

00361 11

2ij



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INVERTEBRADOS DEL PALEOZOICO TARDIO DE
LAS REGIONES DE OLINALA, GRO.
Y PATLANOAYA, PUE.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGIA)
P R E S E N T A :
CARLOS ESQUIVEL MACIAS**

BAJO LA DIRECCION DE LA DRA. BLANCA ESTELA BUITRON SANCHEZ

MEXICO D. F.

JUNIO 1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

DEDICATORIA

A VICKY

A XIMENA Y A QUIENES LA HICIERON POSIBLE.

A MIS PADRES

AGRADECIMIENTOS

Sin ánimo de exagerar, creo que el momento de los agradecimientos es uno de los más agradables en la elaboración de una tesis puesto que se ven involucradas personas e instituciones a las que se les tiene gran aprecio, lo que convierte en un verdadero placer a esta tarea.

Quiero agradecer a todos aquellos que me dieron la oportunidad de ser mejor por medio de este trabajo:

Mi primer agradecimiento particular es para la Bióloga Virginia Lora Jaimes por su paciencia e imprescindible ayuda en toda clase de tramites y en la elaboración de figuras, así como por su paciencia para escuchar mis pensamientos en "voz alta" sobre el tema del trabajo.

Agradezco a la Doctora Blanca Estela Buitrón por proponer y dirigir el tema de esta tesis, así como por agilizar el desarrollo de la misma con base en su gran experiencia, lo que me permitió realizar mi ambición de desarrollar un trabajo de paleontología.

Asimismo agradezco a la Doctora Silvia Ribera Olmos por su atinada recomendación y por la revisión del trabajo.

Deseo dejar patente mi gratitud a todas las autoridades del Instituto de Geología, en especial al Director del mismo, Doctor Dante Moran Centeno, y al Secretario Académico Ingeniero Rodolfo del Arenal, por aceptarme como estudiante y proporcionarme los medios materiales para la realización del trabajo.

Aprecio y agradezco las revisiones a esta tesis por parte de la Doctora Gloria Alencaster, del Maestro Francisco Sour, de la Doctora Sara Alicia Quiróz, de la Doctora Martha Reguero y al Maestro René Hernandez, a todos ellos gracias por su interés.

Al Lic. Carlos Castell Sanchez y a su esposa Graciela por su ayuda en los momentos difíciles y por su valiosa amistad.

Al Director del Instituto de Recursos de la Universidad del Mar M. en C. Gerardo Acéves Medina y al Jefe de la carrera de Biología Marina de la misma Universidad M. en C. Juan Gabriel Díaz Uribe, a las familias de ambos por su amistad y apoyo durante el tiempo que trabajamos juntos.

Le debo un agradecimiento especial a la M. en C. Fanny Rebón Gallardo por impulsarme a reanudar este trabajo hasta su terminación.

Agradezco al Ingeniero Geólogo Antonio Flores de Dios por su valiosa ayuda en el trabajo de campo y en las determinaciones de gabinete.

Finalmente al la Escuela Nacional Preparatoria y a la Facultad de Ciencias, ambas dependencias de la UNAM, donde transcurrió mi formación universitaria como estudiante, como profesor y como investigador.

Carlos Esquivel Macías Julio de 1996

ÍNDICE

I. RESUMEN.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	2
III. ANTECEDENTES.....	4
IV. OBJETIVOS.....	5
V. MÉTODO Y MATERIALES UTILIZADOS.....	6
VI. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	12
VII. GEOLOGÍA REGIONAL.....	15
VIII. ESTRATIGRAFÍA DE LA FORMACIÓN PATLANOAYA.....	18
IX. ESTRATIGRAFÍA DE LA FORMACIÓN OLINALÁ.....	22
X. PHYLUM ECHINODERMATA.....	26
XI. PHYLUM BRACHIOPODA.....	30
XII. PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA DE LA FAUNA DE LA FORMACIÓN PATLANOAYA.....	33
XIII. PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA DE LA FAUNA DE LA FORMACIÓN OLINALÁ.....	46
XIV. CONSIDERACIONES PALEOECOLÓGICAS.....	54
XV. CONSIDERACIONES PALEOGEOGRÁFICAS.....	60
XVI. DISCUSIÓN.....	62
XVII. CONCLUSIONES.....	76
XVIII. REFERENCIAS.....	78
XIX. LÁMINAS	
XX. ANEXO	

