas tienen en la superficie costillas finas y rugosidades irregulares. Existen hileras de cicatrices en posición irregular, que corresponden a espinas. La línea de la charnela es muy larga. La valva peduncular es geniculada. Los flancos están plegados y sobre ellos hay costillas bien desarrolladas.

Dimensiones (mm)

No.DE EJEMPLAR	ESPEJOR	LONGITUD	ANCHURA
O-8	18.7	25.0	24.0

Localidad y posición estratigráfica: Los ejemplares pertenecientes a este género se recolectaron en las capas de la Formación Olinalá (Pérmico) localizadas en las cercanías del poblado de Olinalá, Guerrero, Afloramiento uno (cf. Fig. 2).

Observaciones: El género fue cosmopolita durante el intervalo del Misisípico Temprano al Pérmico Tardío. En México y los EUA se informa únicamente para el Pérmico Tardío, sin embargo con este estudio se amplía su edad al Pérmico Inferior. Sour y Tovar (1989) encontraron *L. planiventralis* y *L. echinatus* en Ixtaltepec asociados a calcarenita, en una facies arrecifal; sin embargo en este trabajo no se interpreta así el ambiente de *Linoproductus*, que podría ser de otra especie o bien si es de la misma ya publicada podría tener la flexibilidad para adaptarse a diferentes ambientes. Como no se tiene una determinación específica no se tiene respuesta por el momento.

Canocrinella rugosa Cloud, 1944

(LÁMINA II APÉNDICE 1)

Canocrinella rugosa Cloud, 1944, p. 52, lámina 17, figs. 32-34.

Descripción: El tamaño de la concha es de pequeño a mediano, de forma cóncavo-convexa, el contorno subpentagonal y una evidente geniculación. La valva pedicelar es marcadamente convexa con arrugas concéntricas e irregulares. La anchura mayor se encuentra en la región media de la concha. El umbo está curvado hacia la valva braquial. El ápice está fuertemente incurvado, es saliente e incluso convexo. La ornamentación consiste en costillas finas y poco espaciadas, incluyendo de 7 a 9 en una amplitud de 5 mm. El contorno subcuadrado y las arrugas en la superficie son característica común de otras especies de este género.

Dimensiones (mm) Valva ventral

No. Ejemplar	Longitud	Anchura máxima	Espesor
1	19.0	25.0	-
2	20.5	26.0	-
3	23.7	22.3	-
4	24.0	23.0	12.0
5	25.0	24.0	15.0
6	25.0	28.0	21.4
7	27.0	26.0	14.0
8	28.0	27.0	12.0
9	28.0	27.3	14.0
10	28.3	27.0	12.0

Localización y posición estratigráfica: En la última recolección de material fósil, que se llevó a cabo, en la proximidad del poblado de Olinalá, se encontraron ejemplares de esta especie en los horizontes de las comunidades 1 y 2 (cf. Fig. 14) de la Formación Olinalá, en el primero está asociado a *Paranorella imperialis* y a *Wellerella* sp., y en el segundo la especie ocupó el mayor porcentaje de la comunidad fósil y también se encontró asociada a *Wellerella* sp. La matriz de donde se obtuvo el material está integrada principalmente por arenisca de grano medio. Cloud (1944) informó de *Canocrinella rugosa* para el Pérmico del área de Las Delicias, Coahuila.

Discusión: Esta especie es la segunda en abundancia entre las que recolectaron en la Formación Olinalá, de ahí que sea de importancia en el presente estudio. *Canocrinella* presenta rasgos semejantes a *Linoproductus*, pero se distingue de este género en sus dimensiones mas pequeñas, con espinas regularmente arregladas en la valva pedicelar y arrugas mejor desarrolladas. Los dos géneros difieren en las características internas de la valva braquial, *Linoproductus* carece de lamelas en la valva braquial, aunque esta característica no se pudo observar en los ejemplares estudiados, ya que no se conservó dicha valva. *Canocrinella* fué considerado como sinónimo de *Linoproductus* por Chao (1928, p.63), Shuchert y le Vene (1929, p.38) y Muir-Wood (1930, p.105), pero Dunbar y Conrad (1932, p.257) los consideran como géneros diferentes, relacionando *Linoproductus* a una amplia distribución en el

Pensilvánico. *Cancriella rugosa* fué mencionada por primera vez por Cooper (1944) para el área de Las Delicias, Coahuila, asignándole edad pérmica.

Familia Marginiferidae Stehli, 1954
Género *Paramarginifera* Frederiks, 1916

Diagnosis: Concha de contorno subpentagonal. Valva peduncular con aurículas. Ornamentada con costillas y espinas, en la charnela invariablemente seis espinas simétricas.

? *Paramarginifera* sp.
(LÁMINA II, APÉNDICE 1)

Descripción: La concha es mediana a pequeña, con el contorno marcadamente subpentagonal. La valva peduncular es convexa, la valva braquial no se encuentra. La anchura es mayor que la longitud. La línea de charnela es recta y ancha. Las aurículas son moderadamente grandes; con cauda que tiende a la forma tubular.

La valva peduncular tiene el umbo un poco incurvado, con una cintura ligeramente marcada que limita a las aurículas. La superficie está ornamentada con costillas finas y cercanamente espaciadas, con líneas de crecimiento concéntricas, más visibles en las partes exfoliadas. La mayor convexidad se encuentra en la parte media-posterior de la concha.

Dimensiones promedio (mm)

No. DE EJEMPLAR	ESPEJOR	LONGITUD	ANCHURA
0-7	16.0	23.0	29.0

Localidad y posición estratigráfica: La edad que se le asigna a este género es en el intervalo Pensilvánico-Pérmico Temprano. La especie de Olinalá se encuentra asociada con *Cancriella rugosa*, *Leiorhynchoidea shumerti*, *Krotovia* sp., *Wellerella* sp. y *Hustedia* sp., entre otras (González-Arreola *et al.*, 1994) por lo que se asigna la edad pérmica temprana a los estratos que la contienen.

Observaciones: Se estudió un solo ejemplar en regular estado de conservación. Su asignación al género es algo dudosa, pues el surco en la valva peduncular no está claramente marcado. Por otra parte, el género *Paramarginifera* no se presenta en las regiones pérmicas del Antimonio, Sonora o en las Delicias, Coahuila, ni ha sido publicada su presencia en el continente americano. Por lo anterior, la confirmación de la presencia de este género sería una aportación de interés paleogeográfico.

Orden Rhynchonellida Kuhn, 1949

Diagnosis: Concha impuncteada, rara vez con capa fibrosa interna puncteada, normalmente es biconvexa con pliegue dorsal y sulcos ventral, contorno triangular a circular, delirio casi cerrado por placas deltidiales, pero con pedicelo funcional; canales del manto muy ramificados con un par de ramas

principales en cada lado. El septo medio soporta un septalio o las placas de la charnela en la valva braquial. Placas dentales generalmente presentes en la valva ventral (Ordovícico Medio - Reciente). Comprende 520 géneros.

Superfamilia Rhynchonellacea Gray, 1848

Diagnosis: Concha impuncteada, espóndilo generalmente ausente (Ordovícico Medio-Reciente).

Familia Wellerellidae Likharev en Rzhonsnitskaya, 1956

Diagnosis: Surco y pliegue moderadamente desarrollado, costillas fuertes, angulosas o subangulosas, comisura denticular. Septalio o proceso cardinal ausente, placa charnelar completa, septo dorsal y placas dentales variablemente desarrolladas (Carbonífero Inferior-Cretácico Superior).

Subfamilia Wellerellinae Likharev en Rzhonsnitskaya, 1956

Grupo *Wellerella*

Diagnosis: Concha con umbón liso y costillas por lo común fuertes, angulosas a subangulosas que comienzan a una distancia moderada del ápice. Surco y pliegue moderadamente desarrollado. Comisura denticulada. Septalio o proceso cardinal ausente, placa de la charnela completa, septo dorsal y placas dentales con desarrollo variable (Carbonífero Inferior-Pérmico Superior).

Género *Wellerella* Dunbar y Conrad, 1932

Diagnosis: La concha es pequeña, de contorno subtriangular a circular, con pliegue y surco bien desarrollado área umbonal lisa las placas deltidiales permiten un foramen oval en frente del pico; escasas costillas simples subangulares, cuya presencia empieza lejana del ápice. Presenta foramen oval. Placa dental corta; placa charnelar unida por un plano o placa en forma de quilla; septo dorsal muy corto o ausente (Carbonífero Superior-Pérmico).

Wellerella lemasi minor

Cooper, 1965, p.59, lám 17C, figs. 14-27.

(LÁMINA III, APÉNDICE 1)

Descripción: La concha es pequeña de contorno subtriangular a subpentagonal, el ancho y la longitud son casi iguales pero es ligeramente mas ancha que larga; la máxima anchura se encuentra en la mitad anterior. El margen anterior varía desde casi recto hasta muy convexo; los márgenes posteriores son casi rectos, forman un ángulo aproximado de 90 grados con la punta; los márgenes laterales son estrechos y redondeados. La comisura anterior uniplegada, con pliegue y surco bien desarrollados en las valvas braquial y peduncular respectivamente. Su superficie está ornamentada con costillas bien marcadas que se originan entre los 3 o 4 mm anteriores al umbo.

La valva peduncular es convexa en la mitad posterior y de recta a ligeramente cóncava en la mitad anterior. La punta de la valva es moderadamente larga y curvada con un pequeño foramen al frente; la región del umbo está ligeramente inflada. El surco está bien desarrollado y es

más profundo hacia el extremo anterior; ocupado por dos costillas, también se encuentran 3 ó 4 costillas fuera de él, en los flancos que limitan el surco son elevadas sobre todo en la región anterior y las exteriores están menos marcadas.

Ápice alargado, puntiagudo y curvo. El foramen es pequeño oval y alargado del tipo submesotirido. La región del umbo es corta, aplanada o ligeramente abombada, se extiende cerca de la mitad, donde se origina el surco. El surco es profundo hacia el extremo anterior, y las costillas que limitan el surco son más elevadas en la región anterior y sobresalen de las que forman el pliegue; los flancos que limitan el surco son planos, con declives suaves hacia los márgenes. Los márgenes anterolaterales están doblados ligeramente hacia dentro.

Dimensiones (mm).

No. EJEMPLAR	ESPEJOR	LARGO	LARGO VALVA BRAQUIAL	ANCHO
1	-	13.5	13.0	12.5
O-4	6.0	10.0		9.0

Localización y posición estratigráfica: *Wellerella* sp. fué encontrada por Flores de Dios y Buitrón (1982) para la Formación Olinalá, Gro., Caballero-Miranda (1985) describen *Wellerella* cf. *W.lemasi minor* Cooper, presente en la Montaña de Guerrero. En esta ocasión, *Wellerella lemasi minor* se recolectó en las comunidaes 1 y 2 (Cuadro 18) de la misma Formación. (Pensilvánico-Pérmico).

Observaciones: El género se menciona como cosmopolita en el intervalo Pensilvánico-Pérmico según (Ager *et al.*, 1965). La especie *W. lemasi minor* (Ager, *et al.*, 1965, pag. 590, lám.470 fig.1, de acuerdo con Cooper *et al.*, (1965), También *Wellerella lemasi minor* Cooper, (1965, p.59, lám 17 C, figs. 28-54) fué descrita como parte de un conjunto faunístico del Pérmico Medio (Formación Monos) en la región ubicada a 50 Km al oeste de Caborca en el Campamento Minero del Antimonio). Forman parte importante del nivel estratigráfico denominado Zona de *Composita*); también se encuentra incluida en niveles estratigráficos inmediatamente adyacentes abajo y arriba (Zonas de *Cancrinella* y *Spiriferellina*); en contraste está ausente en las partes inferiores. Se caracteriza por presentar la placa dental corta, y la charnela unida por una placa lisa o dentada, esta característica es evidente en el ejemplar recolectado en la Formación Olinalá, además de tener un septo dorsal muy corto.

El trabajo de Cooper *et al.* (1965) no indica si la secuencia es representativa de todo el Pérmico o solo de una parte de él; aunque sí señala que la parte baja no presenta fósiles, por lo tanto puede suponerse, que esta especie no se encuentra en el Pérmico Temprano pero sí entre el Pérmico Medio y Tardío. En consecuencia, es un buen indicador de la edad de la Formación Olinalá. Esta especie es parecida a *W. lemasi minor*, descrita como una especie nueva por Cooper (1965, p. 58, láms. 17 D, figs. 28-54). Hay parecido en todas sus características morfológicas, exceptuando el tamaño, el cual es 20 a 40 por ciento menor en los ejemplares de Olinalá; aunque cabe aclarar que solo se cuenta con dos ejemplares, que podrían ser formas

juveniles. Su distribución geográfica abarca América del Norte, América del Sur, Asia y los montes Urales.

Familia Camarotoechiidae Shuchert y Le Vene, 1929

Diagnosis: La concha es de mediana a grande, su contorno es redondo o elíptico, los lados y el frente no son truncados; costillas generalmente redondeadas. Valva braquial con septo medio alto o surco, la placa de la charnela es entera o dividida sólo en su región anterior, o bien dividida por un pequeño septalio abierto. Proceso cardinal ausente en la mayoría de los géneros (? Silúrico Inferior., Silúrico Superior-Pérmico).

Subfamilia Camarotoechiinae Shuchert y Le Vene, 1929

Diagnosis: La concha presenta costillas que tienden a ser oblicuas, especialmente sobre los lados. La base crural esta ligeramente proyectada ventralmente, es evidente un pequeño septalio. El proceso cardinal esta ausente (?Silúrico Inferior, Silúrico Superior-Pérmico).

Género *Paranorella* Cloud, 1944

Diagnosis: La concha es bionvexa, con valva pedicelar más marcada, el contorno subcircular muestra un pliegue ventral suave y surco dorsal amplio, poco profundo, restringido a la parte anterior de las valvas. En el interior de la valva ventral, las placas dentales son cortas y se fusionan con un par de divergencias laterales fuertes, tiene un diente charnelar curvo. Campo muscular moderadamente grande, variable en forma, con cicatrices de músculos diductores, flabeliformes englobando pequeñas cicatrices aductoras ovaladas. Las impresiones de línea paleal estan parcialmente bifurcadas inmediatamente frente del campo muscular. El septo medio del interior dorsal se extiende desde la mitad o un tercio de su longitud, posteriormente se engruesa y soporta longitudinalmente la placa cardinal, desde la cual se extiende anteriormente el crural

Paranorella imperialis Cloud, 1944
(Lámina 1, figuras 4-5; lam. 2, fig. 1)
(LÁMINA III, APÉNDICE 1)

Paranorella imperialis Cloud, 1965, p.60, lám. 19, figs.5,9-16,20.

Descripción: Concha bionvexa, con valva peduncular más convexa aún, el contorno casi es circular, pero de radio ligeramente transversal a ligeramente alargado, región anterior más amplia hasta la longitud media. El umbo es ventral, abombado, con líneas de crecimiento, pero ausentes en el ápice; éste último es corto, inconspicuo, estrecho o escasamente incurvado sobre la valva dorsal. Hay un pliegue ventral ancho y suave, se fusiona en la curvatura general de la valva o está delimitado por débiles pero abruptas pendientes laterales, por lo común se restringe al tercio anterior de la concha; existe una débil depresión que ocupa el centro del pliegue y posteriormente se extiende al umbo.

Valva dorsal suave y convexa. El interior ventral tiene fuerte soporte de las placas de la charnela, el diente de la misma es curvo y se engancha en las fosetas dentales de la valva dorsal. El campo muscular varía desde más ancho que largo a más largo que ancho, y puede estar dividido en la

mitad por un miofragma, este consiste en englobamiento de pequeños músculos diductores flabeliformes, alargados y músculos aductores hemiovais. Las impresiones de la línea paleal principal continúan con ramas laterales secundarias inmediatamente en frente del campo muscular (Armstrong, 1971) ahí se comunican con ramas terciarias, las cuales se bifurcan antes una o dos veces, alcanzando el borde anterior. El interior de la valva dorsal presenta un septo que se extiende poco menos a la mitad o cerca de un tercio de longitud de la valva y posteriormente se engruesa. La placa cardinal es deprimida en sentido longitudinal. Las fosetas dentales son denticuladas. La cicatriz del músculo aductor forma un campo ovalado dividido por el septo medio en dos partes. Los músculos diductores son alargados, unidos a la placa cardinal y a la punta del septo medio.

De una muestra conformada por 133 ejemplares, se obtuvo la media de los parámetros registrados.

Dimensiones (mm)

MUESTRA	LONGITUD	ANCHURA	ESPESOR
n = 133	13.2	11.5	0.52

Localización y posición estratigráfica: En el estudio realizado por Flores de Dios y Buitrón (1982) se informa de la presencia de *Paranorella* sp. en Olinalá, Gro. En el presente en todos los horizontes donde fueron recolectado braquiópodos se encontró la presencia de *Paranorella imperialis*, pero con mayor abundancia en el horizonte de la comunidad 1 (cf. Fig 14; Cuadro 18), de tal manera que ha sido posible hacer un análisis de las medidas externas longitud, anchura y espesor. La fauna acompañante está conformada por *Cancrinella rugosa* y *Wellerella lemasi minor* con lo que se define una comunidad para este horizonte.

Discusión: Las especies de *Paranorella* eran conocidas únicamente para el Pérmico del área de Las Delicias, en el estado de Coahuila (King, 1944). Piveteau, (1952, p.91), también reporta la presencia a *Paranorella* para el Pérmico de México y señala que es semejante a *Norella* de los Alpes del Triásico. Excepto para muchas formas pequeñas de *Norella*, parecen homeomorfas, pues el género tiene un pliegue en la valva ventral y un surco en la valva dorsal, lo opuesto a la posición normal del pliegue y surco en los rhynchonéllidos. Además éste género triásico carece de septo medio dorsal, mientras la impresión prominente de la línea paleal principal se extiende un tercio anterior de la concha antes de dividirse. No se sabe si *Norella* y *Paranorella* estén relacionados, pero la característica poco común de un pliegue opuesto y un surco común de estos dos géneros de rhynchonéllidos podría ser significativo.

En el trabajo de Esquivel (1996) se determinaron algunos ejemplares como *Tomioopsis*, debido a que existe una gran similitud homeomórfica entre ellos; sin embargo al comparar los géneros, se observaron las diferencias claramente y se ha procedido a la corrección de tal apreciación. La característica más evidente se refiere a la presencia de un surco ventral y su correspondiente pliegue dorsal en la concha de *Tomioopsis*, mientras que la disposición del surco en *Paranorella* es dorsal, amplio y restringido a la región anterior de las valvas, y el pliegue es ventral, ancho y suave. Este patrón del surco y pliegue es el mismo que presentan los especímenes estudiados, de ahí que se acepte como válido el género *Paranorella*. Otra diferencia se encuentra en la constitución de la concha, por

un lado *Paranorella* presenta una concha con substancia fibrosa, impunctada, en tanto que la concha de *Tomioopsis* (Waterhouse, 1971) probablemente sea taleolada.

Por otra parte, *Tomioopsis* pertenece a la familia Martiniidae del Orden Spiriferacea, de ahí que presente un braquidio espiral, sin embargo, lo que se observa en los ejemplares estudiados es más bien un braquidio tipo lazo, formado por dos ramas ubicadas en el extremo posterior del centro de la cavidad umbonal, por tanto, esta es otra característica que apoya la posibilidad de que se trata de un Rhynconélido.

Orden Spiriferida Waagen, 1883

Diagnosis: Concha generalmente biconvexa, raramente es plano-convexa, la cavidad del cuerpo es relativamente grande. Varía la forma de sus conchas, pero todas se caracterizan por sujetar el lofóforo con braquidio espiral (excepto Leptocoellidae); yugo presente o ausente. Concha punteada o impunteada, nunca pseudopunteada; delirio abierto o cerrado (Ordovícico Medio-Jurásico). El grupo comprende 720 géneros.

Suborden Spiriferidina Waagen, 1883

Diagnosis: Concha generalmente biconvexa, impunteada o punteada con capa fibrosa secundaria. Interárea ventral bien desarrollada con delirio normalmente abierto con placas deltidiales separadas. Yugo simple o ausente. Braquidio espiral bien desarrollado con dirección lateral o posterolateral; vuelta primaria cerca de la línea media de la concha, pliegue en plano aproximadamente paralelo al eje de simetría (Silúrico-Jurásico Inferior). Comprende 460 géneros.

Superfamilia Reticulariacea Waagen, 1883

Diagnosis: Charnela corta, pliegue y sulco débiles, extremos cardinales redondeados, la micro ornamentación es variable, valva interna con placas dentales con o sin septo medio. Concha impunctada.

Familia Martinidae Waagen, 1883

Diagnosis: Concha biconvexa, aproximadamente simétrica con extremos cardinales redondeados ampliamente y línea de la charnela corta. Hay un pliegue y un surco presentes, pero débiles. La macro ornamentación generalmente esta ausente, rara vez hay pliegues o costillas laterales; la micro ornamentación consiste en laminillas de crecimiento concéntrico y perforaciones superficiales, algunas conchas tienen finas arrugas radiales; El interior de la valva pedicelar es con o sin placa dental y septo medio. El interior de la valva braquial tiene un evidente proceso cardinal estriado longitudinalmente, con o sin placas cruales (Carbonífero Inferior-Pérmico, ?Triásico).

Género *Martinia* M'Coy, 1844

Spirifer glaber J. Sowerby, 1820, p.123

Pseudomartinia Reed, 1949, p.471

Pseudomartinia Leidhold, 1928, p.82

?*Paramartinia* Reed, 1949, p.471(tipo *Martinia* (*Paramartinia*) *lingulata* Reed, 1949).

Diagnosis: La concha es biconvexa, posee pliegue y surco diferentes, que forman la comisura anterior, plegada con una costilla en la comisura anterior, macro-ornamentación ausente; la micro-ornamentación consiste en laminillas concéntricas y perforaciones pequeñas superficiales. La valva peduncular carece de placas dentales y de septo medio; la valva braquial sin placas cruales (Carbonífero Inferior-?Carbonífero Superior).

Martinia sp.
(Lámina 2, figuras 2-4)
(LÁMINA III, APÉNDICE 1)

Descripción: La concha es de tamaño medio, biconvexa con la mayor convexidad en la región posterior, de contorno elíptico transversal, con anchura mayor que la longitud, la máxima anchura se encuentra en la parte media, con comisura anterior uniplegada. El margen anterior es ampliamente convexo; márgenes laterales redondeados subcirculares; márgenes posteriores rectos y cortos, formando un ángulo marcado en la región del úmbo. La línea de la charnela es recta, menor que la anchura máxima; con interárea de contorno triangular, (con vértice en la punta de la valva peduncular).

La superficie de las valvas tiene costillas finas radiales, estrechamente espaciadas, aproximadamente cada milímetro y líneas de crecimiento concéntricas, más espaciadas, aproximadamente cada 4 milímetros.

La valva peduncular es de convexidad ligeramente mayor que la braquial, su máxima convexidad se da en la región posterior, cerca del úmbo; la punta de la valva está ligeramente curvada y separada de la valva braquial; el surco está escasamente marcado. La valva braquial tiene la máxima convexidad en la región posterior y es de longitud casi igual que la valva peduncular; con pliegue escasamente marcado.

Dimensiones (mm)

NO. DE EJEMPLAR	ESPEJOR	LONGITUD	ANCHO DE CHARNELA	ANCHO DE PLIEGUE	ANCHURA
1	12.0	20.0	-	13.0	25.9
2	19.0	26.0	16.9	16.4	30.4
3	22.0	26.6	17.9	16.0	29.6
O-5	18.0	25.0	-		30.0

Localidad y posición estratigráfica. El género es de edad pensilvánica según Boucot *et al.*, (1965) citado en Cooper *et al.* (1965) quienes informan sobre especies del género de edad pérmica provenientes de El Antimonio, Sonora. De lo anterior se infiere que el alcance de este género va desde el Pensilvánico al Pérmico, sin poder precisarse con mayor exactitud la posición de la especie aquí reconocida; sin embargo, al encontrarse en una formación donde hay especies del Pérmico Temprano, como *Canocrinella rugosa* Cloud, *Leiorhynchoidea shucherti* Cloud, *Krotovia* sp.