I. RESUMEN

Se describieron 13 especies de crinoides, *Cyclocaudex jucundus*, *C. typicus*, *Mooreanteris perforatus*, *M. waylandensis*, *Preptopremnum rugosum*, *Ampholenium apolegma*, *Stiberostaurus aestimatus*, *Lomalegnum hormidium*, *Blothronagma cinctutum*, *Floricyclus angustimarga*, *F. welleri*, *Dierocalipter doter*, *Cupressocrinites izucarensis* y dos de braquiópodos, *Dictyoclostus* sp. y *Paramarginifera* sp., de la Formación Patlanoaya en el Estado de Puebla. El crinoide *Pentaridica pentagonalis*, y seis braquiópodos, *Trompsis kumpani*, *Wellerella lemasi minor*, *Martinia* sp., *Dielasma spatulatum*, *Paramarginifera* sp. y *Linoproductus* sp. se describen para la Formación Olinalá, cuyos afloramientos se localizan en el estado de Guerrero. Se aplicaron índices de correlación numérica entre estas dos unidades estratigráficas.

Se determinó el intervalo estratigráfico de las especies de cada formación obteniendo que es similar entre ambas localidades, el cual se encuentra entre el Misisípico Temprano y el Pérmico Temprano. Para cada especie estudiada se confirma su alcance estratigráfico, así como las posibles ampliaciones en el mismo que se refuerzan con la presencia de especies acompañantes. De las 15 especies listadas por Buitrón y Solis-Marín (1993) de crinoides en México, se mencionan 13 especies más, sumando un total de 28 registros, de ellas 8 especies son descritas por primera vez para México. Se discute la relación filogenética de la nueva especie *Cupressocrinites izucarensis*.

Se presentan índices de similitud faunística, obteniéndose distintas combinaciones de datos, el análisis por este medio indica que la similitud ecológica existe, aunque es baja entre las localidades de estudio. La mejor correlación se da a nivel del Misisípico (Osageano) y a nivel del Pensilvánico (Virgiliano). Los niveles de correlación mantienen sus valores aproximados, aún cuando se amplía la lista de especies estudiadas con lo informado por otros autores, lo que sugiere que está cerca el valor real de correlación. La correlación con otras localidades se prueba sólo con braquiópodos porque no hay datos sobre crinoides. Se encontró similitud con faunas del norte de México.

Se hace la interpretación de los ambientes, con base en el modelo de cinturones de facies estándar de Wilson y tomando en cuenta las características morfológicas de los fósiles. Se considera que las dos formaciones se depositaron en ambientes costeros, marinos, con alternancia entre lagunas arrecifales, talud de arrecife y fondo oceánico. Se afirma que el sur de México fue una línea de costa de un antigua unidad continental situada en el Norpacífico con continuas regresiones y transgresiones marinas, dando lugar a los diferentes ambientes interpretados.

II. INTRODUCCIÓN

Esta investigación se desarrolló en el marco del proyecto "Las Rocas Sedimentarias Marinas del Paleozoico Superior de Puebla, Guerrero y Oaxaca, Su Contenido Biótico y Análisis Sedimentológico", del cual es responsable la Doctora Blanca Estela Buitrón Sánchez, Investigadora Titular C de T. C. del Instituto de Geología UNAM y el M. en C. Javier Arellano Gil, Profesor Asociado B de T. C. de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, con la colaboración especial del Doctor Daniel Vachard, de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Lille, Francia.

Las rocas de la era Paleozoica afloran escasamente en nuestro país, a causa de la intensa actividad tectónica y del vulcanismo. Estos fenómenos han actuado repetidamente y por largos periodos sobre el territorio nacional, al grado de cubrir la mayoría de los sedimentos antiguos. Sin embargo son conocidas algunas regiones en el noroeste, noreste y sur de México donde existen afloramientos de estas rocas, generalmente acompañados de fósiles que permiten fechar y correlacionar los estratos para su estudio (López-Ramos, 1988).