Wellerella sp., *Hustedia* sp., y algunos de amonoideos citados por González-Arreola *et al.* (1994) se infiere que la unidad tiene edad pérmica temprana. Se recolectaron ejemplares en la Formación Los Arcos/Olinalá, en el estrato denominado comunidad 2 (Cuadro 18; cf. fig. 14).

Observaciones. Los ejemplares estudiados se comparan con *Pseudomartinia martinezi* que fue descrita originalmente por Cooper (1965, p. 66, lám. 29, figs. 1-2), la diferencia es que *P. martinezi* tiene el contorno subromboidal con la longitud mayor que la anchura, en tanto que en los ejemplares de Olinalá tienen el contorno elíptico transversalmente, con mayor anchura que longitud. Es importante mencionar que estudios recientes reflejan la necesidad del análisis del significado del pliegue y surco en la concha que muchos braquiópodos presentan, como sucede con *Martinia* sp. La presencia del surco sea ventral o dorsal, juega un importante papel en la eficacia del sistema de circulación, parece ser un carácter evolutivo, mientras que la comisura plana marginal recta es primitiva. Sin embargo, el pliegue medio y el surco complementario se originan por flexión de la comisura marginal recta (Emig, 1992). *Martinia* sp. es un género escasamente presente en Olinalá.

Orden Terebratulida Waagen, 1883

Diagnosis: Braquiópodos articulados con concha punctada y capa fibrosa secundaria. La forma de la concha es biconvexa, el contorno es desde circular a ovoide; pedicelo funcional. Deltirio cerrado por placas deltoidales o alguna estructura similar. Interáreas confinadas a la valva pedicelar (Devónico Inferior-Reciente). Comprende 540 géneros.

Suborden Terebratulidina Waagen, 1883

Diagnosis: Presenta lazo braquial primitivo y corto, desarrollado directamente del proceso cardinal; septo medio generalmente ausente. En especies recientes se ha observado la presencia de espículas internas normalmente desarrolladas en el manto, pared del cuerpo, lofóforo y filamentos (Devónico Inferior-Reciente).

Familia Dielasmátidae Schuchert, 1913

Diagnosis: Concha lisa o plegada, con o sin pliegue; valva pedicelar con o sin placa dental; valva braquial con lazo terebratuliforme y placa cardinal modificada, la cual incluso está dividida o soportada por un septo. (Carbonífero Inferior-Triásico Superior, Jurásico Inferior ?).

Subfamilia Dielasmátine Schuchert, 1913

Diagnosis: Placas dentales presentes o ausentes; Collar pedicelar completo; extremo del pedicelo no alargado (Carbonífero Inferior-Triásico Superior).

Género *Dielasma* King, 1859

Terebratulites elongatus von Schlotheim, 1816, p.27.

Dielasmoides Weller, 1914, p.153.

Diagnosis: Concha biconvexa, de pequeña a grande, de contorno trapezoidal, ornamentación poco aparente, con pliegue dorsal, surco ventral y pliegue anterior, placas dentales presentes normalmente pero en pocas especies hay pliegues en la región anterior, resultando una comisura. Parte de la placa cardinal separada o unida cerca del piso de la valva (Misisípico Superior-Pérmico).

Dielasma aff. *D. spatulatum* Girty, 1908
(LÁMINA IV, APÉNDICE 1)

Descripción. La concha es de tamaño medio, más larga que ancha, biconvexa, de contorno trapezoidal redondeado, más larga que ancha con el pliegue dorsal y su correspondiente surco ventral, con máxima anchura en la porción anterior. La comisura anterior es de margen recto y ampliamente uniplegada, las comisuras, vistas en perfil lateral, se aprecian irregularmente convexas hacia la valva peduncular. La superficie de la concha es lisa, con líneas de crecimiento discretamente marcadas. Interáreas presentes. No muestra ornamentación evidente, aunque llegan a observarse ligeras líneas de crecimiento.

La valva pedicelar es más convexa que la braquial en perfil lateral, con su máxima convexidad en la parte media posterior; el perfil anterior es suavemente convexo. La región apical es un poco ancha y la región umbonal moderadamente inflada. El ápice es pequeño, curvo y pasa sobre el úmbo braquial. Presenta un foramen de tamaño moderado y de contorno elíptico.

La valva braquial es suavemente convexa vista en perfil lateral y fuertemente arqueada en perfil anterior. Presenta un septo medio en la porción posterior cuando está exfoliada.

Dimensiones (mm) intervalos

No. DE EJEMPLAR	ESPEJOR	LONGITUD VALVA BRAQUIAL	ESPEJOR	LONGITUD	ANCHURA
1		26.0	12.3	28.0	25.7
O-6	11-12	-	-	28-30	26-27

Localidad y posición estratigráfica. El género es cosmopolita con un alcance estratigráfico que incluye desde el Misisípico Superior hasta el Pérmico. *Dielasma spatulum* se reporta del Pérmico en El Antimonio Sonora (Cooper *et al.*, 1965) y en las Montañas Guadalupe, EUA (Cooper y Grant, 1977). No se tiene más información acerca de su restricción al Pérmico ó bien, sí es que se encuentra desde el Misisípico Superior. Sin embargo, la fauna acompañante de *Canocrinella rugosa*, *Leiorhynchoidea shucherti*, *Krotovia* sp., *Wellerella* sp., *Hustedia* sp., más algunos amonoides informados por González-Arreola *et al.* (1994) refuerza su presencia en el Pérmico. Cooper reporta *Dielasma* aff. *D. spatulatum* Girty, (1908, p. 67, lám. 18, figs. 16-18) para el área pérmica de Las Delicias, Coahuila. su posición estratigráfica en la Formación Olinalá (Pérmico).

Observaciones: En los ejemplares aquí estudiados no se comprobó la presencia de la comisura anterior uniplegada, ya que uno de los ejemplares tiene incompleta la región anterior y el otro se halla deformado; sin embargo, coinciden las demás características del género. La especie de la

Fm. Olinalá muestra un gran parecido con *Dielasma spatulatum* designada por Cooper (1965), en la región de El Antimonio, Sonora, con la única diferencia que es ligeramente mayor el tamaño de los ejemplares de la Fm. Olinalá. Los ejemplares de *Dielasma spatulatum* ilustrados originalmente en el trabajo de Girty (1908 p. 330, lám 16, fig. 3-4, citado en Cooper), también son de longitud un poco mayor y muestran la valva peduncular ligeramente más arqueada. *Dielasma* es un género poco frecuente en la Fm. Olinalá.

Crinooides

Phylum Echinodermata De Brugière, 1791
 Clase Crinoidea Miller, 1821
 Subclase Incierta Moore y Jeffords, 1968
 Orden Incierto Moore y Jeffords, 1968
 Grupo Pentameri Moore y Jeffords, 1968
 Familia Pentacauliscidae Moore y Jeffords, 1968
 Género *Pentaridica* Moore y Jeffords, 1968

Diagnosis: El tallo es heteromórfico, de lados rectos a pentagonales, areola grande y crestas rectas, lumen circular, moderadamente grande. Claustros en la altura media de los columnales, yugos esteliformes

Pentaridica pentagonalis Moore y Jeffords 1968
 (LÁMINA IV, APÉNDICE 1)

Pentaridica pentagonalis Moore y Jeffords, 1968, p. 55, lám. 9, fig. 14

Descripción. El tallo es heteromórfico compuesto de lados rectos que varían a elementos columnares pentagonales, convexos. Las placas columnares se distinguen por su perfil marcadamente angular, crestas rectas, regulares y finas, la areola está inclinada hacia el centro, hasta formar un gran lumen redondeado, canal axial con claustros y pequeños yugos estelados, los lados de las placas columnares son rectos y lisos.

Dimensiones (mm)

Nº.DE EJEMPLAR	ANCHO DEL CRENULAR IO	ANCHO DEL LUMEN	ANCHO DE AREOLA	ANCHURA DE LA FACETA	ALTURA DE LA PLACA
O-1	0.9	—	2.4	3.5	—

Localidad y posición estratigráfica: La especie se colectó en el afloramientos de la Formación Olinalá localizado en la cercanía del poblado de Olinalá, Guerrero.

Observaciones: *Pentaridica pentagonalis* es una especie descrita del Desmoenesiano (Pensilvánico Medio) de Texas EUA (Moore y Jeffords, 1968, p. 55, lám. 9, fig. 14). Esta se encuentra en Pérmico.

La única especie semejante y de la misma edad es *Pentaridica rothi*, también del Pensilvánico Tardío de Texas (Moore y Jeffords, 1968, p. 55, lám. 9, figs. 12, 13). Otra especie que se podría confundir, es *Pentaridica simplicis* del Desmoinesiano de Texas (Moore y Jeffords, 1968, p. 55, lám. 9, fig. 11), pero *P. pentagonalis* tiene la areola más profunda y las crenulaciones de la superficie articular, más finas y próximas.

Pentaridica pentagonalis es un elemento de correlación ecológica y bioestratigráfica entre Patlanoaya y Olinalá ya que se encuentra en ambas localidades en facies equivalentes. El ejemplar aquí descrito, aunque deteriorado, permite observar la superficie articular, el lumen y la areola.

Especie hexaradial, aún en proceso de Descripción (LÁMINA IV, APÉNDICE 1)

FORMACIÓN PATLANOAYA

Braquiópodos

Phylum Brachiopoda
Clase Articulata
Orden Strophomenida Opik, 1934
Suborden Productidina Waagen, 1883
Superfamilia Productacea Gray, 1840
Familia Dictyoclostidae Stehli, 1954
Subfamilia Dictyoclostinae Stehli, 1954
Género *Dictyoclostus* Muir-Wood, 1930

Diagnosis. Concha cóncavo-convexa de contorno cuadrangular, con arrugas, reticulación conspicua y espinas finas. Lofofilidio desarrollado.

Dictyoclostus sp.
(LÁMINA 1, APÉNDICE 1)

Descripción: La concha es grande y geniculada. La valva pedicelar tiene costillas reticuladas hacia el umbo. Presenta espinas simétricas a lo largo de la charnela.

Localidad y Posición estratigráfica. El ejemplar se colectó en estratos del Pensilvánico Tardío, asociado a las especies de crinoides. *Mooreanteris waylandensis*, *Cyclocaudex typicus*, *C. jucundus* y *Preptopremnum rugosum*, así como a los braquiópodos, *Paramarginifera* y con los braquiópodos como *Wellerella* sp., *Schizodus* sp., *Palaeomutela* sp. (Villaseñor et al., 1987). Se infiere por lo tanto que este ejemplar corresponde a una especie del Pensilvánico Tardío. Nuevas colectas permitirán identificaciones a nivel específico.

Observaciones. El género *Dictyoclostus* tiene alcance estratigráfico desde el Carbonífero Tardío hasta el Pérmico Temprano. Las malas condiciones de conservación del único ejemplar encontrado, no permiten su identificación específica, sin embargo, sin lugar a dudas sí pertenece al género *Dictyoclostus*. La valva braquial no se conservó por lo que el ejemplar no se puede medir.

Crinoides de la Formación Patlanoaya

Phylum Echinodermata De Brugiere, 1791
Clase Crinoidea Miller, 1821
Subclase Inadunata Moore y Jeffords, 1968
Orden Incierto Moore y Jeffords, 1968
Grupo Cyclici, Moore y Jeffords, 1968
Familia Cyclomischidae Moore y Jeffords, 1968
Género *Mooreanteris* Miller, 1968

Diagnosis. El crenulario varía desde asimétrico a simétrico con presencia de bifurcaciones claustra, las cuales son esbeltas y mas anchas que altas. Posee lumen central.

Mooreanteris perforatus Moore y Jeffords, 1968, p. 67, lám. 18, fig.6
(LÁMINA V, APÉNDICE 1)

Descripción. La columna es pequeña, con el lumen circular diminuto, las crestas están algo flexionadas; la superficie articular carece de areola. La principal característica de las placas columnares, en cuanto a sus latera, es la presencia de perforaciones de un milimetro ó menos, situadas a media altura de la placa columnar, ya sea claramente irregulares ó perfectamente alineadas; algunos especímenes se encuentran marcados por proyecciones granulosas pequeñas. No se observan noditaxis.

Dimensiones (mm)

No.DE EJEMPLAR	ANCHO DEL CRENLARIO	ANCHO DE LUMEN	ANCHO DE AREOLA	ANCHO DE FACETA	ALTURA DE LA PLACA
8 CEM	1.5	0.1	0.3	5.0	
1 CEM	1.3	0.05	0.1	2.5	
5 CEM	1.7	0.5	0.1	3.4	
EM02(11)	1.9	0.1	0.3	3.0	—
EM02(5)	—	0.7	—	4.7	—

Localidad y Posición estratigráfica: La especie se describe de la Formación de San Salvador Patlanoaya y procede de la unidad III cuya edad se asigna al Virgiliano. Además, está asociada a los crinoides, *Mooreanteris waylandensis*, *Cyclocaudex typicus*, *C. jucundus* y *Preptopremnum rugosa*; así como a los braquiópodos, *Dictyoclostus* sp. y *Paramarginifera* estudiados en esta ocasión y a los braquiópodos *Wellerella* sp., *Schizodus* sp., *Palaeomutela* sp. publicados por Villaseñor *et al.* (1987), que coinciden en la edad virgiliana.

Observaciones: El género tiene un alcance estratigráfico que comprende desde el Pensilvánico Tardío al Pérmico Temprano. La especie fue descrita por Moore y Jeffords (1968) para el Virgiliano (Pensilvánico Tardío) de Texas. El ejemplar de Patlanoaya está incluido en la roca y su estado de conservación es malo, ya que no se ven todas las estructuras que describen a la especie, pero el lumen y la altura columnar es similar (Kh) respecto al ancho facetar (F). Se observan algunas cicatrices cirrales y la superficie articular carece de areola.

Mooreanteris cf. *M. waylandensis* Miller, 1968
(LÁMINA VI, APÉNDICE 1)

Descripción: La especie tiene las características del género, pero también muestra el perfil longitudinal recto, la superficie articular presenta el lumen, que puede variar desde oval hasta

circular, con areola de anchura moderada, de fondo liso ó rugoso, el crenulario es asimétrico con cúlmen mas ó menos burdo. El borde interior de los columnales, en sección longitudinal media, forma un canal axial casi recto.

Dimensiones (mm)

No.DE EJEMPLAR	ANCHO DE CRENLARIO	ANCHO LUMEN	ANCHO AREOLA	ANCHO FACETA	ALTURA DE LA PLACA
EM02(10)	2.7	0.5	1.0	6.7	2.3
EM02(11)	2.5	3.3	—	7.3	—

Localidad y Posición estratigráfica: Los ejemplares descritos proceden de la unidad III de la Formación Patlanoaya sobre el camino de terracería a unos 600 metros del poblado, su posición coincide en edad virgiliana con la de Texas, además se encontraron asociadas otras especies de crinoides de esa edad como *Mooreanteris perforatus*, *Cyclocaudex jucundus*, *C. typicus*, *Preptopremnum rugosum*; así como los braquiópodos *Dictyoclostus* sp. y *Paramarginifera* sp. estudiados en el presente trabajo. Villaseñor *et al.* (1987) publicó de esta unidad a los braquiópodos *Wellerella* sp. *Schizodus* sp., *Palaeomutela* sp. y amonoideos como *Bactrites* sp. y *Properrinites* sp.

Observaciones: El género se presenta desde el Pensilvánico Tardío al Pérmico Temprano. La especie se describió anteriormente para el Virgiliano (Pensilvánico Tardío) de Texas (Moore y Jeffords, 1968), en Patlanoaya fue descrito en 1993..

Género *Cyclocaudex* Moore y Jeffords, 1968

Diagnosis: El tallo es heteromórfico con los lados rectos que varían a suavemente convexos en sentido longitudinal, los nodales tienen cicatrices cirrales y no son más anchos que los internodales, pero sí son claramente más altos; el crenulario es característicamente amplio con crestas rectas y largas; la areola es pequeña con el borde interior semejjando un perilumen; el lumen es pequeño y circular y puede llegar a ser moderadamente pentalobulado.

Cyclocaudex jucundus Moore y Jeffords, 1968
(LÁMINA VI, APÉNDICE 1)

Cyclocaudex jucundus Moore y Jeffords, 1968, p. 66, lám. 17, figs. 6-7, Buitrón, 1987, p. 132, fig. 5.

Descripción: La placa articular es de contorno circular, el lumen es circular y pequeño, con perilumen saliente y estrecho rodeado por una areola amplia, deprimida, provista de tubérculos muy finos. El crenulario ocupa la mitad de la placa y tiene crestas finas a medianamente gruesas. Los noditaxis son series de cuatro placas columnares; algunos nodales muestran cirros, las suturas son claramente crenuladas.

Dimensiones (mm)

No. DE EJEMPLAR	ANCHO DE CRENLARIO	ANCHO LUMEN	ANCHO AREOLA	ANCHO DE FACETA	ALTURA DE PLACA
EM02(10)	1.4			5.5	2.0
EM02(11)	2.5		1.5	10.5	
8 CEM	—	—	—	10.0	1.2

Localidad y Posición estratigráfica: Las muestras descritas en este trabajo provienen de la Formación Patlanoaya, que es fechada con certeza del Misuriano Inferior, utilizando fusulínidos como *Triticites* y del Misuriano Superior como *Triticites cullomensis*, por lo que es posible que se pueda proponer una ampliación del intervalo estratigráfico de la especie *Cyclocaudex jucundus* hacia el Pensilvánico Medio, no obstante que esta especie procede de la unidad III de Patlanoaya (Pensilvánico Tardío) fechada por la presencia de las especies de crinoídes, *Moorenateris waylandensis*, *Cyclocaudex typicus*, *C. jucundus* y *Preptopremnum rugosum*, así como por los braquiópodos *Dictyoclostus* sp., *Paramarginifera* sp., *Wellerella* sp., *Schizodus* sp. y *Palaeomutela* sp. (Villaseñor et al., 1987).

Observaciones: La especie tipo se informa para el Desmoinesiano (Pensilvánico Medio) del sureste de Kansas, EUA. (Moore y Jeffords, 1968). En Patlanoaya son abundantes las impresiones de superficies articulares de este organismo, sin embargo casi no se aprecia el borde ondulado de la sutura, En el caso del ejemplar que corresponde a la muestra 8 CEM de Patlanoaya se aprecian las suturas onduladas, pero no la superficie articular, sin embargo se complementa la información.

Cyclocaudex typicus Moore y Jeffords, 1968
(LÁMINA VII, APÉNDICE 1)

Cyclocaudex typicus Moore y Jeffords, 1968, p. 65, lám. 17, figs. 1-5.

Descripción: La superficie articular se caracteriza por un lumen circular, pequeño pero no diminuto, tiene una areola con área aproximadamente igual a la del lumen, el crenulario es un conjunto de crestas rectas y en ocasiones ligeramente flexionadas.

Dimensiones (mm)

No. DE EJEMPLAR	ANCHO CRENLARIO	ANCHO LUMEN	ANCHO AREOLA	ANCHO FACETA	ALTURA PLACA
EM03 (2)	3.6	4.3	1.4	13.2	1.8
8 CEM				12.0	2.0

Localidad y Posición Estratigráfica: La edad de los ejemplares en la Formación Patlanoaya del estado de Puebla, corresponde al Pensilvánico Tardío, es decir coinciden con el Misuriano y el Virgiliano apoyado con fusulínidos descritos para la región (Vachard *et al.*, 1993). Esta apreciación se refuerza con la presencia de otras especies encontradas en la unidad III, como los crinoides *Mooreanteris waylandensis*, *Cyclocaudex typicus*, *C. jucundus* y *Preptopremnum rugosa*; así como los braquiópodos *Dictyoclostus* sp., *Paramarginifera* sp., *Wellerella* sp., *Schizodus* sp. y *Palaeomutela* sp. (Villaseñor *et al.*, 1987)

Observaciones: En los ejemplares de Patlanoaya ha sido posible ver los nodales aún articulados y preservados por sustitución, En ellos se aprecian las suturas características, las cuales son muy finas y dan la impresión de ser poros, también se notan los costados rectos del tallo.

Familia Leptocarphiidae Moore y Jeffords, 1968
 Género *Preptopremnum* Moore y Jeffords, 1968

Diagnosis: Las facetas articulares son claramente más estrechas que la mayor anchura de los columnares, el crenulario es estrecho, con crestas medianamente escasas y una amplia areola plana, a veces cóncava pero invariablemente marcada por granulaciones irregulares; lúmen grande circular, bordeado de perilumen estrecho, contiene claustra a media altura de los columnares y en los especímenes bien conservados se ven los jégula.

?*Preptopremnum* cf. *P. rugosum* Moore y Jeffords, 1968
 (LÁMINA VIII, APÉNDICE 1)

Descripción. Los columnales están bien redondeados, con el costado finamente granuloso. La sutura es crenulada e indentada; los nodales tienen uno o dos cirros de diámetro más pequeño que la altura del nodal, aunque podrían excederlo. La faceta articular tiene las características típicas del género, incluyendo desarrollo indistinto del perilumen que gradúa a areola. El lumen es grande, circular y en varios especímenes muestra claustra y jégula.

Dimensiones (mm)

No. DE EJEMPLAR	ANCHO CRENLARIO	ANCHO LUMEN	ANCHO AREOLA	ANCHO FACETA	ALTURA PLACA
EM03(1)?	1.4	4.1	1.2	9.1	1.3
EM01(1)b ?	1.5	4.0		9.5	
EM01(3)?	2.8	5.5	1.4	11.5	1.4
EM02(5)a	1.9	5.0		8.0	
EM02(5)b	2.0	3.7	1.6	6.8	
EM02(2)	1.0	4.5	3.0	8.9	3.7

Localidad y posición estratigráfica: La edad de esta especie coincide con las muestras de la serie 02 de Patlanoaya, apoyándose en los hallazgos de los crinoides *Mooreanteris waylandensis*, *Cyclocaudex typicus*, *C. jucundus* y *Preptopremnum rugosa*, en asociación con los braquiópodos,

Dictyoclostus sp., *Paramarginifera*, *Wellerella* sp., *Schizodus* sp. y *Palaeomutela* sp. todas estas especies pertenecientes a la Unidad III de Patlanoaya.

Observaciones: El género tiene alcance estratigráfico desde el Pensilvánico Medio al Superior y la especie es descrita por Moore y Jeffords (1968) para el Virgiliano de Texas, EUA. En los ejemplares estudiados no se pudieron observar todos los detalles descritos en la literatura, y por lo tanto, la determinación de la especie es algo dudosa.

Familia Exaesioidiscidae Moore y Jeffords, 1968

Género *Ampholenium* Moore y Jeffords, 1968

Diagnosis: Se trata de un género monoespecífico en el cual el tallo es hetermórfico, sin cirros, se caracteriza por un crenulario estrecho, areola deprimida, perilumen estrecho pero prominente y gran lumen circular.

?*Ampholenium* cf. *A. apolegma* Moore y Jeffords, 1968

(LÁMINA VIII, APÉNDICE 1)

Descripción: La placa articular es grande, provista de crenulario estrecho, constituido por crestas ligeramente gruesas y cortas, separadas por espacios estrechos. Presenta areola deprimida, casi formando un surco, el perilumen es estrecho y saliente; el lumen es amplio de doble tamaño que la superficie articular. En la periferia de la placa se encuentra un reborde grueso y saliente.

Dimensiones (mm)

No. DE EJEMPLAR	ANCHO DE CRENLARIO	ANCHO LUMEN	ANCHO AREOLA	ANCHO FACETA	ALTURA LA PLACA
EM03(2)	3.0	—	—	8.9	1.5

Posición estratigráfica: La especie procede de la Formación Patlanoaya y se encontró en la Unidad III, cuya edad corresponde al Virgiliano.

Observaciones: Se describió para el Osageano (Misisípico Temprano) de Kentucky, EUA. (Moore y Jeffords, 1968). En los ejemplares de Patlanoaya solo se aprecia la cara articular y la identificación genérica es dudosa, pero, se encontró asociada a las especies *Mooreanteris waylandensis*, *Cyclocaudex typicus*, *C. jucundus* y *Preptopremnum rugosum*, así como a los braquiópodos, *Dictyoclostus* sp., *Paramarginifera*, *Wellerella* sp., *Schizodus* sp. y *Palaeomutela* sp.