En los estados de Puebla, Guerrero y Oaxaca, el Paleozoico está representado por rocas sedimentarias marinas, que muestran gran complejidad en cuanto a su geología y estratigrafía, dado que se formaron a través de múltiples eventos de avance y retroceso de los mares. En consecuencia, el estudio de las rocas y de los restos fósiles de invertebrados marinos, constituye una herramienta muy prometedora en la sedimentología y en la interpretación de los ambientes bajo los que se formaron tales rocas del Paleozoico Superior, de los cuales aún falta por hacerse la mayor parte del trabajo descriptivo e interpretativo.

Entre los grupos de organismos que tienen mayor relevancia para el estudio paleontológico y sobre todo en apoyo a la estratigrafía, se encuentran invertebrados como los foraminíferos, las esponjas, los corales, briozoarios, braquiópodos, moluscos, anélidos, artrópodos y equinodermos (Mc Alester, 1973).

Hacia el principio del Paleozoico (Cámbrico y Ordovícico), surgieron todos estos linajes, ya que fue en esos periodos cuando se consolidaron los animales con concha y exoesqueleto, tal vez debido a las presiones selectivas ejercidas por los depredadores carnívoros recién surgidos como los cefalópodos (Mc Alester, 1973). Tales grupos están desde entonces presentes en todas las épocas subsiguientes y entre ellos, se encuentran las faunas dominantes en cuanto a diversidad y biomasa marina hasta nuestros días.

Todas las extinciones masivas registradas y las radiaciones adaptativas posteriores del registro fósil marino involucran a estos grupos animales, pero a nivel de clases, órdenes y géneros, ya que ningún phylum ha desaparecido o surgido desde entonces, si bien ha variado la importancia proporcional entre ellos mismos (Mc Alester, 1973).

Hacia el Paleozoico Tardío la mayoría de los invertebrados disminuyó en diversidad; sin embargo, después de la transición permo-triásica, comenzaron a diversificarse de nuevo. Los crinoides y los braquiópodos alcanzaron su máxima diversidad como grupos abundantes y representativos en el Paleozoico Tardío, aunque actualmente no tienen la diversidad que los caracterizaba en el Carbonífero-Pérmico y aún todavía en el Mesozoico, llegan hasta el reciente muy disminuidos en cuanto a diversidad de familias pero aún con numerosas especies que son muy útiles para estudiar sus hábitos y modo de vida en relación con los ambientes antiguos (Laporte, 1974).

Por su utilidad como fósiles índice en la diferenciación de unidades estratigráficas del Paleozoico Superior, los braquiópodos y los crinoides solo son comparables con los fusulinidos, briozoarios, moluscos y celenterados. De todos los grupos taxonómicos mencionados para el Paleozoico Tardío, en el sur de México, son particularmente abundantes los braquiópodos y los crinoides.

III. ANTECEDENTES

En México aún son escasos los trabajos sobre el Paleozoico Tardío, en parte porque existen muy pocos afloramientos de esa edad; sin embargo se pueden mencionar las investigaciones de Carrillo-Bravo en 1961 para el Cañón de la Peregrina, Tamaulipas; las de Brunner (1975, 1976 y 1979) para el noroeste de Sonora. El de Baldís y Bordonaro (1981) donde compara la precordillera argentina con la región de Caborca, Sonora. El de Flores de Dios y Buitrón (1982) y el de Corona-Esquivel (1983), sobre la Formación Olinalá. El de Villaseñor et al 1987 para San Salvador Patlanoaya. El de Buitrón et al. (1987) para la región de Calnali-Tlanchinol en el este del Estado de Hidalgo. El de Vachard et al (1993) para Olinalá. El trabajo más recientemente publicado es el de González-Arreola et al., (1994) donde se vuelve a estudiar la fauna de invertebrados paleozoicos de la Formación Olinalá-Los Arcos. Considerando lo expuesto los invertebrados fósiles del Paleozoico Tardío de México están escasamente estudiados.