Familia Cyclomischidae Moore y Jeffords 1968

Género *Stiberostaurus* Moore y Jeffords 1968

Diagnosis: Se trata de un género monoespecífico con el tallo heteromórfico y noditaxis de 4 columnales. Las placas son redondas, la faceta articular tiene el crenulario amplio, alrededor de un

gran lumen circular. Hay claustra sin jùgula evidentes, las crestas son rectas y se bifurcan en la parte externa creando la impresión de un doble juego.

Stiberostaurus aestimatus Moore y Jeffords 1968
(LÁMINA VIII, APÉNDICE 1)

Stiberostaurus aestimatus Moore y Jeffords, 1968, p. 61, figs. 4-5.

Descripción: La superficie articular de la placa tiene el crenulario amplio formado por crestas finas, que en algunos casos se bifurcan cerca de la periferia y separadas por espacios más finos que ellas; el lumen es amplio pero más pequeño que la superficie articular.

Dimensiones (mm)

No. DE EJEMPLAR	ANCHO DE CERENULARIO	ANCHO LUMEN	ANCHO AREOLA	ANCHO FACETA	ALTURA DE PLACA
8 CEM	2.6	2.5	0.5	7.0	

Localidad y posición estratigráfica: En la Formación Patlanoaya se encuentra la especie asociada con *Lomalegnum hormidium*, *?Floricychus welleri* y *Dierocalipter doter*, que pertenecen al Osageano (Misisípico Temprano) y por lo tanto confirma la edad de la Unidad I. Villaseñor *et al.*, (1987) y Vázquez (informe inédito), citan a los braquiópodos *Ruguaris* sp. y *Rhytiophora* cf. *blairi* (Miller), *Actinoconchus squamosus* (Phillips), *A. planosulcatus* (Phillips), *Martinothyris lineatus* (Sowerby), *Sinuatella sinuata* (de Koninck), *Asyrinxia lata* McCoy, *Unispirifer* sp., *Spirifer gregeri* (Weller) y *Punctospirifer* sp. *Orbiculoidea* sp., *Barrosiella* sp., *Prospira* sp., corales como *Neozaphrentis* sp. y crinoides como *Pentagonomischus* sp.

Observaciones: La especie se describió para el Osageano (Misisípico Temprano) de Kentucky, EUA (Moore y Jeffords, 1968). Los especímenes de Patlanoaya se hallan deteriorados y no fue posible medir la altura columnar, sin embargo la faceta articular se halló en aceptable estado de conservación para su determinación específica.

Género *Lomalegnum* Moore y Jeffords, 1968

Diagnosis: Es un género monoespecífico cuyo tallo es heteromórfico; los costados son rectos, granulados y con las suturas marcadas por las terminaciones de las crestas.

Lomalegnum hormidium Moore y Jeffords, 1968
(LÁMINA IX, APÉNDICE 1)

Lomalegnum hormidium Moore y Jeffords, 1968, p. 61, lám. 13, fig. 2

Descripción: La superficie articular de la placa es amplia y está constituida por crestas finas, simples alternadas por bifurcadas hacia la mitad de su longitud; separadas por espacios estrechos.

El lumen es amplio y ocupa la tercera parte de la superficie articular. No presenta perilumen ni areola.

Dimensiones (mm)

No. DE EJEMPLAR	ANCHO DE CRENLARIO	ANCHO LUMEN	ANCHO AREOLA	ANCHO FACETA	ALTURA PLACA
EM01(1)		5.2	1.6	9.6	1.6

Localidad y posición estratigráfica: En Patlanoaya su posición estratigráfica coincide con las especies *Floricyclus welleri* y *Dierocalipter doter*, *Ampholenium apolegma*, todas pertenecientes a la Unidad I de edad Osageana (Misisípico Temprano). Se encontró asociada a especies de braquiópodos como *Ruguauris* sp. y *Rhytiophora* cf. *R. blairi* (Miller), *Actinoconchus squamosus* (Phillips), *A. planosulcatus* (Phillips), *Martinothyris lineatus* (Sowerby), *Simatella sinuata* (De Koninck), *Asyrinxia lata* McCoy, *Unispirifer* sp., *Spirifer gregeri* (Weller) y *Punctospirifer* sp. *Orbiculoidea* sp, *Barrosiella* sp., cf. *Prospira* sp., de corales como *Neozaphrentis* sp. y crinoides como *Pentagonomischus* sp., informados por Vázquez (informe inédito, 1986) y por Villaseñor *et al.*, (1987).

Observaciones: La especie se describe para el Misisípico Temprano (Osageano) de Iowa EUA (Moore y Jeffords, 1968). En los ejemplares de Patlanoaya se observó solamente la superficie articular y la forma de los latera.

Género *Blothronagma* Moore y Jeffords 1968

Diagnosis: Se trata de un género monoespecífico. El tallo es heteromórfico, pentagonal, con nodales redondeados e internodales de casi igual tamaño, con cinco cirros, noditaxis con 4 placas columnares, faceta articular con amplio crenulario, areola con crestas finas y parcial obliteración, lumen grande y subcircular, canal axial constreñido por claustros a media altura.

Blothronagma cinctutum Moore y Jeffords 1968
(LÁMINA IX, APÉNDICE 1)

Blothronagma cinctutum Moore y Jeffords, 1968, p. 63, lám. 15, figs. 1-6.

Descripción: La superficie articular de la placa tiene el crenulario estrecho, formado por crestas finas simples y bifurcadas, intercaladas irregularmente y separadas por espacios más pequeños que ellas. Presenta areola desde amplia a estrecha; el lumen es de contorno circular y ocupa la tercera parte de la superficie. La placa tiene en la periferia un reborde amplio.

Dimensiones (mm)

No. DE EJEMPLAR	ANCHO DE CRENLARIO	ANCHO LUMEN	ANCHO AREOLA	ANCHO FACETA	ALTURA PLACA
-----------------	--------------------	-------------	--------------	--------------	--------------

EM01(1)	0.9	3.2	0.9	1.8	2.0
---------	-----	-----	-----	-----	-----

Localidad y Posición estratigráfica: Esta especie procede de la Unidad II de la Formación Patlanoaya y se asigno al Pensilvánico Medio (Atokano). Se encontró asociada a las especies de braquiópodos como *Antiquatomia* sp., *Reticulatia* sp., *Productus* sp., *Linoproductus* sp., *Koslowkia* sp., fechados para el Pensilvánico Medio y un coral determinado como *Lophophyllidium* sp. también del Pensilvánico Medio. La presencia de crinoides como *Cyclocaudex typicus* (Moore y Jeffords) que se encuentran en la base del Pensilvánico Tardío con una fauna acompañante variada como *Megacantophora fallcis* Moore, *Crenispirifer* sp., *Productus* sp., *Echinaria* sp., *Chaoiella gruenewaldti* (Krotov), *Spiriferella* sp. y *Meekospira* sp., permite suponer que su alcance estratigráfico podría ser más amplio que el descrito para otras localidades.

Observaciones: La especie se describió para el Atokano ó Pensilvánico Medio de Oklahoma EUA (Moore y Jeffords, 1968, p. 63). En los ejemplares de Patlanoaya no se aprecian apéndices cirrales, ni sus cicatrices.

Familia Floricyclidae Moore y Jeffords 1968

Género *Floricyclus* Moore y Jeffords 1968.

Diagnosis: El tallo es heteromórfico con nodales que se distinguen por ser mayores que el promedio de algunas formas y por la presencia de cicatrices cirrales. Los lados de los columnares son casi siempre rectos pero tienden a la convexidad; las suturas no son indentadas ni crenuladas generalmente, la faceta articular es proporcionalmente pentalobulada a fuertemente radiada, el lumen tiene estrechas puntas entre los rayos petaloides.

Floricyclus cf. *F. angustimargo* Moore y Jeffords 1968

(LÁMINA X, APÉNDICE 1)

Descripción: La placa articular tiene el crenulario formado por crestas pequeñas y gruesas, situadas en la periferia, en seguida se encuentra una areola amplia, ligeramente deprimida, desde lisa a finamente granulosa; el perilumen es pentalobulado, crenulado y en algunos ejemplares los lóbulos casi se juntan en sus extremos, el lumen es amplio y pentalobulado.

Dimensiones (mm)

No. DE EJEMPLAR	ANCHO DE CRENULARIO	ANCHO LUMEN	ANCHO AREOLA	ANCHO FACETA	ALTURA DE PLACA
EM02(2)	—	3.0	—	6.0	—
EM02(8)	—	2.7	—	5.5	—
EM02(5)a	—	3.7	—	7.4	—

EM02(5)b	—	2.5	—	5.3	—
----------	---	-----	---	-----	---

Localidad y posición estratigráfica: Los ejemplares proceden de la Unidad III de la Formación Patlanoaya del Estado de Puebla. Su presencia en estos estratos apoya la edad del Carbonífero. Aunque, como estos ejemplares se encuentran acompañados de especies del Virgiliano como *Mooreanteris waylandensis*, *Cyclocaudex typicus*, *C. jucundus* y *Preptopremnum rugosum* así como de los braquiópodos *Dictyoclostus* sp., *Paramarginifera* estudiados en este trabajo y los braquiópodos *Wellerella* sp., *Schizodus* sp. y *Palaeomutela* sp., informados por Villaseñor *et al.* (1987), se precisa la edad virgiliana.

Observaciones: El género tiene alcance desde el Misisípico Temprano al Pensilvánico Tardío, es decir todo el periodo Carbonífero (Moore y Jeffords, 1968). La especie se registra originalmente para el Desmoinesiano (Pensilvánico Medio) de Colorado, EUA.

Familia Fluticharacidae Moore y Jeffords, 1968
Género *Dierocalipter* Moore y Jeffords, 1968

Diagnosis: Se trata de un género monoespecífico cuyo tallo es esbelto, con crestas finas y altas, crenulario y perilumen estrechos, lumen circular pequeño, contiene septos delgados y jégula. Los lados de los columnales son lisos y ligeramente convexos en perfil.

Dierocalipter cf. *D. doter* Moore y Jeffords, 1968
(LÁMINA X, APÉNDICE 1)

Descripción: La superficie articular presenta el crenulario muy estrecho formado por crestas anchas, cortas, simples, separadas por espacios casi del mismo ancho que las crestas; la areola es muy amplia, tres veces el ancho del crenulario. El lumen es pequeño con el perilumen crenulado.

Dimensiones (mm)

No. DE EJEMPLAR	ANCHO DE CRENULARI	ANCHO LUMEN	ANCHO AREOLA	ANCHO FACETAL	ALTURA PLACA
EM02(7)	1.6	3.2	1.6	9.0	—

Localidad y Posición estratigráfica: La especie de Patlanoaya corresponde a la muestra EM02 (7) que pertenece al Pensilvánico, dada la asociación con otras especies de crinoides de esa edad como *Mooreanteris waylandensis*, *Cyclocaudex typicus*, *C. jucundus* y *Preptopremnum rugosum*, así como por los braquiópodos; *Dictyoclostus* sp., *Paramarginifera*, *Wellerella* sp., *Schizodus* sp. y *Palaeomutela* sp., sin duda, del Pensilvánico Tardío (Villaseñor *et al.*, 1987). Sin embargo, *Dierocalipter doter* es del Misisípico Temprano, pero en cuanto a posición estratigráfica coincide con la unidad III y con la edad de las especies antes mencionadas. Con la obtención de ejemplares

en mejores condiciones de conservación podría discutirse la ampliación del intervalo estratigráfico de esta especie.

Observaciones: El ejemplar se encuentra en malas condiciones de conservación por lo que únicamente se comparo con la especie *Dierocalipter doter* (Moore y Jeffords, 1968, p. 73, lám. 21, fig. 10), que se describe para el Misisípico Temprano (Osageano) de Kentucky, EUA.

DESCRIPCIONES DE NUEVOS REGISTROS PARA MEXICO EN LA FM. PATLANOAYA

Subclase articulata Zittel, 1879

Columna circular, elíptica o con una sección de cinco lados, con o sin cirros sobre los nodales. Articulaciones de las placas columnares pueden ser de los tipos sinártricos, sinplécticos o sinostosial. El canal luminal es ligeramente estrecho

Orden isocrinida Sieverts-Doreck, 1952

Columna larga, pentalobulada y/o pentagonal en sección circular. Suelen presentar nodales con cirros. Las articulaciones columnares son simplecticas (unidas por los pliegues), las crestas se acomodan a lo largo del margen en un patrón petaloide (Moore y Teichert, 1978).

Familia isocrinidae Gislén, 1924

La columna es pentagonal en sección circular. Las placas columnares proximales pentalobuladas se alternan y tienen poros radiales en las suturas. Las articulaciones columnares son simplécticas con crestas notables a lo largo del borde formando el patrón petaloide. Los "pétalos" nunca son muy estrechos ni separados por grandes espacios radiales. Son característicos de todo el Mesozoico desde el Triásico hasta el Cretácico. La taxonomía de los géneros se basa en el tipo de articulación columnal, así como en el acomodo de los cirros y su ramificación.

La familia es extensa y las únicas especies registradas del Triásico Inferior están basadas en placas columnares es mal preservados que no muestran detalles de la superficie articular. Algunos elementos de la columna del Triásico Medio y Superior del tipo *Isocrinus* se encuentran en Europa Central y en el sur en el área de los Alpes. Hay representantes en Norteamérica, en el Kashmir (Asia Central), Indonesia y Nueva Zelanda. Los representantes del Triásico Medio del norte de Italia son del género *Balanocrinus*. En el Triásico Medio de Hungría hay variaciones que semejan a *Isocrinus* y a *Balanocrinus* y hay placas con crestas largas y estrechas. Los Isocrinidos están ampliamente distribuidos desde el Jurásico Superior al presente. Las especies recientes se encuentran desde aguas someras hasta profundas de unos 2500 metros, aunque principalmente viven entre los 200 y los 1000.

Género *Isocrinus* Von Meyer, 1836
(LÁMINA XI, APÉNDICE 1)

Diagnósis: Placas columnares fósiles de Isocrinidos con articulación similar a *Isocrinus* se asignan al género frecuentemente, aunque tales placas podrían ser de varios géneros dentro de la familia. Tales columnales son conocidos desde el Triásico inferior y medio hasta el Holoceno. La única especie reciente es encontrada en aguas del Caribe.

Isocrinus sp Von Meyer in Agassiz, 1836, p. 195 (=Isocrinites von Meyer, 1836, p. 57)

Descripción: Ejemplar pentalobulado cuyos lóbulos se proyectan de manera semejante a los brazos de una estrella pero no tan pronunciados, los lóbulos son simétricos y redondeados en la punta. En cada lóbulo se desarrollan las crestas sobre los bordes a manera de pétalos, entre las crestas hay un espacio con respecto al perilumen en forma de embudo, el cual rodea a un lumen muy estrecho. De perfil esta placa se muestra mas bien esbelta y regular sin poros. Es una placa única por lo que no se sabe si pertenece a una posición proximal o distal respecto a la corona, ya que en este grupo existe heteromorfia de las placas en relación a su posición (Moore y Teichert, 1978).

Dimensiones (mm)

NÚMERO DE EJEMPLAR	ANCHO DE CRENLARIO	ANCHO DE LUMEN	ANCHO DE AREOLA	ANCHO DE FACETA	ALTURA DE PLACA
O-3	8.8	1	2	15.4	3.2

Localidad y posición estratigráfica: El ejemplar colectado se encontró en la localidad donde aflora la unidad de "Cañada de las Flores" perteneciente al Pérmico de la Formación Olinalá en el estado de Guerrero.

Discusión: La distancia entre la punta de dos lóbulos es de 9.4 mm. Este ejemplar muestra todas las características de la familia y las del género, no obstante muestran variaciones en el largo de los lóbulos por lo que se podría tratar de otro género, sin embargo no hay duda sobre la familia. Por lo tanto, se trata de una ampliación de intervalo estratigráfico, fundamentada en que una riqueza de especies como la conocida para este grupo a partir del Triásico, no puede aparecer repentinamente, así que seguramente tendrá antecedentes de algunos millones de años, lo que ubica a tales ancestros en el Pérmico, justamente el período que representan los estratos donde se encontró el isocrinido.

Orden Millericrinida Sieverts-Doreck, 1952

Columna generalmente larga, cilíndrica, sin nodos o cirros. La cara articular de las placas columnares, en ocasiones, esta cubierta con crestas fraccionadas y arregladas en cinco grupos radiales. Canal central es estrecho. La parte proximal de la columna esta usualmente modificadas con cinco caras, o podría ser circular formando una transición cónica hacia la copa. (Mesozoico) (Moore y Teichert, 1978)

Suborden Millericrimina Sieverts-Doreck, 1952

El tallo es cilíndrico, liso o con ornamentos, la cara articular de las placas columnares tiene crestas que generalmente ocupan toda la superficie, en cinco agrupaciones. El diámetro de la columna no se incrementa debajo de la corona o solo hay una corta transición cónica debajo del elemento columnar mas alto. (Moore y Teichert, 1978)

Familia Cyclomischidae Moore y Jeffords, 1968

Los tallos son heteromórficos típicos, pero en algunas especies son claramente homeomórficas. Se caracterizan principalmente por facetas articulares que consisten de amplios crenularios, el lumen por lo general es circular suavemente pentalobulado en algunos géneros, la areola y el perilumen pueden estar ausentes. Se encuentra desde el Silúrico Medio al Pensilvánico Superior (Moore y Teichert, 1978).

Género *Cyclomischus* Moore y Jeffords, 1968

Diagnosis: Tallo a veces heteromórfico a veces homeomórfico, lumen circular grande que varia hasta ampliamente subpentagonal o marcadamente pentalobulado, el crenulario tiene crestas finas y rectas que van desde la periferia al lumen, los lados de las placas columnares rectos o con un perfil convexo a lo largo (Moore y Jeffords, 1968).

Cyclomischus alternatus Moore y Jeffords, 1968
(LÁMINA XI, APÉNDICE 1)

Descripción: El ejemplar consta de una placa columnar de sección circular con el lumen subpentagonal de tamaño medio.

Dimensiones (mm)		
No. de ejemplar	Ancho de la faceta	Lado del lumen pentagonal
EM02-base 36	10	2.5

Localidad y posición estratigráfica: Se localizó en un banco calcáreo determinado como perteneciente al Atokano (Pensilvánico Medio) de la Formación Patlanoaya.

Discusión: El Orden está registrado para el Mesozoico y el Terciario en la descripción original; sin embargo Moore y Jeffords (1968) publicaron que el género se encuentra desde el Silúrico al Pensilvánico Superior que es cuando coincide con la Fm. Patlanoaya. Estos últimos son los autores de la familia que se basan en la morfología de las placas columnares. Tomando en cuenta el mal estado del fósil, la identificación específica permanece como un probable *C. alternatus* hasta encontrar mas ejemplares que lo apoyen, ya que la especie esta registrada para el Silúrico por lo que de confirmarse se trataría de una ampliación de su intervalo estratigráfico, de cualquier manera representan una entidad taxonómica no publicada hasta ahora en relación con el Paleozoico mexicano.

Observaciones: Los ejemplares carecen de crestas pues la superficie articular se ha intemperizado, no se aprecia el espesor ni perfil de la placa, pero sí el lumen pentagonal y su proporción característica con la superficie articular.

Familia Cyclomischidae Moore y Jeffords, 1968

Rhysocamax cristata Moore y Jeffords, 1968
(LÁMINA XII, APÉNDICE 1)

Diagnosis: Tallo homeomórfico, de tamaño variable pero tiende a grande. Las placas columnares son delgadas y tienen lumen circular. Las crestas son largas, anchas y rectas; los lados de los elementos columnares son redondeados longitudinalmente. Las suturas son crenuladas (Moore y Jeffords, 1968).

Rhysocamax cf. R. cristata Moore y Jeffords, 1968

Descripción: Este ejemplar muestra una superficie articular nítida y bien conservada; las crestas abarcan la cara articular desde el borde externo, hasta tocar el borde del lumen sin ramificarse ni curvarse, es de diámetro circular. No se aprecia el perfil de la placa. Carece de perilumen y de areola.

Dimensiones (mm)

NO. DE EJEMPLAR	ANCHO DE CRENULARIO	ANCHO DE LA FACETA	ANCHO DEL LUMEN
EMO2-(11)	2.75	8	2.5

Localidad y Posición estratigráfica: Estratos del Pensilvánico Superior (Virgiliano) de la Formación Patlanoaya

Discusión: Se encontró también en la Formación Olinalá, en el Pérmico Inferior, por lo que es útil como elemento de correlación bioestratigráfica. En la Fm. Patlanoaya está en estratos del Pensilvánico por lo que es dudosa la determinación dado que la descripción original es de ejemplares del Misisípico Inferior; sin embargo, cabe la posibilidad de una ampliación del intervalo estratigráfico hacia arriba en el tiempo, tomando en cuenta las dos Formaciones mexicanas.

Cyclocrista Moore y Jeffords, 1968
(LÁMINA XII, APÉNDICE 1)

Diagnosis: Tallo esbelto, noditaxis de 4 a 8 placas columnares, nodos con 1 a 3 cicatrices de cirros o bien ninguna, los costados columnares son angulosos a media altura. La faceta articular tiene crenulario estrecho con crestas cortas, rectas, separadas de la areola por un declive, la areola es generalmente cóncava por lo que semeja un perilumen alrededor del lumen. Las suturas entre los elementos columnares no son identadas y sí marcadamente crenuladas (Moore y Jeffords, 1968)

Cyclocrista cheneyi Moore y Jeffords, 1968
(LÁMINA XII, APÉNDICE 1)

Descripción: Los especímenes tienen la faceta circular con crenulario amplio cuyas crestas parten del borde exterior de la placa y se interrumpen a la mitad de su distancia al lumen. Las crestas son rectas y finas, desde su extremo proximal la areola ocupa la mitad del área de la cara articular y no se interrumpe por el perilumen, el lumen también es circular y de tamaño moderado. Las placas vistas de perfil son muy esbeltas, sin elementos cirrales y con suturas notables.

Dimensiones (mm)

NO. DE EJEMPLAR	ANCHO DEL CRENLARIO	ANCHO DE LA FACETA	ANCHO DEL LUMEN	ANCHO DE LA AREOLA	ALTURA DE LA PLACA
EM03-(1) (3)	3	12	4	3	2

Localidad y Posición Estratigráfica: Pertenece a la Formación Patlanoaya en el nivel EM03, es decir al Pensilvánico Superior/ Pérmico Inferior, localizada en un nivel que representa una facies de borde de laguna arrecifal de la Unidad IV.

Discusión: También se halla en el Pensilvánico Superior y el Pérmico Inferior de Texas, que coincide con el fechamiento de la muestra de San Salvador Patlanoaya y se establece la correlación estratigráfica.

Observaciones: El ejemplar fósil es un tallo de 13 cm de largo, donde se aprecia con claridad la sutura de las placas que aún se encuentran articuladas.

Orden Monobathrida Moore y Laudon, 1943

La única característica importante es un cáliz monocíclico.

Suborden Compsocrinina Ubaghs, 1978

La placa basal es hexagonal, las placas radiales se fusionan excepto en la separación de la placa primanal en el lado posterior

Superfamilia Hexacrinitacea Wachsmuth y Springer, 1885

El cáliz esencialmente está confinado a las placas basales, radiales y primanales. Cáliz alargado, cuatro placas basales, sin tubo anal (Moore y Teichert, 1978)

Familia Dichocrinidae S. A. Miller, 1889

Cáliz pequeño, dos placas basales. Tégmen variable en altura y prominencia con placas hipertrofiadas en forma de aletas bifurcadas, o secundariamente simplificadas a cinco orales, en géneros avanzados. Tallo redondo y recto o enrollado y bilateral (Moore y Teichert, 1978).

Género *Pterotocrinus* cf. *P. bifurcatus*
(LÁMINA XII, APÉNDICE 1)

Diagnosis: Tegmen alto, piramidal o aplanado en la parte distal; las cinco placas tegminales axilares se hipertrofiaron, varían de forma pero son masivas con borde afilado y bifurcadas con los extremos agudos. Existen de cuatro a seis brazos libres en cada radio biserial, confinados al área entre las placas hipertrofiadas.

Pterotocrinus Lyon y Casseday, 1859 p. 301 (*Asterocrinus* Lyon, 1857 p. 472.)
Pterotocrinus cf. *P. bifurcatus* Wachsmuth y Springer, 1897

Descripción: Este ejemplar consta de una placa tegminal axilar hipertrofiada, que seguramente se conservó a causa de su grosor y solidez, aunque se disgregó del resto del tegmen y del cáliz. Dicha placa tiene una base a partir de la cual se bifurca ampliamente en dos lóbulos, que conforman una horquilla casi horizontal en la que ambos extremos se adelgazan y describen una ligera curva descendente para terminar en una punta aguda. En total, la placa es unas seis veces mas ancha que alta, la parte media del borde superior es cóncava y los bordes superiores de los lóbulos son convexos (LÁMINA XIII, APÉNDICE 1).

Dimensiones (mm)

NO. DE EJEMPLAR	ALTO DE LA PLACA	ANCHO DE LA PLACA
PL-3	2.5	13.5

Localidad y posición estratigráfica: Se encontró en un estrato del Pérmico de Ihualtepec. En la literatura se informa que pertenece al Misisípico.

Discusión: Este hallazgo amplía la lista de superfamilias, familias y géneros encontrados en México, demuestra que sí se pueden encontrar elementos diferentes a los columnares, aunque no es fácil reconocerlos. Tal vez su morfología peculiar se debe a la necesidad de protección contra depredadores (Simms, 1994).

Es posible ampliar el intervalo geográfico de este grupo y es probable que también el intervalo estratigráfico, dado que se conoce para el Misisípico y se encontró en un terreno de edad pérmica fechado con fusulínidos (Vachard, 1993).

Nueva especie para la Formación Patlanoaya
(LÁMINA XIV, APÉNDICE 1)

Descripción: La conservación de los ejemplares es tal que se aprecian todas las estructuras de la faceta articular y algunas de los costados. Hasta ahora no se había descrito nada semejante para México y en particular para el Pensilvánico; tiene semejanzas aparentes con los crinoides del tipo tetragonocíclico del Devónico Europeo y con algunos del Misisipico de los EUA.

Las placas columnares son circulares; la superficie articular ornamentada con crestas rectas iguales entre si las cuales parten desde el borde de la placa hacia adentro, la sutura entre placas es ondulada. Se considera la existencia de un perilúmen de anchura variable, dado que rodea a la cavidad del lumen, con forma de estrella de cuatro lóbulos simétricos y equidistantes entre si, claramente desarrollados. Las costillas son regularmente espaciadas y no son gruesas ni extremadamente finas. En los costados se aprecian cuatro cicatrices de cirros alineadas respecto a los cuatro lóbulos del lumen, cuyo diámetro es menor que la altura de las placas columnares.

Dimensiones (mm)

No. DE EJEMPLAR	ANCHO DE CRENULARIO	ANCHO LUMEN	ANCHO FACETA	ALTURA PLACA	ANCHO PERILUMEN
EM02 (7)	2.0	3.9	8.0	1.6	1.0

Localidad y posición estratigráfica: La especie representada por este ejemplar se encontró en la Unidad III (Pensilvánico) de la Formación Patlanoaya, Estado de Puebla (cf. Figs. 3, 4 y 9).

En el presente trabajo la Unidad III de la Formación Patlanoaya se fecha sin duda como perteneciente al Pensilvánico Tardío por la presencia de *Mooreanteris perforatus*, *M. waylandensis*, *Cyclocaudex costatus*, *Cyclocaudex jucundus*, *Preptopremnum rugosum*, *Ampholenium apolegma* y la presencia del resto de la fauna acompañante registrada en la literatura (Vázquez, 1986; Villaseñor *et al.*, 1987; Esquivel, 1996). El intervalo estratigráfico de la unidad esta definida por *Cyclocaudex typicus* en la parte inferior y *Pecopteris cyathea* en la superior que definen el intervalo bioestratigráfico de la unidad (Villaseñor *et al.* 1987).

Se establece con base en la fauna encontrada y con la estructura tetralobulada de esta especie, un paleoambiente que corresponde a la facies de borde de laguna arrecifal, según el modelo de Wilson (1975). Lo anterior se infiere a partir de la litología, la cual es característica de un borde interno de laguna donde las mareas son frecuentes y el oleaje es suave. Por otro lado, la progresiva transformación, mediante una tendencia clara de este tipo morfológico hacia el engrosamiento y complicación de la pared de la placa columnar, hace considerar que se trata de un linaje evolutivo que se adaptó a esas condiciones del ambiente, según refiere Magdeieva (1987) para los crinoides tetralobulados.

La litología de la muestra consiste en "packstone", es decir caliza bioclástica de grano medio, con abundantes fragmentos de organismos mayores y elementos completos de organismos menores como los crinoides, pero todo ello depositado en capas intercaladas entre las cuales varia

la concentración de los bioclastos, indicando fenómenos climáticos estacionales o al menos periodicidad de la acumulación, tal vez producidas por crecidas de ríos cercanos o mareas atípicas, ya que esta litología ("bindstone" y "floatstone") es característica del borde interno de una laguna arrecifal. Como se encuentran en esta roca estructuras primarias de corte y relleno, se infiere la presencia de canales de marea que tienen relleno tipo "floatstone" y en una de tales estructuras se encuentra a los ejemplares del crinoide tetraradial, se considera que la fosilización es *in situ*, aunque el tallo quedó desarticulado.

Discusión: Se emprendió una revisión de la Familia Cupressocrinitidae y de los taxones con posible relación taxonómica o estratigráfica, o bien por tener la morfología semejante a los ejemplares de Patianoaya en Puebla (Antropov, 1954; Bather, 1914; Bergoniux, 1938; Breimer, 1962a; Bowsher, 1953; Brower y Veinus, 1974; Bramalette, 1941; Carreón *et al.*, 1989; Clarke, 1885; Chernova y Stukailina, 1989; Dubatolova y Shao-Chieh, 1959; Faber 1929; Fenton, 1929; Franzen, 1983; Gerth, 1968; Kier, 1958; Kirk, 1940a; 1942 a, b, c; 1945; 1948; 1949; Laudon, 1939, Lewis, 1981; Magdeieva, 1987; Moore, 1940; Moore y Strimple, 1942; 1973; Moore y Laudon, 1942; Pabian y Strimple, 1974a,b; Roemer, 1845; Peck, 1948; Swechentsko, 1959; Schultze, 1867; Scotese, 1974; Sieverts 1934; Sieverts-Doreck, 1963; Strimple, 1939; 1951; 1971; 1981; Strimple *et al.*, 1969; Strimple y Watkins, 1969; Strimple y Naessichuck, 1974; Stukalina, 1967; 1984; Termier, 1949; Termier y Termier, 1958; Valette, 1934; Weller, 1909; 1916; Wright, 1939; Wright y Strimple, 1945; Wright, 1945; Yabe y Toshio, 1934; Yakovlev, 1937; 1939; Yakovlev y Ivanov, 1956; Yeltysheva, 1956). Incluso en el trabajo de Esquivel (1996) se le atribuyó un posible parentesco filogenético a esta familia, por ser el único grupo de crinoideos con estructura semejante, sin embargo después de revisar y obtener nuevos conocimientos ha variado el criterio y ya se descarta tal parentesco.

La familia fue descrita por Roemer (1845) en Alemania y algunos hallazgos posteriores son publicado por Schultze (1867) y Sieverts (1934), ahí mismo, en Bélgica fue registrada por Bather (1914), en España por Bergonioux (1938) y finalmente en los Montes Urales por Magdeieva (1987).

Los géneros *Cupressocrinites* y *Cupressocrinus* han sido revisados y son morfológicamente semejantes en cuanto a la simetría del lumen, sin embargo, no se cuenta aquí con otros elementos que permitan compararla como son las placas basales o la corona. Del primer género se tiene como ejemplo especímenes de los Montes Urales (Magdeieva, 1987), donde se encuentran ejemplares tetralobulados y trilobulados con una tendencia clara hacia el fortalecimiento y engrosamiento de las paredes de las placas articulares por medio de formas complicadas y alejándose del patrón pentarradial de la clase crinoidea (Lámina XIV).

La estructura del canal luminal en forma de cuatro lóbulos confiere resistencia estructural superior a la que da la simetría circular (Magdeieva, 1987), donde se aprecia una transformación de la estructura desde el canal circular hasta el triangular, atravesando por varias fases de tetralobulado. Se considera al canal luminal como la estructura más importante en esta tendencia, puesto que le confiere fortaleza al tallo en condiciones de oleaje y corrientes fuertes, por lo tanto estos ejemplares se pueden situar por su edad carbonífera tardía, por su estructura tetrarradial y por su diámetro luminal pequeño, dentro de esta tendencia adaptativa (Moore, 1948).

Si la especie representada por este ejemplar tuviese relación filogenética con los del Devónico de los Montes Urales, debiera demostrarse la existencia de taxones intermedios, o alguna conexión entre el continente europeo y el Terreno Mixteco, en este mismo tiempo geológico. Las evidencias no apuntan a eso, por ello es difícil que este linaje llegase hasta el Pensilvánico sin dejar rastros en Europa, apareciendo "de pronto" en el Terreno tectónico Mixteco. El linaje tendría que haberse extendido hasta el Pensilvánico Tardío sin alteraciones morfológicas, en un ambiente teóricamente poco cambiante; por supuesto el ambiente arrecifal es el más variable en la historia de la vida y con el han surgido múltiples formas biológicas, entre ellas algunas que han cambiado rápido como los crinoides (Moore, 1952; Moore y Laudon, 1943). Si se considera la tectónica global, con los consecuentes cambios en el nivel del mar que originaron y acrecentaron las formaciones geológicas del Terreno Mixteco, se tendrá un apoyo para este último punto de vista.

En consecuencia, aunque es tentador, no se puede proponer con este único elemento una ampliación del intervalo estratigráfico de toda la Familia Cupressocrinitidae y en particular del grupo de los tetralobulados, hasta el Pensilvánico Tardío (Virgiliano), como se propuso antes (Esquivel, 1996). Ahora se considera que es una especie homeomórfica o convergente respecto de aquellas devónicas porque se desarrolló en condiciones semejantes de energía y profundidad, pero unos 70 Millones de años después.

En todos los trabajos consultados sobre cupressocrinitidos se encuentran los ejemplares descritos en el sistema Devónico (Eifeliano y Givetiano) (Antropov, 1954; Bather, 1914; Bergoniux, 1938; Breimer, 1962a; Bowsher, 1953; Clarke, 1885; Chernovay Stukalina, 1989; Kirk, 1948; Roemer, 1845; Scotese, 1974; Schewtshensko, 1959; Sieverts, 1934; Sieverts-Doreck, 1963; Stukalina, 1967 y Yeltsheva, 1956) y el ejemplar aquí descrito es fechado sin duda como perteneciente al Pensilvánico (Virgiliano). Con este elemento no existe correlación entre México y Europa, pues unos se encuentran en el Devónico Medio (Eriano de Norteamérica y Eifeliano de Europa), y otros en el Carbonífero (Virgiliano de América Uraliano de Europa). La discusión sobre un linaje europeo no es sostenible a menos que se descubra que el linaje del ejemplar mexicano se remonta hacia atrás en el tiempo, o bien el de los cupressocrinitidos hacia delante.

En fechas recientes Ausich (Com. Pers.), especialista en crinoides de la universidad de Ohio, E U A, considera posible que un crinoide descrito por el (Ausich y Lane, 1982) para el Misisípico de E U A sea el mismo, sin embargo la revisión está en proceso y queda pendiente verificarlo.

REFERENCIAS

- AGER, D. V.** 1965. A Monograph of the British Liassic Rhynchonellidae: Paleontographica Society London pt. (1-3): 1-130.
- AGUILERA, J. G.** 1896. Bosquejo Geológico de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Boletín del Instituto de Geología (4 - 6): 267.
- ALENCASTER, G.** 1963. Pelecípodos del Jurásico Medio del Noroeste de Oaxaca y Noroeste de Guerrero. Instituto de Geología UNAM. Revista de Paleontología (15).20.
- ALEXANDER, R.** 1975. Generic longevity among articulate Brachiopods and the Relationships to the mode of stabilization the substrate, Geological Society Annals, Abstracts with Programs. 7 (7): 972.
- 1977. Growth, Morphology and Ecology of Paleozoic and Mesozoic Opportunistic Species of Brachiopods from Idaho-Utah: Journal of Paleontology 51 (6):133-149.
- ANTROPOV, L. A.** 1954. Ob ostatkakh *Cupressocrinus* y ikh stratigraficheskoy znachenii v devone Volgo-Uralskoi neftenoshoi oblasti. Akad. Nauk SSSR Izvesti Kazan. Filiala, Ser. Geol. Nauk. (2): 12-16. 1 pl.
- ARMSTRONG, J.** 1971. Pallial Markings of some permian Spiriferids. Linn. Society N. S. W., Proceedings 95 (3): 201-208.
- BALDIS, B. A. J. y O. L. BORDONARO.** 1981. Vinculación entre el Cámbrico del noroeste de México y la precordillera argentina. En: Actas II Congreso Paleontológico Americano en Porto Alegre, Brasil: 10.
- BASSLER, R. S. y M. W. MOODEY.** 1943. Bibliographic and faunal index of Paleozoic pelmatozoan echinoderms. Geol. Soc. Am. Spec. Paper, United States.
- BATHER, F. A.** 1914. *Cupressocrinus gibber* n.sp. du Devonien superieur de Belgique. Bulletin Societe. Belgue de Geologie 28: 129-135.
- BAUMILLER, T. K.** 1994. Patterns of Dominance and extinction in the record of Paleozoic crinoids. En: David, B. A., Guille, J. P. Féral y M. Roux (Eds.) 1994. Echinoderms through time. Proceedings of the Eighth International Echinoderm Conference, Dijon/France/6-10 sept. 1995. A.A. Balkema/Brookfield: 193-198.
- BEGON, M., J. L. HARPER y C. R. TOWNSEND.** 1989. Ecology, Individuals, Populations and Communities . Wiley and Sons N.Y. : 876.

- BERGONIOUX.** 1938. *Cupressocrinites elongatus* Goldfus du Givetien des Asturies. Bulletin Societe Histoire Naturelle de Toulouse, (72): 63-68, 1 fig.
- BERRY, W. F.** 1952. Descriptive study of crinoid columnals from Hamilton Group of New York. Master's dissertation University of Massachusetts. Amherst, United States: 119.
- BOUCOT, A. J., J. G. JOHNSON AND R. D. STATON.** 1964. On some atrypoid, retzioid and athyridoid Brachiopoda: Jour. Paleontology, **38**: 805-822. pl 125-128, text-fig. 1-6.
- BRAMLETTE, W. A.** 1943. *Triceracrinus*, a new Upper Pennsylvanian and Lower Permian crinoid (Texas). Journal of Paleontology. **17** (6): 550-553.
- BOWSER, A.** 1953. A new Devonian crinoid from western Maryland. Smithsonian Miscellaneous Collections **121** (9): 8, 1 pl.
- BREIMER, A.** 1962a. A Monograph on Spanish Paleozoic Crinoidea: Overdr. Leidse Geol. Meded (27): 189. 16 pl.
- y **D. B. MACURDA.** 1973. Paleozoic Blastiods. En: Hallam A. (Ed). Atlas de Paleogeography. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, London New-York: 207-212.
- BROWER, J. C. y J. VEINUS.** 1974. Middle Ordovician crinoids from southwestern Virginia and Eastern Tennessee. Bulletins of American Paleontology. **66** (283): 125.
- BROWER, J. C. y W. A. BOURROGHS.** 1982. A simple method for Quantitative Biostratigraphy: 61-83. En: Cubitt J. M. y R. A. Reymont (Eds). 1982. Quantitative Stratigraphic Correlation. Jhon Wiley and Sons Ltd.
- BUITRÓN, B. E.** 1980. Relaciones Paleogeográficas Entre los Conjuntos Faunísticos de Invertebrados del Pérmico de México. México D.F. Sociedad Geológica Mexicana, V Convención Geologica Nacional.
- , **J. PATIÑO y A. MORENO.** 1987. Crinoides del Paleozoico Tardío (Pensilvánico) de Calnali, Hidalgo. Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología. **1** (1): 125-135.
- y **E. VILCHIS M.** 1979. Braquiópodos y Corales de la Región Monte Redondo, Estado de Chiapas. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Memorias III Congreso Nacional de Zoología, Aguascalientes, Ags. : 47.
- y **F. SOLÍS MARÍN.** 1993. La biodiversidad en los equinodermos fósiles y recientes de México. Volumen Especial (XLIV) Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural: 209-231.

- y G. SANDOVAL O. 1993. Los Braquiópodos (Orthida) tremadocianos de las Salinas de Oaxaca y sus implicaciones paleogeográficas y paleontológicas. Universidad Miguel Lillo, Tucuman, Argentina, Serie Correlación Geológica 9: 183-204.
- BUGE, E. 1952. Briozoarios. En: PIVETEAU, J. (Ed). 1952. *Traité de Paléontologie*. Masson et Cie, Editeurs, Paris. I: 688-749.
- BURCKHARDT, C. 1927. Cefalópodos del Jurásico Medio de Oaxaca y Guerrero. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, 47: 108.
- CARREÑO, A. L. , M. C. PERRILIAT, C. GONZÁLEZ-ARREOLA, S. P. APPLGATE, O. CARRANZA-CASTAÑEDA y E. MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ. 1989. UNAM, Instituto de Geología. Catálogo de Fósiles Tipo Mexicanos: 399-400.
- CHAO C. 1927. Productidae of China Part 1 Producti. China Geological Survey. Paleontological Sinica, Serie B. 5 (2) : 192, 10 pl
- CHERNOVA G. N. y G. A. STUKALINA. 1989. K sistematike pozdnepaleozoyskikh morskikh lily semeystva Floricyclidae (Classification of lower Paleozoic Crinoidea of the Floricyclidae family) In: Problemy izucheniya iskopayemykh i sovremennykh iglokozhhikh (Fossil and recent echinoderm research). Academy of Sciences Kazakhstan SSR, Karaganda, Kazakhstan. Kal D. L. (Ed.): 111-127.
- CLARKE, J. M. 1885. The Higher devonian faunas of Ontario County New York. Bulletin of Geological Survey, 16: 25.
- CLOUD, P. E. 1944. Permian Brachiopods En: King, R. E., C. O. Dunbar, E. P. Cloud, y A. K. Miller. *Geology and Paleontology of the Permian Area of Las Delicias, Southwestern Coahuila, México*. Pt.3, Brachiopods. Geol. Society of America, Special Paper 52: 49-69.
- CONNEY, P. J. 1983. Un Modelo tectónico de México y sus relaciones con América del Norte y del Sur y el Caribe. *Revista del Instituto Mexicano del Petróleo* 15 (1): 6-15
- COOPER, G. A. *et al.* 1965. Fauna Pérmica de El Antimonio, Oeste de Sonora, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, 58 (3): 119.
- y R. E. GRANT. 1977. Permian Brachiopods of West Texas. VI Smithsonian Contributions to Paleobiology :32.
- CORONA-ESQUIVEL, R. J. 1983 (1981). Estratigrafía de la Región Olinalá-Tecocoyunca, noreste del estado de Guerrero: Universidad Nacional Autónoma de México, *Revista de Instituto de Geología* 5 (1): 17-24.

- 1985. Geología de la Región Comprendida entre Olinálá y Huamuxtitlan Estado de Guerrero, México D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias: 108.
- CSERNA, ZOLTAN DE.** 1965. Reconocimiento Geológico en la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, Estado de Guerrero. Universidad Nacional Autónoma de México. Boletín del Instituto de Geología (62): 76.
- , **ORTEGA-GUTIÉRREZ F. y PALACIOS-NIETO.** 1980. Reconocimiento Geológico de la Parte Central de la Cuenca del Río Balsas, Estados de Guerrero y Puebla. México D.F. Memorias del V Congreso Geológico Nacional: 1-33.
- DENISON, R. E.** 1970. Basement Rock Framework of Parts of Texas, Southern of New México and Northern México, in the Geological framework of the Chihuahua Tectonic Belt. Midland West Texas Geological Society: 3-14.
- DUBATOLOVA, and. A. y SHAO-CHIEH.** 1959. Stebli morskikh lilií kamennougolnykh, permskikh i triasovykh otlozhenii yuzhnogo Kitaya. Gushengwu Xuebao, Acta Palaeontológica Sinica. 7,(1): 41-76.
- DUNBAR, C.O. and G.E.CONRAD.** 1932. Brachiopoda of the Pennsylvanian system in Nebraska: Geol. Survey, ser 2 Bull 5 , 377: 44, pl., 25 text-fig.
- DYCHE, D.T.** 1892. Remarks on the stems and roots of crinoids from near Lebanon, Ohio. Journal of the Cincinnati Society of Natural History 15: 101.
- 1892. The crinoid *Heterocrinus subcrassus* (column and root). Science (20): 66.
- EICHER, D. L.** 1973. El Tiempo Geológico. Fundamentos de las Ciencias de la Tierra, Ediciones Omega, Barcelona: 149.
- EMIG, C. C.** 1992. Functional Disposition of the Lophophore in Living Brachiopoda: Lethaia 25 (3): 291-302.
- ENCISO DE LA VEGA. S.** 1988. Una Nueva Localidad Pérmica con fusulínidos en Puebla. Universidad Nacional Autónoma de México, Revista Instituto de Geología 7 (1): 28-34.
- ERBEN H. K.** 1956. El Jurásico Medio y el Caloviano de México. XX Congreso Geológico Internacional. México. Monografía.
- ERBEN H. K.** 1956 Estratigrafía a lo largo de la carretera entre México, D.F. y Tlaxiaco, Oaxaca, con particular referencia a ciertas áreas de los estados de Puebla, Guerrero y Oaxaca. XX Congreso Geológico Internacional. México.

- ESQUIVEL-MACÍAS, C.** 1996. Invertebrados del Paleozoico Tardío de las Regiones de Olinálá, Guerrero y Patlanoaya, Puebla. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias: 123.
- FABER, C. L.** 1929. A review of the genus *Lichenocrinus* and descriptions of the new genera. The University Press, Notre Dame, Indiana. The American Midland Naturalist. XI (9): 453-490.
- FENTON, M.A.** 1929. Notes on Several forms of *Lichenocrinus* from black river formations. The American Midland Naturalist. The University Press, Notre Dame, Indiana. XI (9): 494-499.
- FLORES DE DIOS G. A. y B. E. BUTTRÓN.** 1982. Revisión y Aportes a la Estratigrafía de la Montaña de Guerrero. Universidad Autónoma de Guerrero, Serie Técnico Científico 12: 28
- 1986. Estratigrafía de la Montaña de Guerrero en los Límites con Puebla y Oaxaca, México, D.F. Tesis Profesional, Instituto Politécnico Nacional: 85.
- , **D. VACHARD y B. E. BUTTRÓN.** 1998. The Tiñu, Santiago-Ixtaltepec and Yododeñe Fms. Oaxaca state; Sedimentological, Stratigraphic and Paleogeographic Reinterpretations. International Geological Correlation Program, and Abstracts, Oaxaca City, Oaxaca: 16.
- FRANZÉN, C.** 1983 Ecology and Taxonomy of silurian crinoids from Gotland. Acta universitatis upsalensis abstracts of Uppsala dissertations from the Faculty of Science. 665: 31
- FREDERICKS, G.** 1916. Über einige ober paleozoic brachiopoden von eurasien: Comité Geol., Mém. 156: 1-87, 5 p., 24 text fig.
- FREDERICKS G.** 1927. New Brachiopods from the Upper Carboniferous of Kranosvfmisk. Anals of Society Palentology Russian. XI :
- FRIES, C.** 1960. Geología del Estado de Morelos y Partes Adyacentes de México y Guerrero. Región Central Meridional de México, Universidad Nacional Autónoma de México. Boletín del Instituto de Geología.
- y **P. RINCÓN O.** 1965. Nuevas Aportaciones Geocronológicas y Técnicas Empleadas en el Laboratorio de Geocronometría. Universidad Nacional Autónoma de México, Boletín del Instituto de Geología (73): 25.
- *et al.* 1966. Nuevos Datos Geocronológicos del Complejo Oaxaqueño. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana (29): 59-66.
- GERTH, H.** 1936. The occurrence of isolated calicular plates of *Dinocrinus* in the Permo-Carboniferous of Australia and India and its stratigraphical significance. Proceedings of

the Section of Sciences Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen 39 (7): 865-870.