Las investigaciones formales sobre crinoides mexicanos, se iniciaron por Buitrón a partir de 1977, con motivo del estudio del Paleozoico en la región sureste de Chiapas, sin embargo en los trabajos de Brunner (1975, 1976, 1979) se hace mención de la presencia de encrinitas, en el Paleozoico Tardío de Sonora, pero sin lograr identificaciones precisas. Este último autor solo informa de la presencia de los crinoides que ayudan a estimar el tipo de ambiente antiguo que representan dichos estratos. Posteriormente, Flores y Buitrón (1982) publicaron sobre crinoides y moluscos del Paleozoico Tardío de la región de Olinalá, Guerrero y de la región de la Mixteca Oaxaqueña. Buitrón et al., (1987) estudiaron los crinoides del Paleozoico Tardío (Pensilvánico) de Calnali, Hidalgo. El trabajo de Villaseñor et al., (1987) y el de Velásco y Buitrón (1992) son investigaciones en las cuales se hicieron descripciones sistemáticas de algunos géneros y especies de crinoides.

Muchos de estos trabajos se realizaron en especial para los estados de Chiapas, Hidalgo, Guerrero, Oaxaca y Puebla. Particularmente en este último Estado, en la localidad de Patlanoaya, que es uno de los motivos de estudio de esta investigación, se han realizado algunos trabajos sobre bioestratigrafía como los de Villaseñor et al., (1987), y otros sobre geología como el de Vázquez (1986) citados en la investigación de Velásco y Buitrón (1992). En éste último trabajo además se establecen correlaciones bioestratigráficas con localidades de los EUA.

En Pantoja-Alor (1970) se mencionaron entre los invertebrados a los braquiópodos de Ixtaltepec, Oaxaca. Posteriormente Sour y Quiróz (1989) describen los braquiópodos de la misma región y presentan interesantes interpretaciones paleoecológicas para el Paleozoico Tardío de Oaxaca.

Pese a todos estos excelentes trabajos es necesario complementar los conocimientos sistemáticos, estratigráficos, paleogeográficos y paleoecológicos de las localidades del Paleozoico Superior de México.

IV. OBJETIVOS

Consecuentemente a los trabajos que anteceden y a la información bioestratigráfica obtenida en esta investigación, en particular sobre los crinoides y braquiópodos, se pretende en colaboración con los demás especialistas del proyecto contribuir al conocimiento de los fenómenos tectono-estratigráficos encaminados a comprender la evolución geológica del área, con el objeto principal de incrementar el conocimiento de las rocas paleozoicas del sur del país, aspecto muy importante en la historia geológica de México.

Como objetivos particulares se tienen los siguientes:

- A) Realizar las descripciones sistemáticas de las faunas encontradas.
- B) Apoyar el análisis de las secuencias paleozoicas, con el fin de contribuir al establecimiento de la correlación estratigráfica entre las localidades.
- C) Ayudar en la caracterización de los ambientes de depósito de las secuencias.

V. MÉTODO Y MATERIALES UTILIZADOS

De gabinete

Revisión bibliográfica de los principales antecedentes, así como de los tópicos conceptuales específicos del área de estudio.

Revisión bibliográfica de la sistemática de los principales grupos de invertebrados fósiles.

Identificación de la fauna, con la ayuda de la literatura especializada de los grupos involucrados.

Aplicación del índice de similitud de Sorensen.

Se presentan los resultados y se elaboró una discusión con base en ellos, acorde con los objetivos planteados (Cuadro 13).

Índice de Sorensen

Está expresado por la ecuación:
$$S = \frac{2C}{A + B}$$

Donde C = Número de especies comunes entre las dos localidades que se van a comparar, A = Número de especies de la localidad uno, B = Número de especies de la localidad dos (Vegas, 1971).

El índice se emplea inicialmente (Vegas, 1971) con la finalidad de comparar comunidades bentónicas vivientes, sin embargo como se cuenta en este trabajo con comunidades fósiles "in situ", se decidió su empleo, ya que desde el punto de vista del autor es útil aplicar análisis cuantitativos sencillos a los datos paleontológicos, ya que tradicionalmente los trabajos en esta disciplina se dedican a la descripción sistemática, lo cual es valioso por sí mismo, sobre todo cuando no se ha hecho un amplio esfuerzo en ello como es el caso de nuestro país. Sin embargo no se pretende ningún avance espectacular con su aplicación, sino colocar un elemento más como lo pueden hacer otras técnicas cuantitativas que existen. Por lo tanto para este trabajo se desea extraer toda la información posible de estos juegos de datos, sin menospreciar por supuesto el trabajo sistemático básico.