GIRTY, G. H. 1908. The Guadalupian Fauna U.S.A. Geological Survey Prof. Paper 58: 1-651.

GIRTY, G. H. 1908. On some new and Old Species of Carboniferous Fossils Geological Survey Prof. Paper 34 : 281-303, pl. 14-21, text-figs 6-15.

GISLEN, T. 1924. The crinoids from Dr. S. Bocks expedition to Japan 1914: Regiae Soc. Sci. Upsaliensis, Nova Acta, Ser 4, 5 (6): 1-183. text figs 1-162, pl. 1

GONZÁLEZ-ARREOLA, C., y R. CORONA-ESQUIVEL. 1984. Nuevas Determinaciones de Amonitas Pérmicas en la Región de Olinalá, Estado de Guerrero. Sociedad Geológica Mexicana. Resúmenes del 7 Congreso Nacional: 203.

_____, C., A. B. VILLASEÑOR-MARTINEZ, y R. CORONA-ESQUIVEL. 1994. Permian Fauna of the Los Arcos Formación, Municipality of Olinalá, State of Guerrero, México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, II (2): 214-221.

GONZALEZ-LEÓN, C. 1986. Estratigrafía del Paleozoico de la Sierra del Tule, Noroeste de Sonora. Universidad Nacional Autónoma de México, Revista del Instituto de Geología 6 (2): 117-135.

GRADSTEIN, F. M. y J. OGG. 1996. A Phanerozoic Time Scale. Episodes 19 (1-2): 35.

GRAY, J. E. 1840. Synopsis of the contents of the british museum: 42nd edit (London): 370

GUTIÉRREZ-GIL, R. 1956. Bosquejo Geológico del Estado de Chiapas. México, D. F. XX Congreso Geológico Internacional. Excursión c-15.9-32.

GUZMÁN, E. J. 1950. Geología del Noroeste de Guerrero. Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros 1 (1).

HICKEY, D. R. y J. L. YOUNKER. 1981. Structure and Composition of a Pennsylvanian benthic community. Journal of Paleontology 55 (1): 1-12, 8 figuras en texto.

HONS, J. 1933. Geological reconoisance survey of the North Eastern part of Guerrero. Informe Técnico Geológico de Petróleos Mexicanos (No Publicado).

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 1987. Cartas topográficas E14D11, E14B83 Y E14B62, Escala 1:50 000, 2^a Edición.

JEFFORDS, R. M. y T. H. MILLER. 1968. Ontogenetic Development in Late Pennsylvanian Crinoid Columnals and Pluricolumnals En: Moore, R. C. (Ed). 1968. Echinodermata. The

University of Kansas Paleontological Contributions. The University of Kansas Paleontological Institute. 47 (10): 1-14, Figures 1-5, Plates 1-4.

- KIER, P. M.** 1958. Infrabasals in the crinoid *Opsiocrinus* Kier. Contributions from the museum of paleontology, University of Michigan XIV (13): 201-206, 1 placa, 2 figs.
- KING, W.** 1859. On *Gwynia*, *Dielasma* and *Macandrevia*, Three new genera, etc.: Dublin Univ., Zool. Bot. Assoc., Proc., 1 : 256-262.
- KING, R. E., C. O. DUNBAR, P. E. CLOUD J. R. y A. K. MILLER.** 1944. Geology and paleontology of the Permian area northwest of Las Delicias, South Western Coahuila, México. Geological Society of America Special Papers (52): 172.
- KIRK, E.** 1940 a. Seven new genera of Carboniferous Crinoidea Inadunata. Journal of the Washington Academy of Sciences 30 (8) : 321-334.
- 1940b. *Lebetocrinus*, a new crinoid genus from the Upper Borden of Indiana. Journal of Paleontology 14 (1): 74-77.
- 1942a. *Sarocrinus*, a new crinoid genus from the Lower Mississippian. Journal of Paleontology 16 (3): 382-386.
- 1942b. *Ampelocrinus*, a new crinoid genus from the Upper Mississippian (Alabama, Kentucky). American Journal of Science 240 (1): 22-28.
- 1942c. *Rhopocrinus*, a new fossil inadunate crinoid. Proceedings of the United States National Museum Smithsonian Institution. Washington, D. C. 92 (3144): 151-155
- 1945. Four New genera of camerate of crinoids from the Devonian. American Journal of Science 243: 341-355.
- 1948. Two new inadunate crinoid genera from the Middle Devonian. American Journal of Science 246: 701-710.
- 1949. Three genera of inadunate crinoids from the Lower Mississippian (Mississippi Valley). American Journal of Science 245 (5): 287-303.
- LAPORTE, L. F.** 1974. Los ambientes antiguos. Fundamentos de las Ciencias de la Tierra, Ediciones Omega, Barcelona: 115.
- LAUDON, L. R.** 1939. New crinoid fauna from the Pitkin limestone of northeastern Oklahoma. Geological Society of America Bulletin. 50 (12): 1965.

- LEIDHOLD, C.** 1928. Beitrag zur Kenntnis der Fauna des rheinischen Stringocephalenkalkes, insbesondere seiner Brachiopodenfauna: K. Preuss. Geol. Landessanst., Abhandl., new ser., 109: 1-99, pl 1-7, 43 text-fig.
- LEWIS, R. D.** 1981. *Archaeotaxocrinus*, new genus, the earliest known flexible crinoid (whiterockian) and its phylogenetic implications. *Journal of Paleontology* 1: 227-238.
- LIKHAREV, B. K. AND M.A RZHONSNITSKAYA.** 1956. Nadsemeistvo Rhyconellacea Gray, 1848, in *Materialli dlya Paleontologii: Vses. Nauchno-Issledov. Geol. Inst (VSEGED), Trudy*, new ser., 12: 53-61
- LÓPEZ-LÓPEZ, M. B.** 1997. Braquiópodos del Paleozoico Tardío de la Región de Olinalá, Estado de Guerrero. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM: 150.
- LÓPEZ-RAMOS, E.** 1979a. Carta Geológica de los Estados de Puebla y Tlaxcala, ESCALA 1:500 000 (G-21). Instituto de Geología Universidad Nacional Autónoma de México. 3ª Edición.
- 1979b. Carta Geológica del Estado de Guerrero, ESCALA 1:500 000. Instituto de Geología Universidad Nacional Autónoma de México.
- 1980. Geología General de México.
- LYON S.S. Y S. A. CASSEDAY.** 1859. Descriptions of nine new species of Crinoidea from the subcarboniferous rocks of Indiana and Kentucky. *Am. Jour. Sci., Ser. 2*, 8: 233-246.
- MAGDEIEVA, Z. U.** 1987. Para clasificar a los crinoides tipo *Cupressocrinites*. En: Memoria de las conferencias del VI simposium de equinodermos, con sede en Tallin. Academia de Ciencias de la República Soviética de Estonia, Instituto de Geología: 53-59.
- MANTEN, A. A.** 1970. Palaeology of silurian crinoids of Gotland (Sweden). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeogeology*, 7: 171-184.
- MARTEL SANGIL, M.** 1955. Sobre el valor estratigráfico y la clasificación de las placas columnares. *Estudios Geológicos* 11 (26): 249-257. 3 figs.
- M COY, F.** 1844. A synopsis of the characters of the carboniferous limestone fossils of Ireland: 20. 29 pl., 30 text-figs.
- MCALESTER, A. L.** 1973. La Historia de la Vida. Fundamentos de las Ciencias de la Tierra, Ediciones Omega, Barcelona: 152.
- MCKERROW, W. S. (Eds.)** 1978. The Ecology of Fossils and Illustrated Guide. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts: 384.

- MENN, J.** 1994. La reconstitución de comunidades de crinoides paleozoicos: Lóport de columnals dissociés. *En*: David, B., A. Guille, J. P. Feral y M. Roux (Eds.). 1994. Echinoderms through time. Proceedings of the eighth international echinoderm conference. Dijón/ France/ 6-10 sept. 1993. A. A. Balkema. Brookfield: 231-236.
- MESSING, C. G.** 1994. Crinoid meadows of the west Indies Distributon, responses to flow, disarticulation, sediment production and taphonomy. *En*: David, B. A. guille, J. P. Feral y T. M. Roux (Eds.) 1994. Echinoderms through time. Proceedings of the eighth international echinoderm conference. Dijon/ France/ 6-10 sept. 1993 A. A. Balkema. Brookfield: 87-96.
- MEYER, D. L.** 1971. Post mortem disarticulation of recent crinoids and Ophiuroids under natural conditions. Abstracts with Programs. The geological Society of America. 3 (7): 645-646.
- MEYER, D. L. y D. B. MACURDA.** 1974. The zoogeography of Caribbean crinoids; a model for paleontological interpretation. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa Canal Zone. Abstracts with Programs. Geological Society of America. 6 (7): 868.
- MILLER, J. S.** 1821. A natural history of the Crinoidea or lily-shaped animals, with observation on the genera Asteria, Euryale, Coamtula and Marsupites, Bryan and Co. (Bristol): 150, 50 pl.
- MILLER, S.A. AND W.F.E. GURLEY.** 1889. Description of some new genera and species of Echinodermata from the Coal Measures and Subcarboniferous rocks of Indiana, Missouri and Oiwa: Cincinnati Soc. Nat. History, Jour. 13: 3-25, pl 1-4.
- MILLER, S. A.** 1968. The structure, classification and arrangement of american paleozoic crinoids into families. American Geologist. 6: 275-286.
- MILORADOVICH, B. V.** 1947. O. Dvukh novykh rodakh brakhiopod iz verkhnego Paleozoya Artkiki. Soc. Impér. Nat. Moscou, Bull., new ser., 52, Odtel Geol., pt.3 : 91-99.
- MORALES, S. S.** 1984. Estudio paleoecológico del Paleozoico Superior (Pensilvánico) de Santiago Ixtaltepec, Oaxaca. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México: 52.
- MOORE, R. C.** 1938. The use of fragmentary crinoidal remains in stratigraphic paleontology. Bulletin of the Scientific Laboratories of Dension University 38 (10): 165-250.
- 1940. New crinoids from Upper Pennsylvania(n) and Lower Permian rocks of Oklahoma. Pan-American Geologist. 73 (3): 236.
- y **L. R. LAUDON.** 1941. Symbols for crinoid parts. Journal of Paleontology 15 (4) : 12-423.

- y **H. L. STRIMPLE**. 1942. *Metacatillocrinus*, a new inadunate crinoid genus from Pennsylvanian rocks of Oklahoma. *Journal of the Scientific Laboratories, Denison University*. **37**: 77-84.
- y **L. R. LAUDON** 1942. *Megaliocrinus*, a new camerate crinoid genus from the Morrow series of northeastern Oklahoma. *Journal of the Scientific Laboratories, Denison University*. **37**: 67-76.
- y **L. R. LAUDON**. 1943. Evolution and classification of Paleozoic crinoids. *Geological society of America. Special Papers*. **46**: 153.
- y **L. R. LAUDON**. 1944. Class Crinoidea, En: Shimer, H. W. y R. R. Shrock, 1949. *Index Fossils of North America*, New York, Jhon Wiley y Sons: 137-209.
- 1948. Evolution of the crinoidea in relation to major palaeogeographic changes in earth history. *International Geological Congress "Report of the Eighteenth Session of Great Britain"*, Part XII.
- 1952. Evolution rates among crinoids. *Journal of Palentology*. **26** (3): 338-352.
- MOORE, R. C., R. M. JEFFORDS y T. H. MILLER** 1968a. Morphological Features of Crinoid Columns. En: Moore, R. C. (Ed). 1968b. Echinodermata. *The University of Kansas Paleontological Contributions. The University of Kansas Paleontological Institute*. **45** (8): 1-30, 1-4 placas. Fig 1-5.
- y **R. M. JEFFORDS**. 1968 Classification and Nomenclature of Fossil Crinoids Based on Studies of Dissociated parts of their columns. En: Moore, R. C. (Ed.) Echinodermata. *The University of Kansas Paleontological Contributions. The University of Kansas Paleontological Institute*. **46** (9): 1-86, Figuras 1-6, Placas 1-28.
- y **H. L. STRIMPLE**. 1973. Lower pennsylvanian (Morrowan) crinoids from Arkansas, Oklahoma, and Texas. *The University of Kansas Publications, Echinodermata* **12** (60): 84, 7 figs, 23 plates, 1 table.
- y **TEICHERT** (Eds.). 1978. *Treatise on Invertebrate Paleontology (T)* Geological Society of America, University of Kansas Echinodermata: 656-658.
- MUIR-WOOD, H.M.** 1925. The classification of the british carboniferous brachiopod subfamily productinae: *Ann. Mus. Nat. History*, ser.10, **5** (25): 100-108.
- MUIR-WOOD, H. M. y G. A. COOPER**. 1960. Morphology, Classification and Life Habits of the Productoidea (Brachiopoda). *Geological Society of América Memoir* **81**: 447.

- MUR-WOOD, H. M.** 1965 Terebratulida. En: Moore, R. C. y Teichert (Eds.). 1965 Treatise on Invertebrate Paleontology (H). Brachiopoda. Geological Society of America. Inc. and University of Kansas Press 2: 728-864.
- NORDENG-STEPHAN, C.** 1958. The internal structure of some Pennsylvanian and Permian crinoid stems. Doctoral Disertation University of Wisconsin-Madison. Madison.
- OCHOA-CAMARILLO, H., B. E. BUITRÓN-SANCHEZ y A. SILVA-PINEDA.** 1997. Aspectos bioestratigráficos, paleoecológicos y tectónicos del Jurásico (anticlinorio de Huayacocotla) en la región de Molango Hidalgo. II Convención sobre la Evolucion Geológica de México y Recursos Asociados. Pachuca, Hidalgo.
- OPIK, A. A.** 1934. Über Kitamboniten: Acta and Comentations, Ser A. 26 (3): 1-239, 48 pl., 55 text fig.
- ORDÓÑEZ, E.** 1946. Principales Provincias Fisiográficas y Geológicas de la República Mexicana. Guía del Explorador Minero. Instituto de Geología de México.
- ORTEGA-GUTIÉRREZ, F.** 1978. Estratigrafía del Complejo Acatlán en la Mixteca Baja, Estados de Puebla y Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México, Revista del Instituto de Geología 2 (2):112-131.
- 1981 (1984). La Evolución Tectónica Premisisipica del Sur de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Tevista del Instituto de Geología, 5: 140-157
- PABIAN, R. K y H.L. STRIMPLE.** 1974a. Crinoid studies; Part I, Some Pennsylvanian crinoids from Nebraska; Part II, Some Permian crinoids from Nebraska, Kansas, and Oklahoma. Universidad de Nebraska, Lincoln, Nebraska: Universidad de Iowa, Departamente of Geology, Iowa City. Bulletins of American Paleontology 64 (281): 245-337.
- 1974b. Some crinoids from the Curzon and Ervine Creek limestones (Virgilian) of Cass County, Nebraska. In: Fossil crinoid studies. University of Kansas Paleontological Contributions 73 (73): 31-38.
- 1974. Miscellaneous Pennsylvanian crinoids from Kansas, Oklahoma, and Nebraska. In: Fossil crinoid studies. University of Kansas Paleontological Contributions, (73): 2-19.
- PADILLA Y SÁNCHEZ, R. J.** 1996. Elementos de Geología Estructural. Ricardo Padilla y Sánchez (Editor), México D.F.: 110.
- PANTOJA-ALOR, J.** 1970. Rocas Sedimentarias Paleozoicas de la Parte Centro-Septentrional de Oaxaca. En: Libro-Guía de la Excursión México-Oaxaca. Sociedad Geológica Mexicana: 67-84.

- PECK, R. E.** 1948. A Triassic crinoid from México. *Journal of Paleontology* 22 (1): 81-84.
- PECK, L. S.** 1992. Body Volumes and Internal Space Constraints in Articulate Brachiopods. *Lethaia* 25: 383-390.
- RAUP, D. M. y M. S. STANLEY.** 1978. *Principios de Paleontología*. Ariel. España: 456.
- REED, F. R. C.** 1949. Notes on some Carboniferous Spriferidae from Fife: *Ann. and Mag. Nat. History, ser. 12, 1 (7): 449-487, pl. 7-12.*
- RHODES, F. H. T.** 1967. Permo-Triassic extinction. *En: W.B. Harland et al. (editor): The Fossil Record: 57-76.*
- ROEMER, F.** 1845. Beshreindung eines innern Kelch-Gereustes Beider Gattung *Cupressocrinites*. *Neues Jb. Min. USN: 291-296.*
- ROGER, J.** 1952. Braquiopodos. *En: Piveteau, J. (Ed). 1952. Traité de Paléontologie. Masson et Cie, Editeurs, Paris II: 3-160.*
- ROUX, M., N. AMEZIANE-COMINARDI y J. P. BOURSEAU.** 1994. Zoobathymetry and the so-called restriction in the deep sea of some echinoderm communities. *En: David B., A. Guille, J.P. Féral y M. Roux (Eds). 1994. Echinoderms through time. Proceedings of the eighth international echinoderm conference. Dijon/ France/ 6-10 1994, A.A. Balkema/ Brookfield: 256.*
- ROWEL, A. J. y R. E. GRANT.** 1897. Phylum Brachiopoda. *En: Boardman, R.S. et al. (Eds). Fossil Invertebrates. Blackwell Scientific Publications, England: 445-496.*
- SALAS, G. P.** 1949. Bosquejo Geológico de la Cuenca Sedimentaria de Oaxaca. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros 1 (2): 79-156.*
- SALINAS P. J. C.** 1981. Pliegues de estilo Laramídico en capas rojas terciarias de la región de "La Montaña de Guerrero". *Serie Técnico Científica, Universidad Autónoma de Guerrero II.*
- SARYCHEVA, T.G.** 1945. *Osnovy paleontologii: Mshanki, brakhiopody (Moskva): 343. 75 pl.*
- SARYCHEVA, T. G Y A. N. SOKOLOSKAYA.** 1952. *Opredelitel Paleozoiskikh brachiopod Podmoskovoy Kotloviny: Akad. Nauk SSSR, Paleont. Inst., Trudy, 38: 1-307, pl 1-71, 231 text-fig.*
- SCHLOTEIM, E. F. Von.** 1816. *Beiträge zur Naturgeschichte der Versteinerungen in geognostischer Hinsicht: Akad. Wis. München, math.-phys. Kl., Denkschrift., 6:13-36.*

- SCHULTZE, L.** 1867. Monographie der echinoderm des eifler kalkes. Denkschr. Kais. Ak. Wiss. Math-Natw. Ki. 26, Wiwn.: 115-122.
- SCOTESE, C. R.** 1974. The Evolution and Biogeography of lower Paleozoic crinoids in Relation to the Tectonic History of the Proto-Atlantic. The Geological Society of America 6 (6): 543-544.
- SCHEWTSCHENKO, T. V.** 1959. Stebli *Cupressocrinus* iz srednedevonskikh otlozhenii Zeravzhano-Gissarskoi gornoj oblasti (Los tallos de *Cupressocrinus* del Devónico Medio de la región de Zeravshan-Gissar): Akad. Nauk Tadzhik SSR Doklady II (4): 7-10, 1 pl.
- SCHUCHERT, C.** 1913. Class 2. Brachiopoda: In Zittel, K.A. von. Text-book of Palaeontology, 1, 2nd edit.: 355-420, text-fig. 526-6363, Macmillan and Co. Ltd. (London).
- SCHUCHERT, C. AND C.M. LE VENE.** 1929. Brachiopoda (Generum et genotyporium index et bibliographia): Fossilium Catalogus, 1, Animalia (Berlin), Pars 42: 140.
- SEDLOCK, R. L., F. ORTEGA-GUTIÉRREZ y R. C. SPEED.** 1993. Tectonostratigraphic Terraines and Tectonic Evolution of México. Special Paper 278. The Geological Society of America: 153. Presentado en el XXIV Congreso Nacional de la Asociación de Ingenieros Petroleros de México: 22.
- SIEVERTS, H.** 1934. Neues uber *Cupressocrinites* Goldfus, 4 textabbildungen: 89-102.
- SIEVERTS-DORECK.** 1952. Über die sogenannten Deckplättchen Gotländischer Cyathocrinidae. Neues Jahrbuch Geologie und Paläontologie. Montash 9: 420-430.
- SILVA, B. A.** 1991. La paleobiología en las pinturas de José María Velasco. Publicación Especial de la Sociedad Mexicana de Paleontología (2): 64.
- SIMMS, M. J.** 1994. Reinterpretation of Thecal plate homology and phylogeny in the class Crinoidea. Lethaia, 26: 303-312.
- 1963. Über Missbildungen bei *Cupressocrinus elongatus* aus dem Mitteldevon der Eifel. Decheniana. 115 (2): 239-244.
- SOUR-TOVAR, F. y S. A. QUIROZ-BARROSO.** 1989. Braquiópodos pensilvánicos (Strophomenida) de la Formación Ixtaltepec, Oaxaca. Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología 2 (1): 5-17.
- 1998. La fauna del Paleozoico. Ciencias (52): 40-45.
- SPRINGER-FRANK.** 1922. Crinoids from the upper Cretaceous of Tamaulipas, México. Proceedings of the United States National Museum. 61 (2426): 1-4, 1 lámina.

- 1939. Eight species of Pennsylvania crinoids. *Bulletins of American Paleontology*. 25 (89): 12.
- 1951. New Desmoinesian crinoids (Oklahoma). *Journal of the Washington Academy of Sciences*. 41 (6): 191-194.
- SOWERBY, J. AND J. DE C. SOWERBY.** 1820. The mineral conchology of Great Britain: 3:1-184, pl 204-306
- STEHLI, F.G.** 1954. Lower leonardian brachiopoda of the Sierra del Diablo: *Am. Museum Nat. History, Bull.* 105:257-238, pl17-27, text-fig 1-55
- STRIMPLE, H. L. y WATKINS W. T.** 1969. Carboniferous crinoids of Texas with stratigraphic implications.. 6 (40): 141-275.
- 1971. Crinoids from the Vinland Shale (Virgilian) of Kansas. *Journal of Paleontology*. 45 (6): 998-1000.
- STRIMPLE, H. L. y W. W. NAESSICHUCK.** 1974. Pennsylvanian crinoids from ellesmere island, arctic Canada. *Journal of Paleontology* 48 (6): 1149-1155. 1 pl., 1 text-fig.
- 1981. *Delocrinus subhemisphericus* Moore and Plumer type species of *Delocrinus* Miller and Gurley. *Journal of Paleontology* 55 (1): 272-273.
- STUKALINA, G. A.** 1967. O taksonomicheskikh priznakakh segmentirovannykh stebli morskikh liliy En: Biostratigraficheskiy sbornik, vyp. 3. Trudy Vsesoyuznogo Neftyanogo Nauchno-Issledovatel'skogo Geologorazvedochnogo Instituta. 129: 200-206.
- 1984. Morphogenesis and principles of phylogenetic classification of Paleozoic crinoids. En: Bogdanovna (editor) Tesizy; 27 y mezhdunarodnyy geologicheskyy kongress; USSR (27): 314-315.
- TERMIER, H.** 1949. Hierarchie et correlations des caracteres chez les crinoides fossiles. Algeria, Serv. Carte Geol. 10: 9-75.
- y **TERMIER, G.** 1958. Les echinodermes permien du Djebel Tebaga (extreme sud tunisien). *Bulletin de la Societe Geologique de France* 8 (1): 51-64.
- UBAGHS, G A.** 1952. Crinoides. En: Piveteau, J. (Ed). 1952. *Traité de Paléontologie*. Masson et Cie, Editeurs, Paris. III: 658-773.
- 1953. Classe des Crinoïdes. En: Piveteau. *Traité de Paléontologie*. III. Paris. Masson et Cie. Eds: 658-773.

- **A. BREIMER, N. GARY L., H. WEINBERG R., R. C. MOORE, J. C. BROWER, H. SIEVERTS-DORECK, H. L. STRIMPLE, D. B. MACURDA, D. L. MEYER Y M. ROUX.** 1978. General Features of Crinoidea. En: MOORE J. C. y C. TEICHERT (Eds.). 1978. Treatise on Invertebrate Paleontology (T), Echinodermata, Geological Society of America, University of Kansas, II: 401.
- 1978. Origin of Crinoids. En: MOORE J.C. y C. TEICHERT (Eds.). 1978. Treatise on Invertebrate Paleontology (T), Echinodermata, Geological Society of America, University of Kansas, 2 (1): 275-315.
- VACHARD, D., A. OVIEDO, A. FLORES DE DIOS, R. MALPICA, P. BRUNNER, M. GUERRERO y B. E. BUITRÓN.** 1993. Barranca de Olinalá (Guerrero): na coupe de reference pour e permien du Mexique Central; etude preliminaire. Ann. Soc. Geul. Du Nord (2eme serie): 153-160 , 8 placas.
- , **M. GRAJALES, A. FLORES DE DIOS, R. TORRES. y B. BUITRÓN.** 1997a. Patlanoaya and Juchatengo: Two Key sequences for Understanding the Late Paleozoic Geological History of México. II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos asociados, Pachuca, Hidalgo, México. Mayo de 1997.
- , **A. FLORES DE DIOS y B. E. BUITRÓN.** 1997b. Sur une nouvelle localité a fusulines du wordien (permien superieur). Du Mexique; conséquences paleogeographiques. *GEOBIOS* 30 (3): 361-370.
- VALETTE, A.** 1934. Les crinoïdes permien du sud de la Tunisie. Tunis, Serv. Carte Geol., Mem. n. s.. 1: 91-101.
- VÁZQUEZ, E. A.** 1986. Descubrimiento de una nueva localidad de rocas marinas del Paleozoico al suroeste del estado de Puebla. Trabajo presentado en el XXIV Congreso Nacional de la Asociación de Ingenieros Petroleros Mexicanos.
- VEGAS V., M.** 1971. Introducción a la ecología de bentos marino. O. E. A. 2ª ed. Washington D.C.: 98.
- VELASCO DE LEÓN, M. y B. E. BUITRÓN.** 1992. Algunos crinoïdes (Echinodermata-Crinoidea) del Misisipico-Pensilvánico de San Salvador Patlanoaya, Estado de Puebla. Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología 5 (1): 71-81.
- VILLASEÑOR M., A. B., A. MARTÍNEZ-CORTEZ y B. CONTRERAS M.** 1986 (87). Bioestratigrafía del Paleozoico Superior de San Salvador Patlanoaya, Puebla, México. Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología 1 (1): 396-413, 4 láminas.
- VON MEYER.** 1836 En: Agassiz J. L. R. 1836. Monographies d échinodermes vivants et fossiles, Nat. Neuchatel, Mem I:168-169.

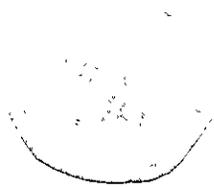
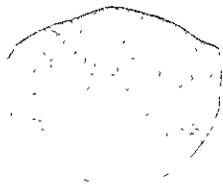
- WAAGEN, W.H.** 1883. Salt Range Fossils, Part 4 (2) Brachiopoda: Paleont. Indica, Mem., Ser. 13. 1: 329-770, pl 25-86.
- WASHMUTH, C.** 1877. Notes on the internal and external structure of paleozoic crinoids. American Journal of Science and Arts. XIV, :79-84. 6pl.
- WASHMUTH, C. y F. SPRINGER.** 1885. The Northamerican Crinoidea Camerata. Harvard College Museum Comp. Zoology, Mem., 20: 897, 21 text figs, 83 pls.
- WASHMUT, C. AND F. SPRINGER.** 1897. The North American Crinoidea Camerata: Harvard College Museum Comp. Zoology, Mem., 20- 21: 897 p., 21 text.fig., 83 pl.
- WATHERHOUSE, J. B.** 1971. The Brachiopods genus *Tomioopsis*, Benedictova from the Permian of Canada, Journal of Paleontology 45 (1): 68-80.
- WEBER, R.** 1977. Contribution to the Knowledge of the Continental Leonardian of Estern México. II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, Pachuca, Hidalgo, México.
- WEBSTER, G. D.** 1973. Bibliography and Index of Paleozoic Crinoids 1942-1968. The Geological Society of America Inc. Memoir 137 of America. 279: 91-96.
- , **G. GASTIL y M. DELATTRE.** 1985. World largest crinoid columnals from Baja California Norte. En: The Geological Society of America, Cordilleran Section, 81st annual meeting. Abstracts with Programs of Geological Society of America. 17 (6): 417.
- , **y M. P. DELATTRE.** 1993. Permian crinoid columnals from the Zamora Formation near "El Volcán", Baja California Norte, México. Washington State University, Department of Geology, Pullman, WA. En: The prebatholithic stratigraphy of peninsular California. Special Paper of Geological Society
- WELLER, S.** 1914. The Mississippian Brachiopoda of the Mississippi Valley Basin: Illinois State Geol. Survey, Mon. 1: 1-508, pl.1-83.
- WELLER, S.** 1916. *Atactocrinus*, a new crinoid genus from the Richmond of Illinois Chicago University Walker Museum 1: 239-241.
- 1909. Description of a Permian crinoid fauna from Texas. Journal of Geology 17: 623-635.
- WILDE, G.L.** 1990. Practical Fusulinid Zonation : The Species Concept, With Permian Basin Emphasis. West Texas Geological Society Bulletin 29 (7): 5-15, 28-34.
- WILSON , J. L.** 1975. Carbonate facies in Geologic History (Springer Verlag), New York: 471.

- WRIGHT, J.** 1939. The Scottish Carboniferous Crinoidea. Transactions Royal Society of Edinburgh **60**.
- WRIGHT, J. y H.L. STRIMPLE.** 1945. *Mooreocrinus* and *Ureocrinus* gen. nov., with notes on the family Cromyocrinidae. Geological Magazine **82** (5): 221-229.
- 1945. *Tyrieocrinus* (gen. nov.) and *Scotiocrinus* (gen. nov.) and seven new species of inadunate crinoids from the Carboniferous limestones of Scotland and Yorkshire. Cambridge University Press. London Geological Magazine **82** (3): 114-125.
- YABEHISAKATSU y T. SUGIYAMA.** 1934. An upper Palaeozoic crinoid from Japan. Recent Progress of Natural Sciences in Japan, Nihon Shizen Kagaku Shuho **11** (3-4): 349-351.
- YAKOVLEV, N.** 1937. Faune des echinodermes du permocarbonifere de l'Oural a Krasnooufmsk Soc. Paleont. Russie, Ann. **11**: 7-11.
- 1939. Crinoidi permiani di Sicilia. Palaeontographia Italica. **38**: 249.
- y **A. P. IVANOV.** 1956. Morskije lilii i blastoidei kamernougolnykh i permskikh otlozhenii SSSR. Vsesoyuz. Nauch. Issled. Geol. Inst., Tr. n. s.: 11.
- YELETYSHEVA, R. S.** 1956. Stebli morskikh lilii i ikh klassifikatsiya. Vestnik Leningradskogo Universiteta. Geologiya-Geografiya. **12** (2): 40-46.
- ZITTEL, K.A. von.** 1876-80. Handbuch der Palaeontologie, Band 1, Palaeozoologie: Abt. 1, VII + 765 p., 557 text-fig., R. Oldenbourg (Munchen y Leipzig) (1879).

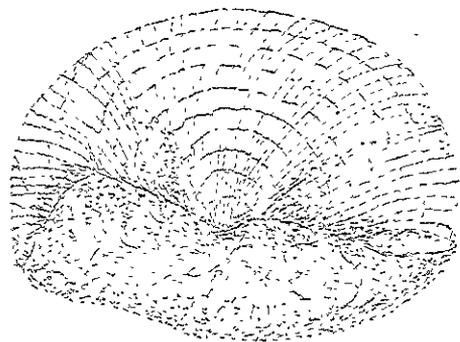
APPENDICE I



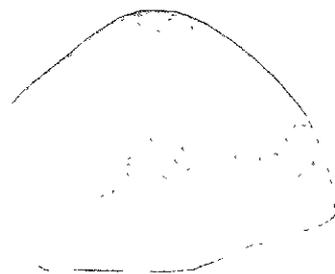
Diptyochlostris depressus



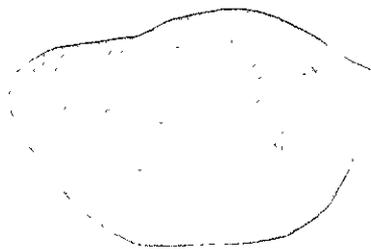
Litoproduens sp



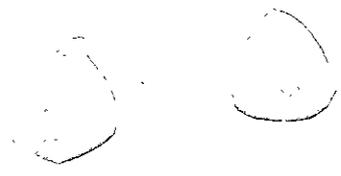
Caucumella rugosa



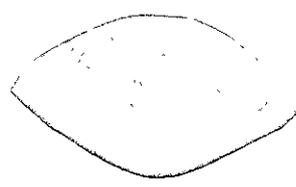
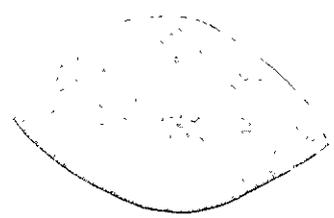
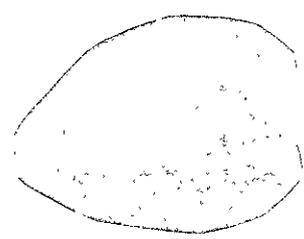
Paramangiferi sp



Wetlerelia lemasi minor



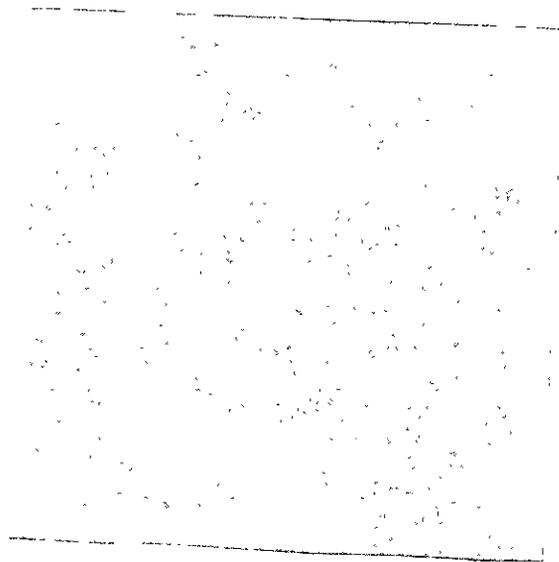
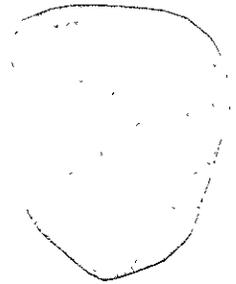
Paracorella imbricata



Marimo sp



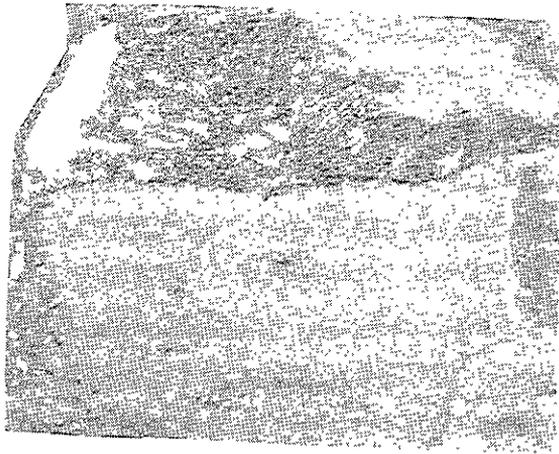
Dielasma spinulatum



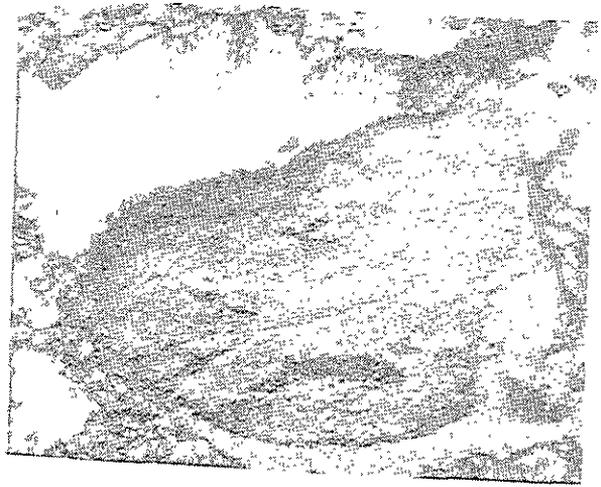
Pentacricca pentagonalis



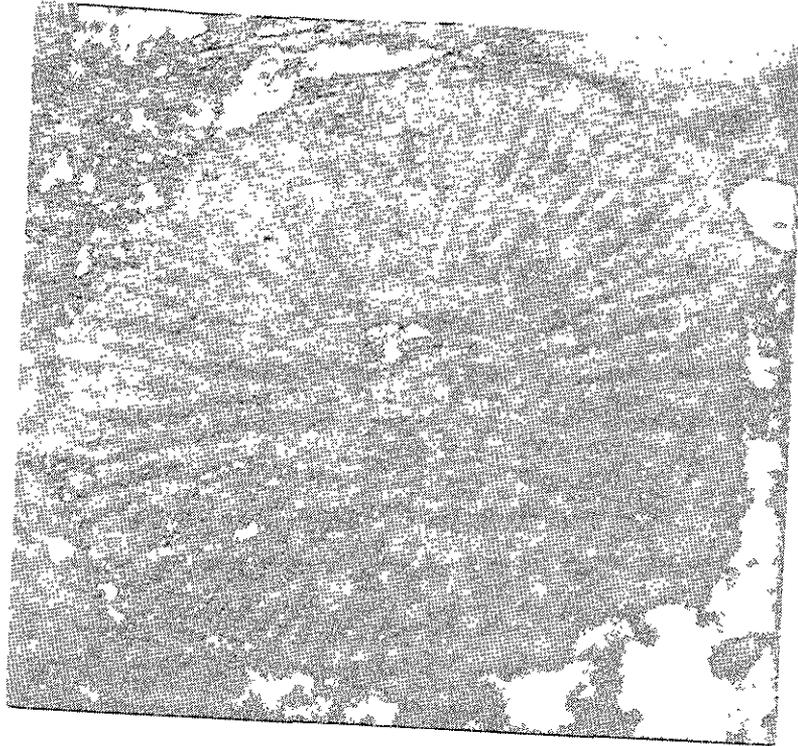
Hexactinacea, Dicoelocrinidae,
especie en proceso de descripción.



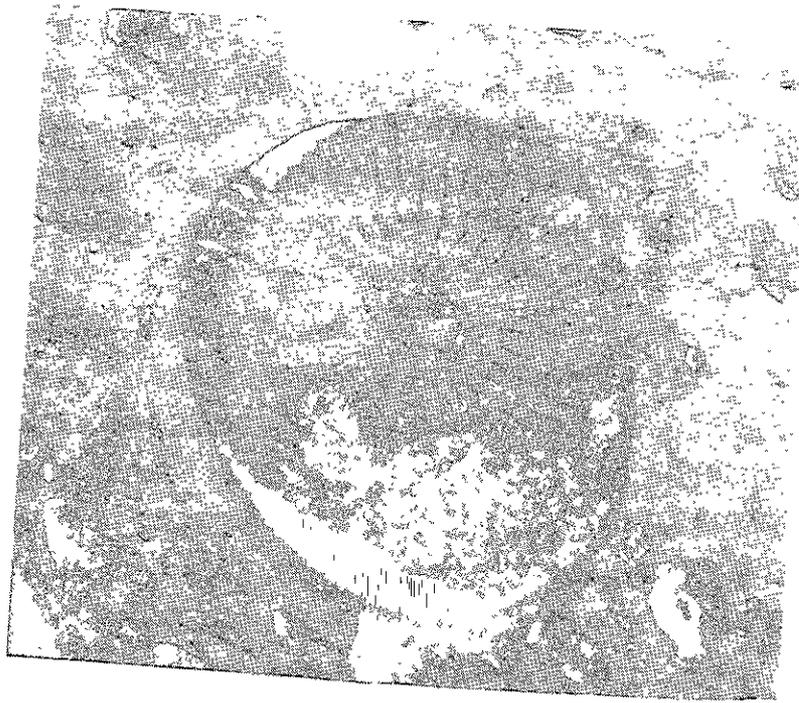
cara articular



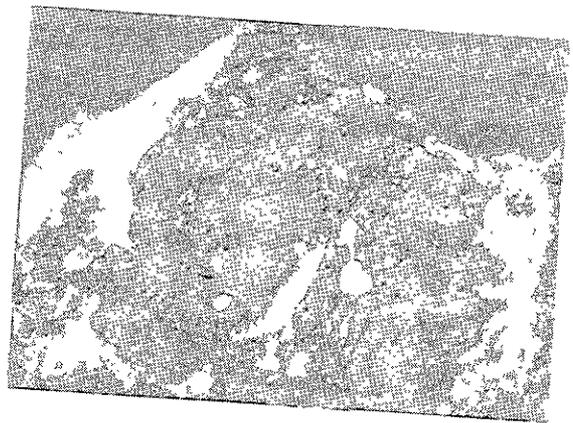
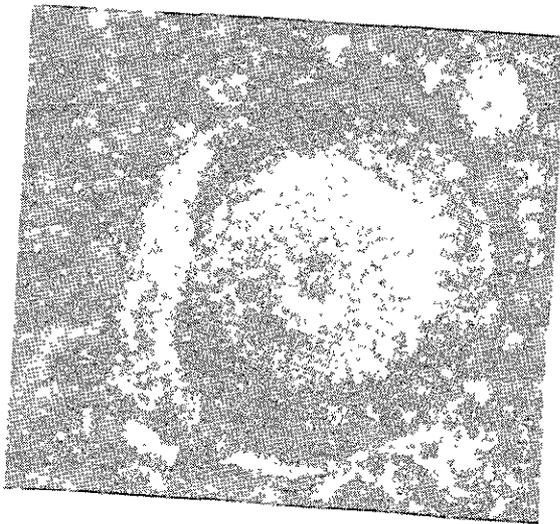
SUTURAS