Este índice sirve para comparar dos localidades y establecer una similitud en cuanto a número de taxa presentes; se puede aplicar a cualquier nivel siempre y cuando se haga de manera homogénea, es decir que si se aplica a especies de una localidad se debe comparar con el número de especies de la otra y no contra número de géneros ó familias. No corresponde a una comparación ó similitud ecológica. Sin embargo, el biólogo puede establecer la similitud ecológica o equivalencia ambiental, cuando se comparan especies.

Estrictamente, lo que hace el índice de Sorensen es cuantificar el número de elementos comunes entre dos conjuntos de organismos.

Cinturón de facies estándar de Wilson.

La interpretación de los ambientes antiguos representados en las rocas y con ayuda de especies fósiles, se hizo en el marco del modelo de cinturones de facies estándar de Wilson (1975), el cual es un marco de referencia muy útil (Figura 7). Este modelo considera que los sedimentos se dan en una sucesión horizontal a partir del borde continental, y asume que dicha sucesión permite apreciar en los sedimentos las características de tamaño de grano, composición, color y contenido de fósiles que son típicos de una determinada profundidad, distancia a la costa, oxigenación y nivel de energía de un ambiente equivalente a los ambientes sedimentarios modernos. Por lo tanto este modelo, en relación con las comunidades bióticas fósiles definidas por Mc. Kerrow en 1978, permitió interpretar los ambientes representados en las rocas bajo estudio.

De campo

Se colectaron, prepararon e identificaron los distintos tipos de invertebrados de las secuencias del Paleozoico Superior procedentes de las localidades fosilíferas de Olinalá, Gro. y Patlanoaya, Pue.

Se efectuaron muestreos de fósiles y mediciones de las secciones de las formaciones en las diferentes áreas de estudio desde 1982 por Dra. Blanca Estela Buitrón y por el Ingeniero Geólogo Antonio Flores de Dios, en el año de 1995 además participó en las colectas y en nuevas mediciones el autor del presente trabajo. El estudio consistió en hacer una prospección geológica del área de interés, con base en conocimientos previos obtenidos por fotografías aéreas y a partir de autores que han escrito sobre la región, se ubicó sobre el terreno el afloramiento. Posteriormente se procedió a una medición de las secciones y a un reconocimiento litológico con el cual se establecieron las unidades de la formación y se obtuvo una apreciación previa sobre los ambientes fósiles representados. Finalmente se colectaron fósiles asociados a cada estrato reconocido para realizar el trabajo taxonómico y el fechamiento estratigráfico, así como completar la interpretación paleoambiental iniciada con las rocas y las estructuras primarias de aquellas.

De laboratorio

La limpieza y preparación de los fósiles para su estudio se inició lavándolos con agua corriente, jabón y un cepillo dental, los ejemplares se revisaron con una lupa para encontrar aquellos más útiles y después se pasó a observarlos bajo un estereoscopio. donde se dibujaron las características taxonómicas de los ejemplares y se escogió a aquellos que habían de ser fotografiados. La fotografía se realizó con el microscopio de cámara acoplada que cuenta con un sistema electrónico de medición de luz, previo a ello algunos ejemplares se recubrieron de Cloruro de Nitrato, el cual es un polvo inerte blanco fino que permite contrastar mejor las estructuras. Ya con las fotografías procesadas se identificó a los

ejemplares con ayuda de claves así como de descripciones previas y se efectuó la descripción de los ejemplares presentes.

Materiales

- Clinómetro
- Brújula Brunton
- Pica para Geólogo
- Marro
- Martillo
- Cincel
- Mochila
- Estereoscopio de bolsillo
- Altimetro
- Dbase III Plus versión 1.1
- Statgraphics versión 2.1
- Cartas topográficas
- Fotos aéreas
- Servicios del CICH
- Microscopio estereoscópico modelo SMZ-2T-D
- Sistema Microflex XHF35

Crinoides

Se utilizó la fotografía y la ayuda de un microscopio binocular, para identificar a los fósiles. Es indispensable usar las fotografías de los especímenes porque es difícil observar y manipular simultáneamente varios ejemplares para su estudio.