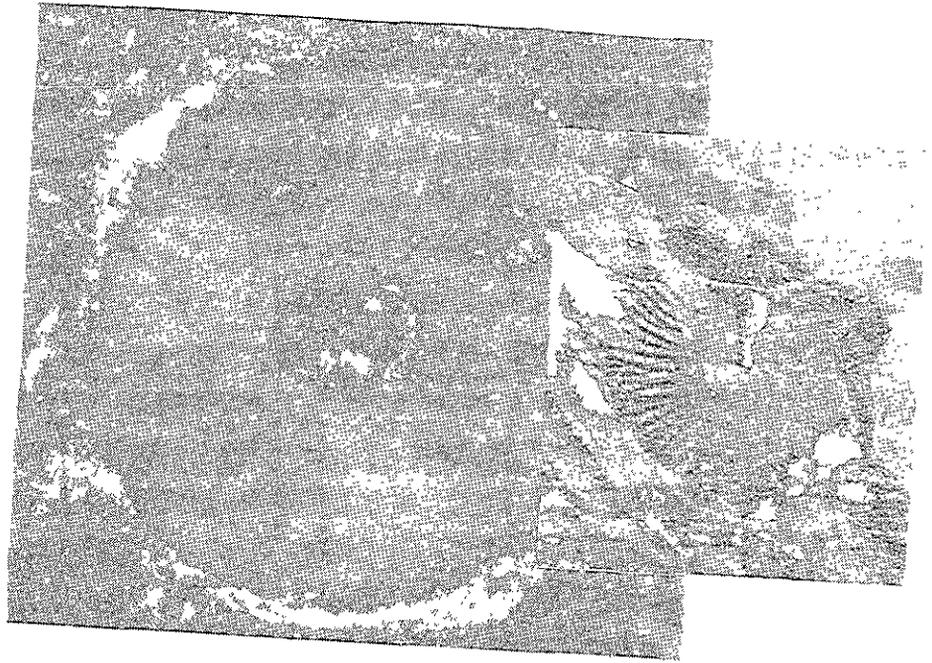
Mooreanteris perforatus



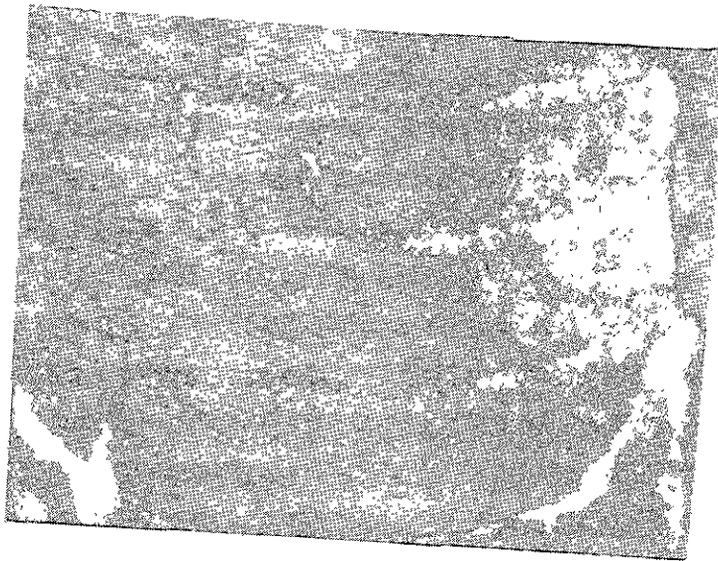
Mooreanteris waylandensis



Cyclocandex jucundus

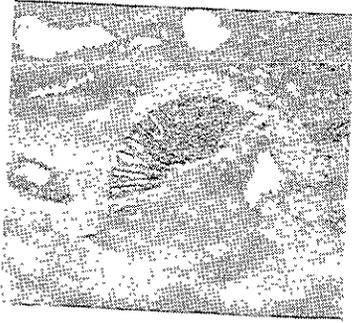


Lúmen y cara articular

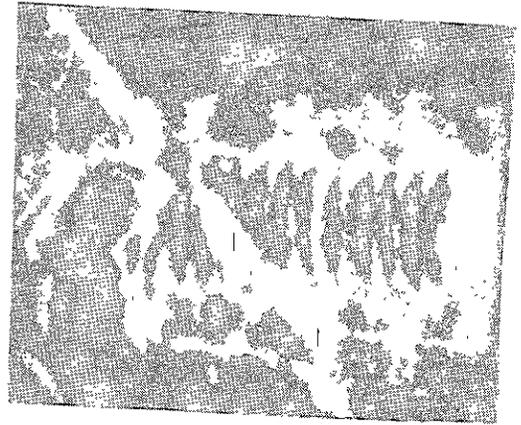


Cyclocaudex typicus

suturas



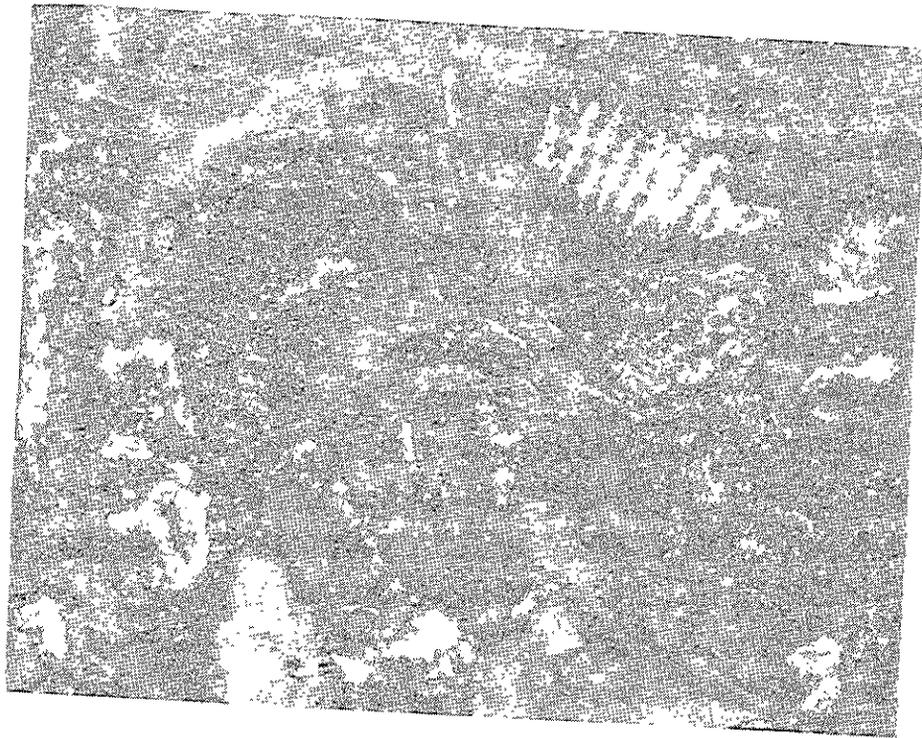
Preptopremnum rugosum



Ampholenium apolegma



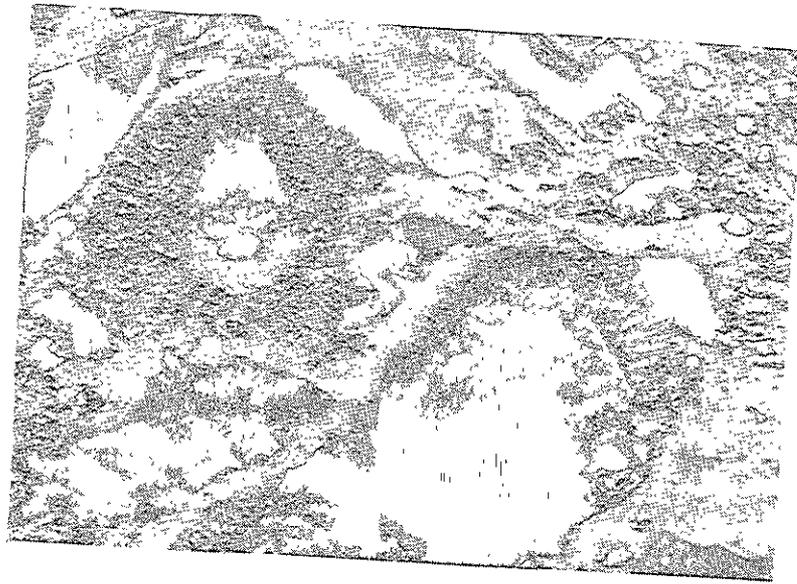
Siberostaurus aestimatus



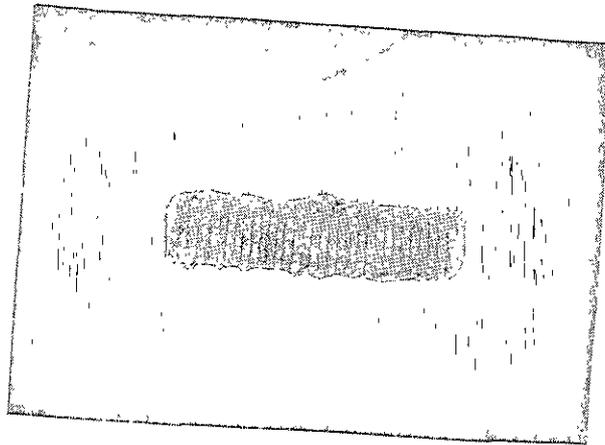
Lomalegnum hormidium



Blothronagma cinctutum



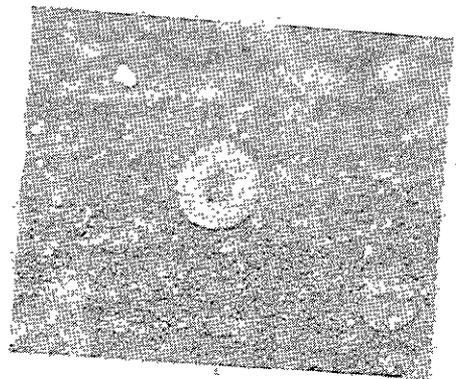
Floricyclus angustimargo



Dierocalipter doter



Isocrinus sp.



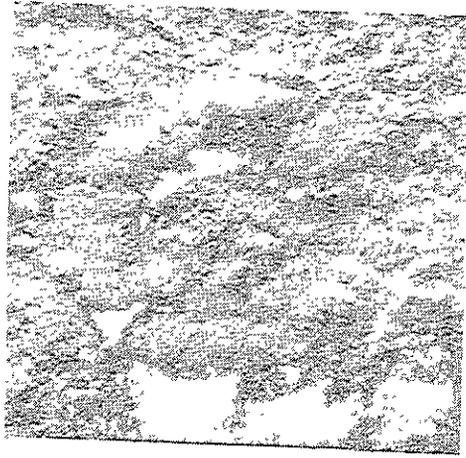
Cyclomischus alternatus



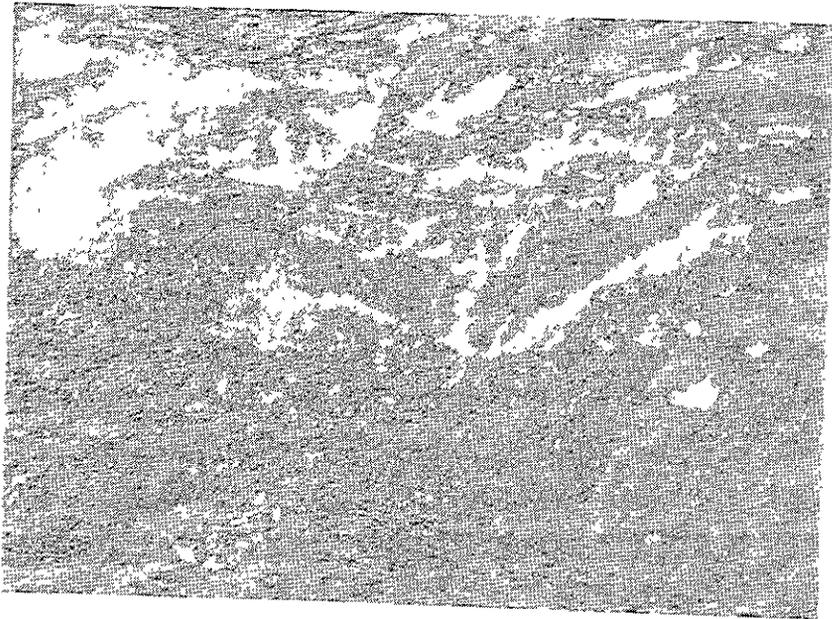
Rhizocamax cristata



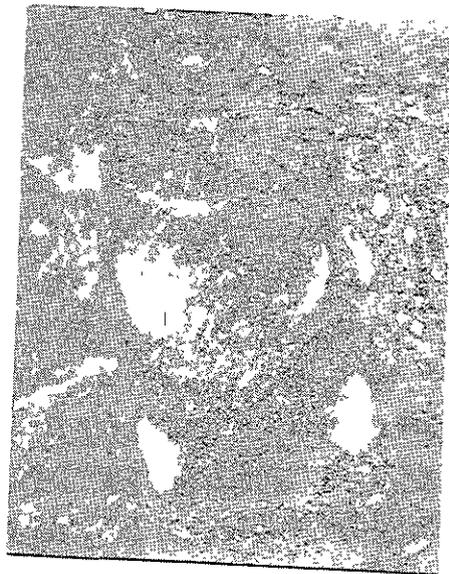
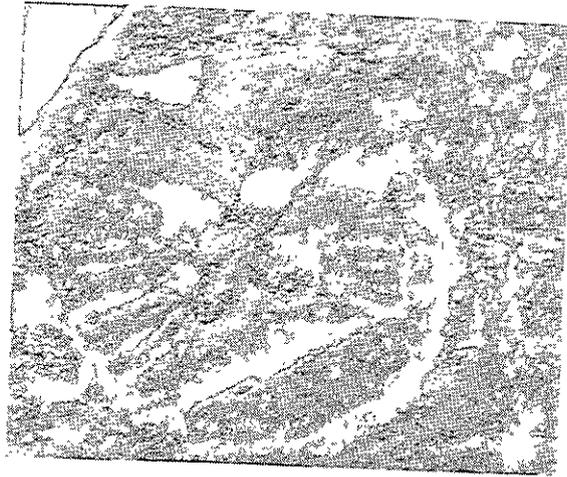
Cyclocrista cheneys



Cyclocrista sp.



Pterotocrinus bifurcatus



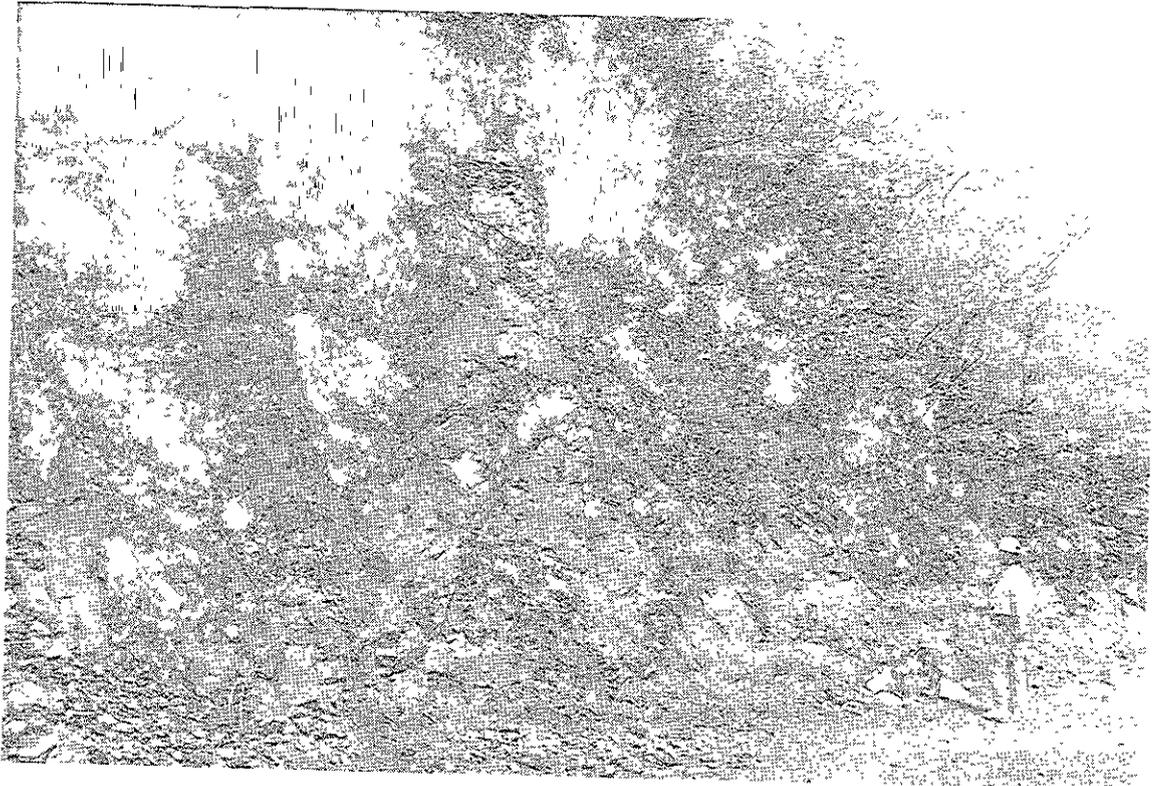
Tetaradii
en proceso de descripción



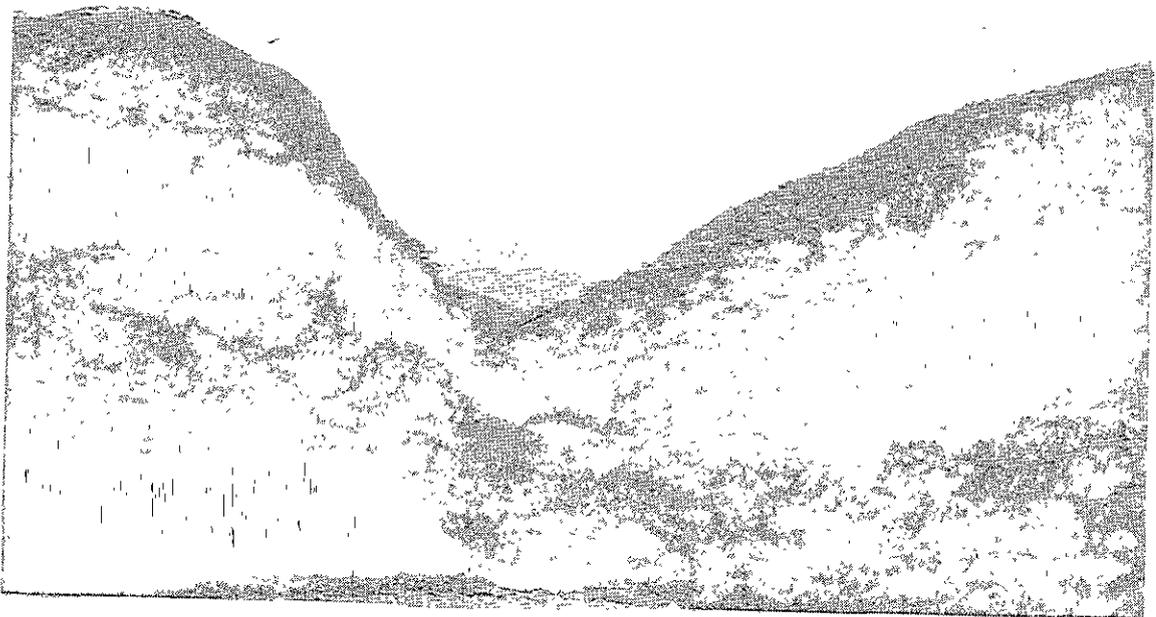
1



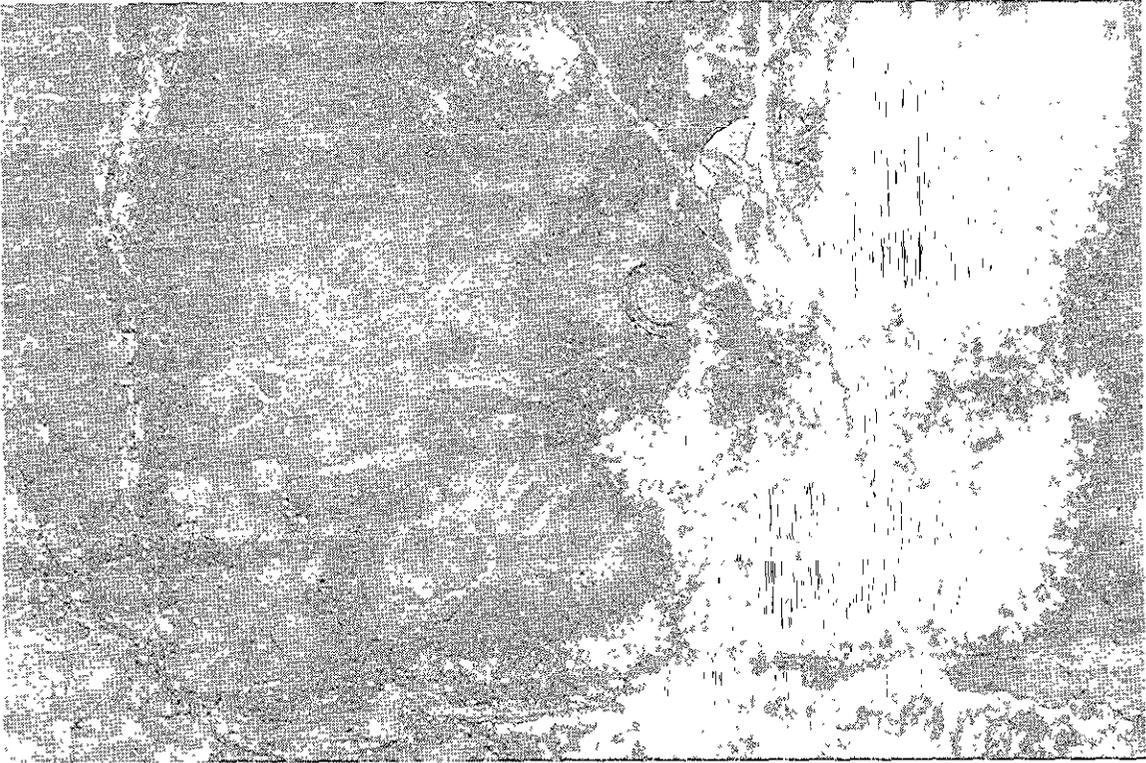
2



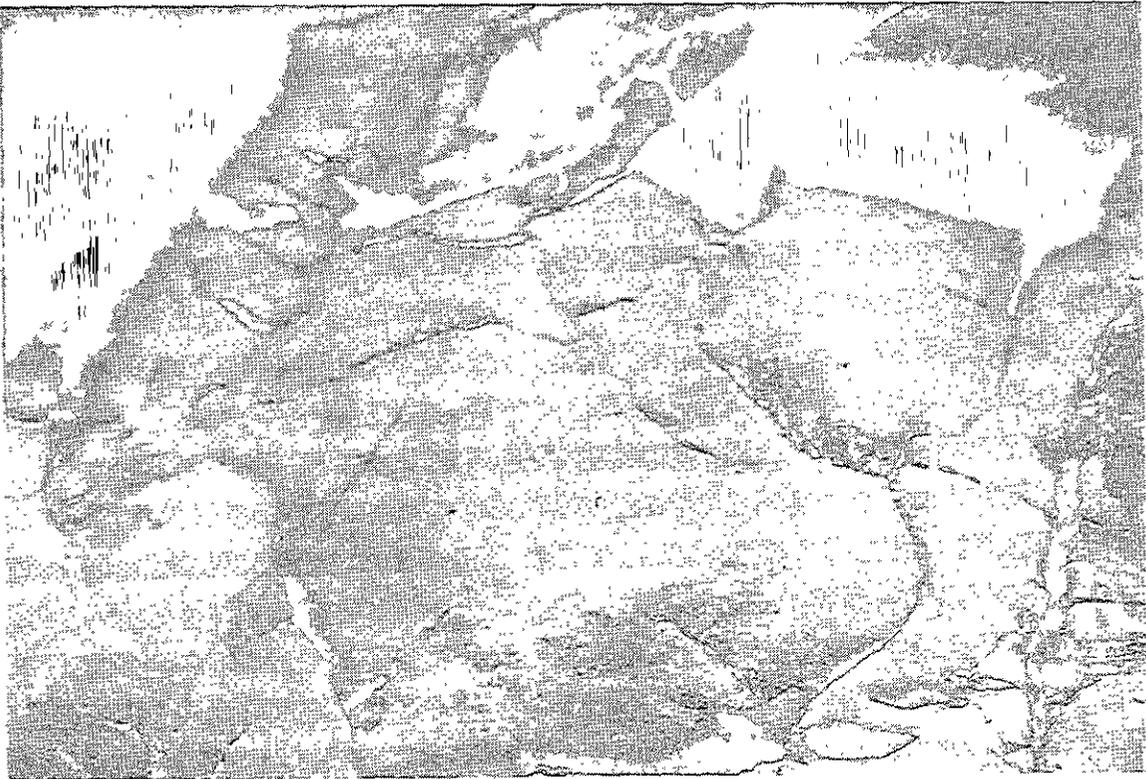
3



4



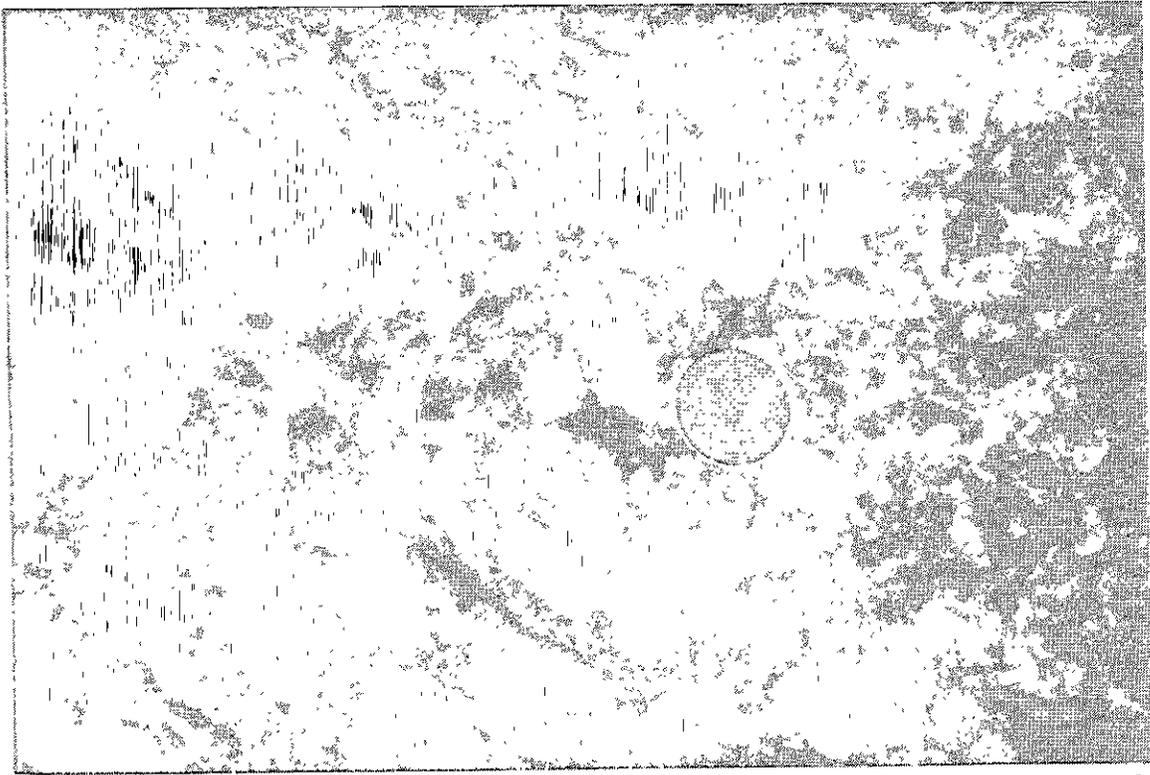
5



6



7



8



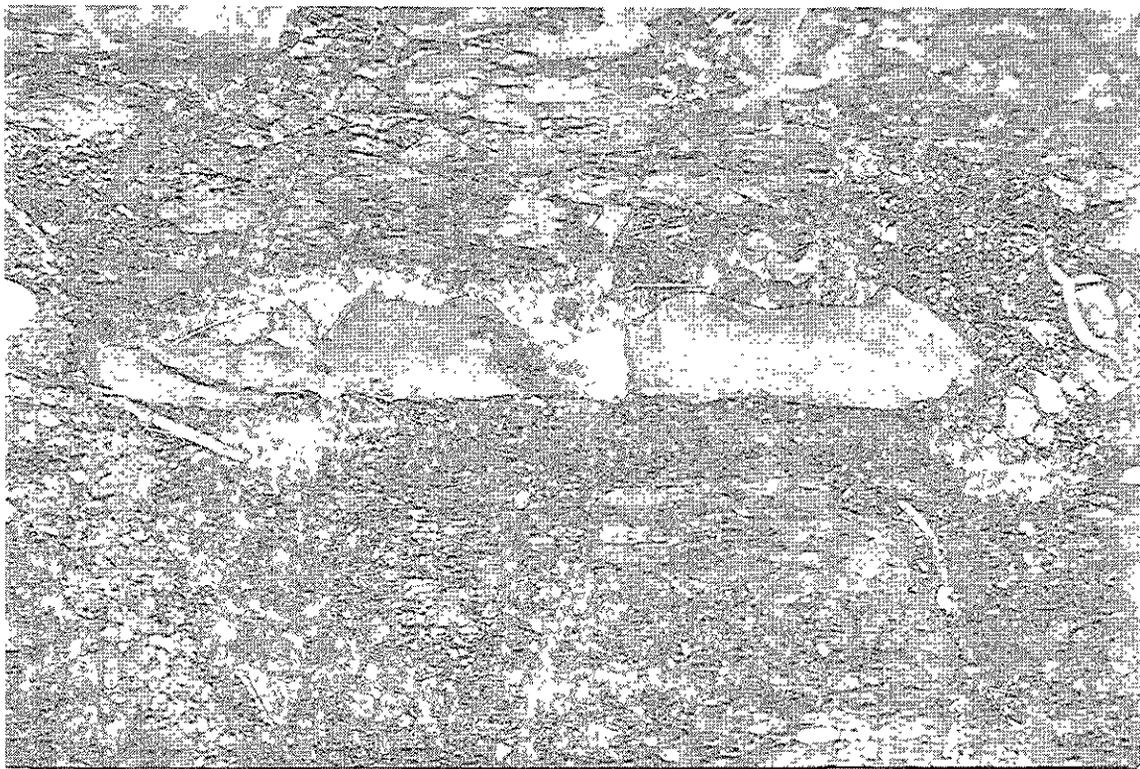
9



10



11



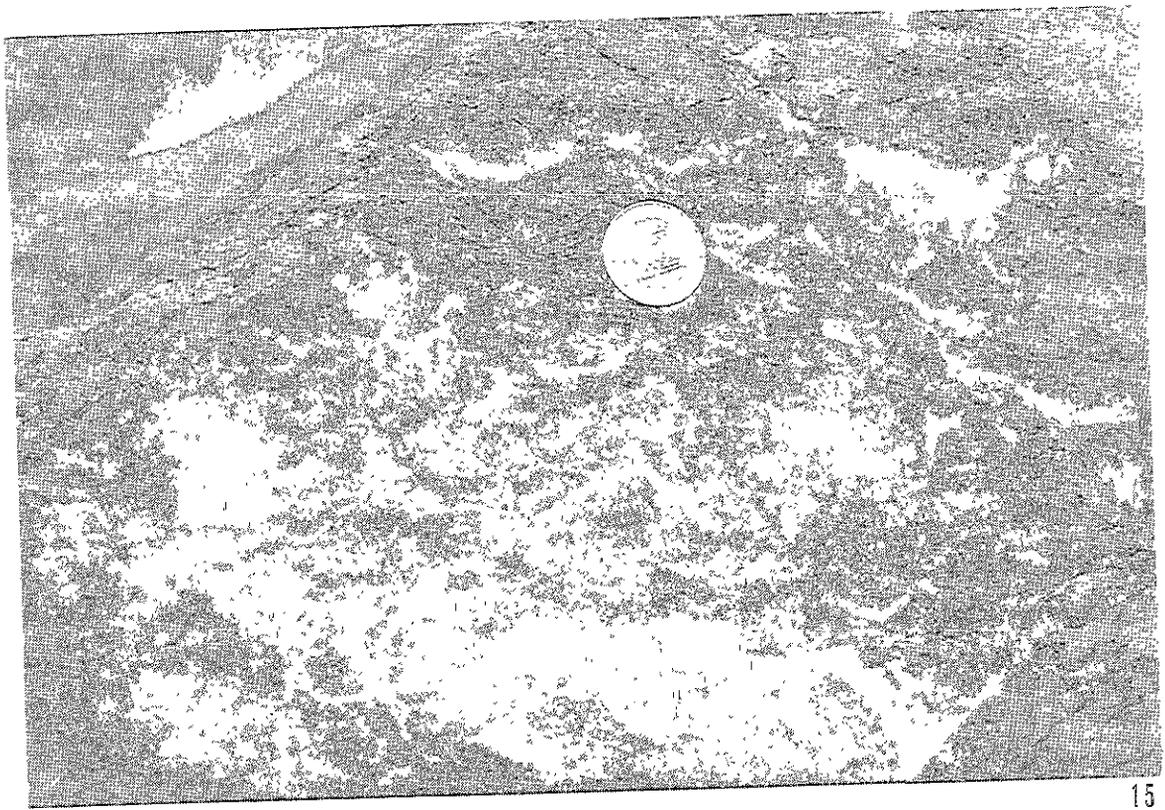
12



13



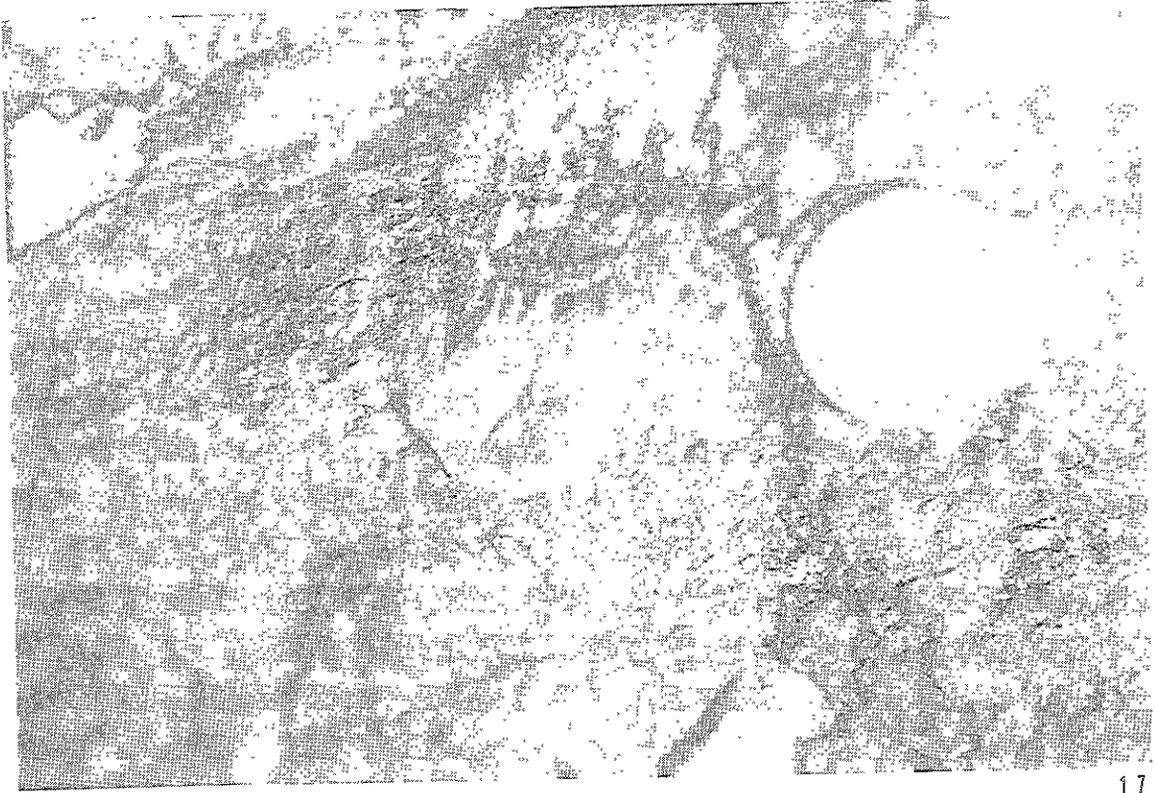
14



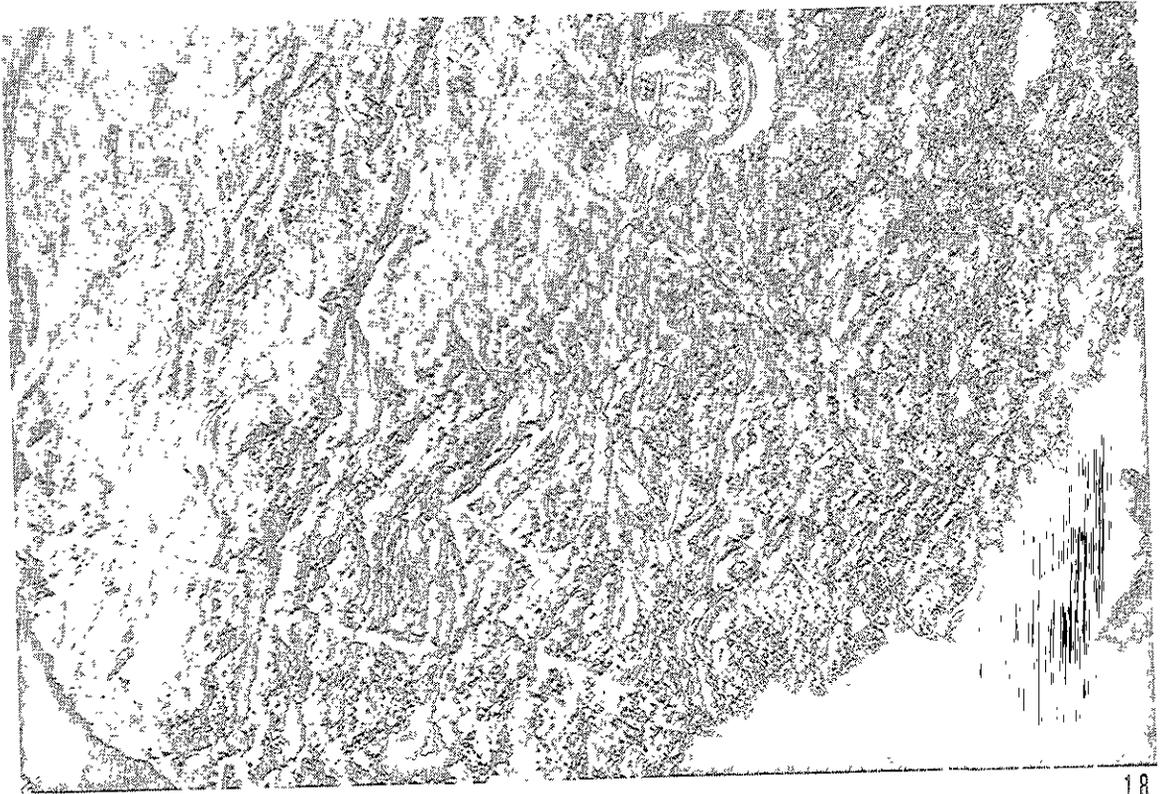
15



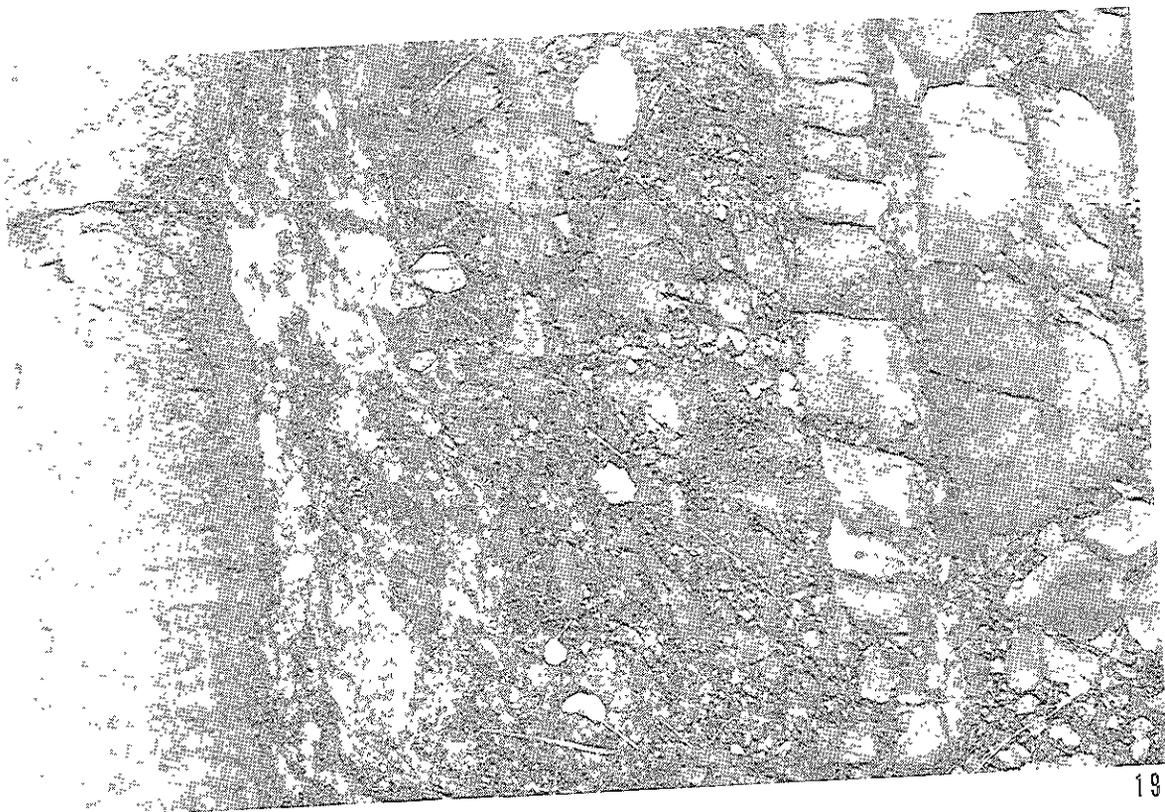
16



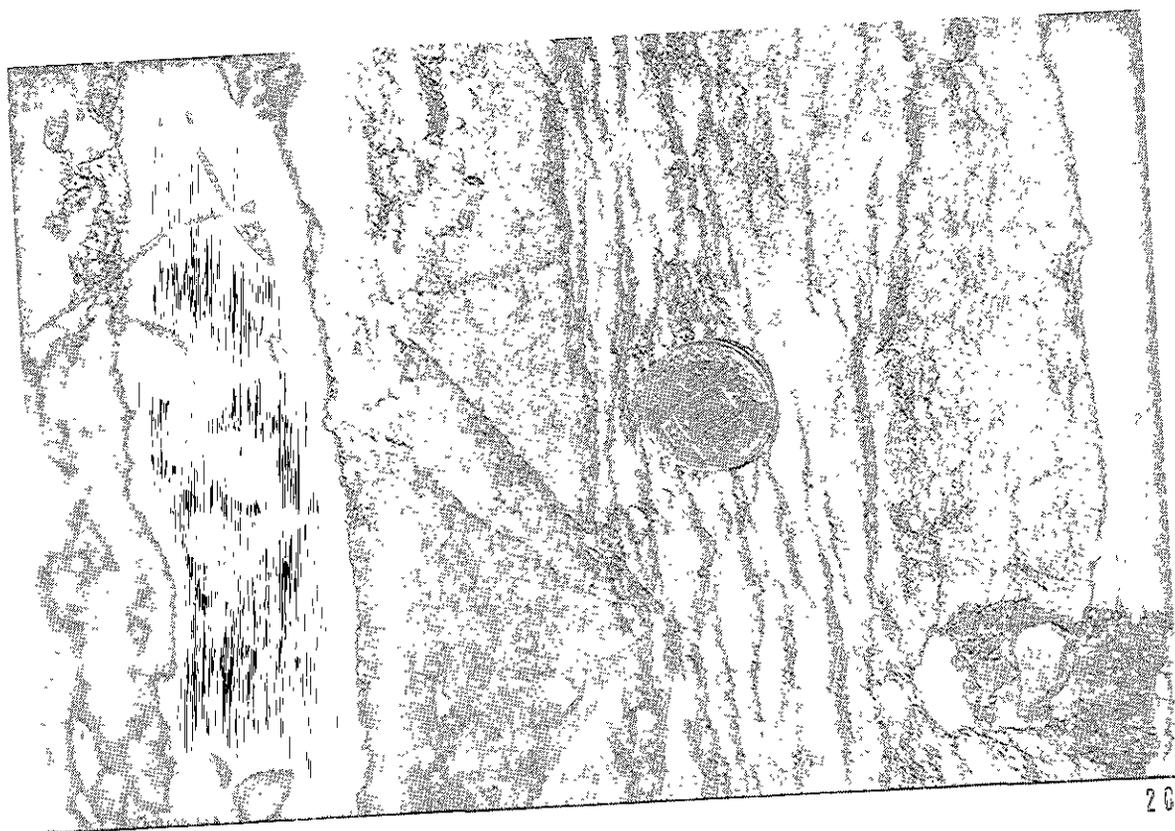
17



18



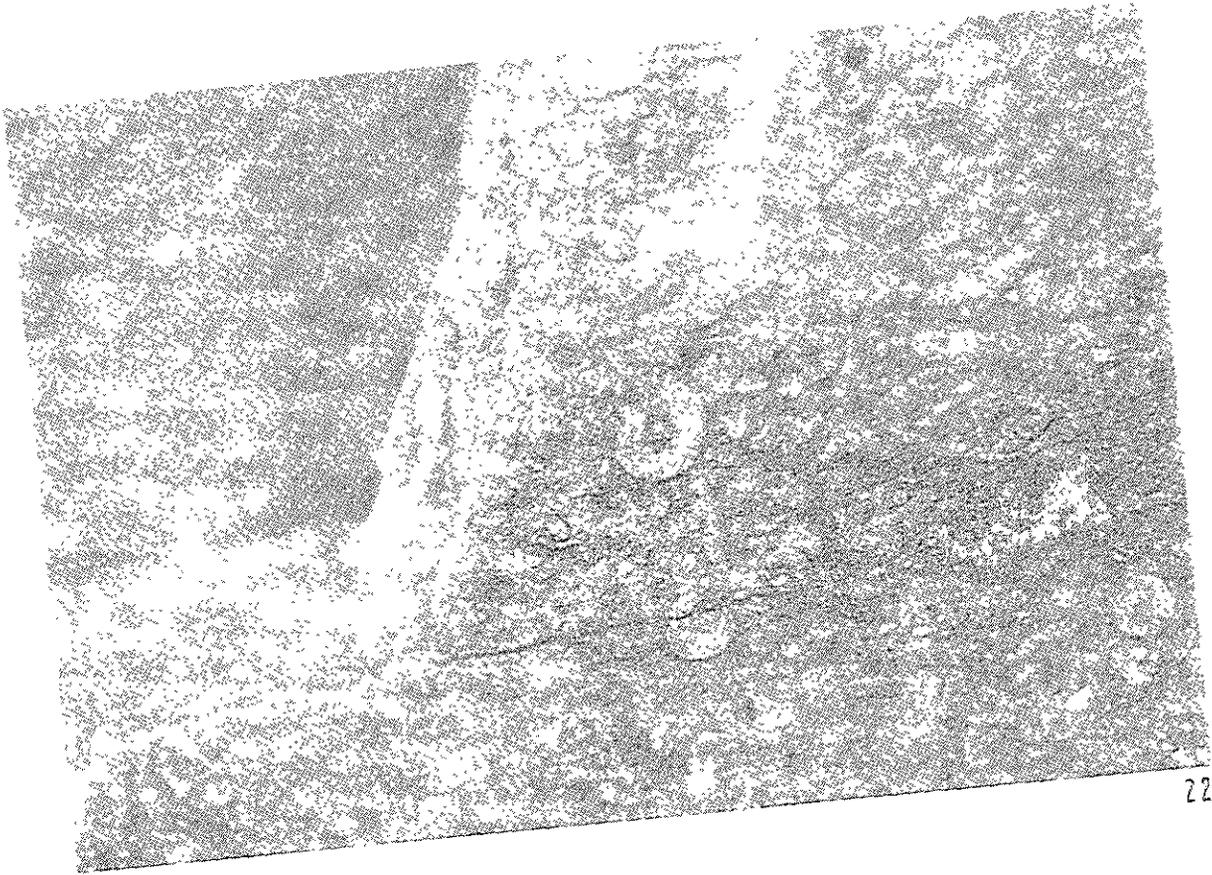
19



20



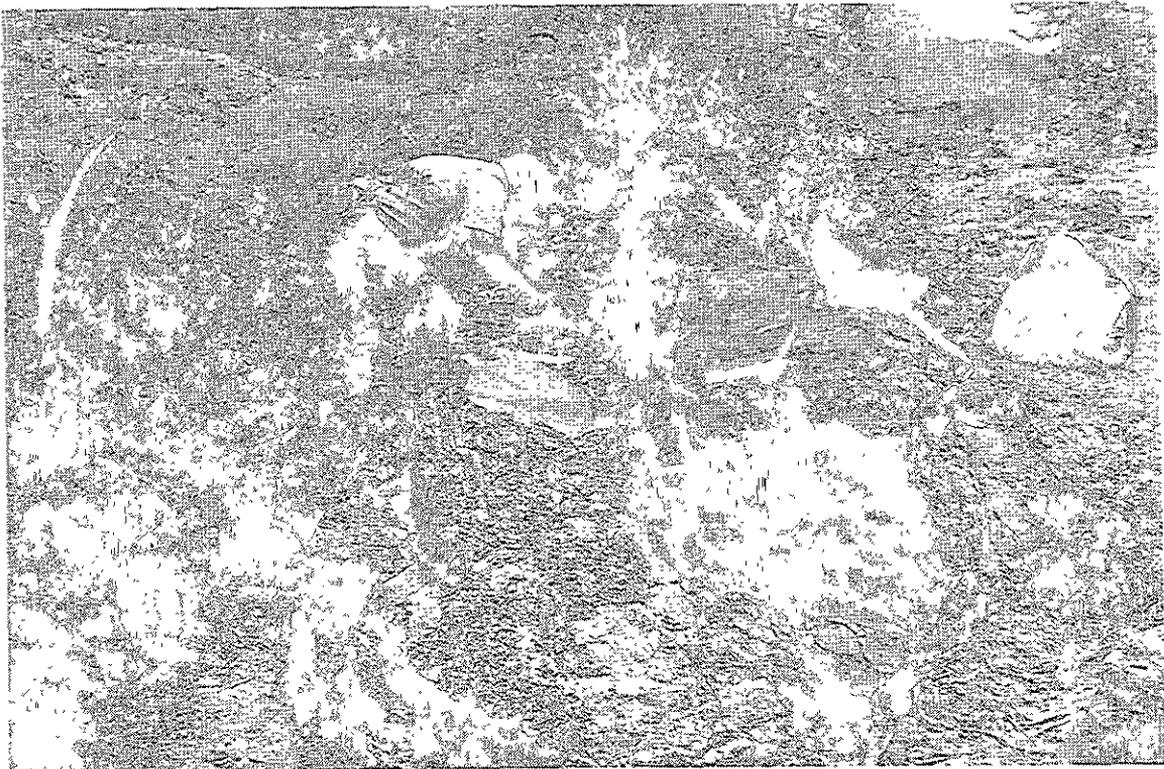
21



22



23



24

APENDICE 3

Cuadro donde se muestran comparativamente los diferentes criterios para asignar antigüedad a los estratos a nivel de edad dentro del Paleozóico Superior, con su equivalencia entre América del Norte y Europa. Los números representan millones de años.

SISTEMAS	EDADES EN NORTE AMERICA	Wilde, (1990)	Ross et al (1994)	Opdyke (1995)	Gradstein y Ogg (1996)	EDADES EN EUROPA
	OCHOANO	248 253.5	251- 2 259	250 256	248.2 - 4.8	TATARIANO
	GUADALUPIANO	260	263 267 270	258 260 263	252.1 256.0	KAZANIANO UFIMIANO
	LEONARDIANO	274.5	275 285	285	260.0 269.0	KUNGURIANO
	WOLFCAMPIANO	286 ± 6	287 295	300	282.0 290.0	ARTINSKIANO SAKMARIANO ASELIANO
	VIRGILIANO	292	302	303	296.5	GZHELIANO
	MISURIANO	296.5	305	305	303.0	KASIMOVIANO
	DESMOENESIANO	304.5	313	309	_____	MOSCOVIANO
	ATOKANO	311.5	317	312	311.0	BASHKIRIANO
	MORROWANO	320	320	320	323.0	
	CHESTERIANO	_____	333	325	327.0	SERPUKOVIANO
	MERAMECIANO	_____	_____	340	_____	WISEANO
	OSAGEANO	_____	_____	349	342.0	TURNASIANO
KINDERHOOKIANO	_____	_____	352	354.0		