En crinoides libres de sedimento se observó el arreglo de diferentes elementos articulados. En los fragmentos columnares las características de las facetas articulares fueron esenciales para su clasificación, ello incluye la naturaleza de las crénulas, la areola si es que se presenta, la forma y tamaño relativo del lumen y la presencia de perilúmen. Si el canal axial contiene clastra y jugula debe comprobarse, aunque en ocasiones se corto transversalmente el fósil. La mayoría de las características mencionadas fueron mostradas en restos disociados naturalmente, las Figura 1 permite familiarizarse con ellas.

Braquiópodos

En el estudio sistemático de los braquiópodos se hace énfasis en las características del área cardinal, en el tipo de braquidio cuando se puede observar y en la microestructura de la concha y se toman algunas medidas fundamentales las cuales se aprecian en la Figura 2.

Las fotografías son necesarias pues permiten ver rasgos morfológicos para sus determinaciones como en otros grupos de fósiles.

Briozoarios

Estos fósiles se concentran generalmente en hojas calcáreas fáciles de abrir, sin mayor problema por el plano de estratificación. En rocas consolidadas su estudio es más difícil por su fragilidad y delicadeza y en esta ocasión no se emprendió el trabajo

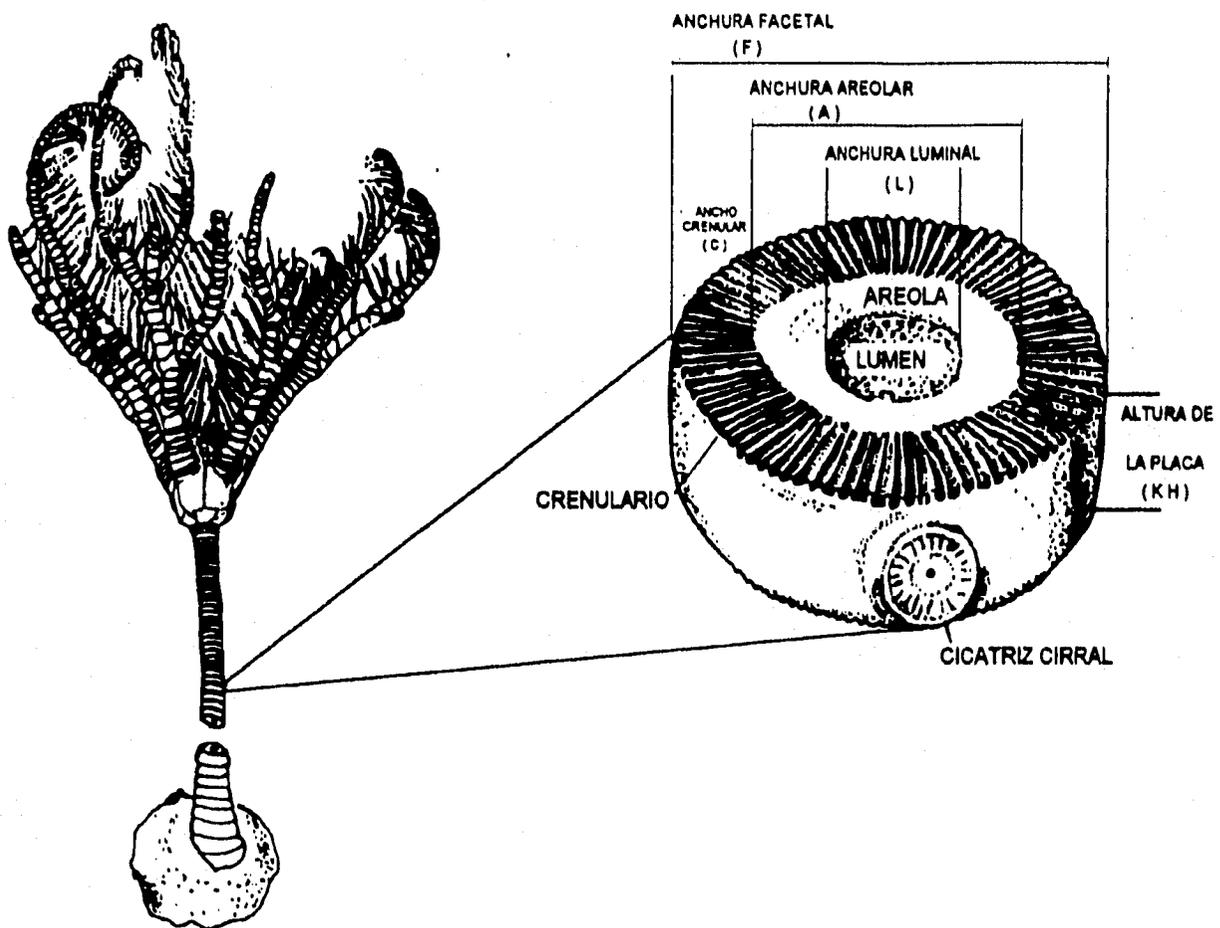


Figura 1. Posición relativa, principales estructuras y medidas generales de las placas columnares de un crinoide típico. Tomada y modificada a partir de Moore y Jeffords, 1968.

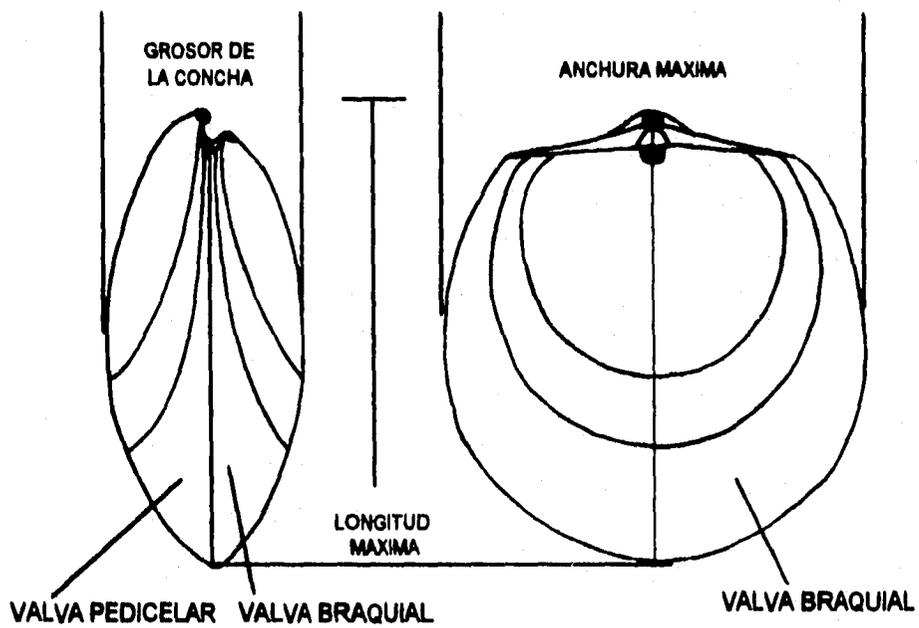


Fig. 2: Esquema de un bivalve representativo, se aprecian las medidas externas más importantes.

sistemático, su uso se limitó a apoyar la existencia de ambientes de baja energía donde proliferaron los fenestélidos.

Cuando se encuentran en rocas deleznales, después del lavado de los sedimentos para eliminar detritos, se hace un tamizado con objeto de separar a los briozoarios. Se usa una lupa ordinaria o binocular para hacer una separación gruesa (X5, X10). La determinación específica se lleva a cabo por medio del empleo de ciertos caracteres especiales muy pequeños, tales como la apertura del zoecio, para ello se usan aumentos más potentes como X30, X50, X 100.

El material estudiado se encuentra depositado en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM con los números de catálogo provisionales EM01(1)-EM01(4), EM02(1)-EM02(11) y EM03(1)-EM03(3) para la colecta realizada en San Salvador Patlanoaya por el autor; los números 1CEM-9CEM para ejemplares pre existentes en la colección del Instituto de Geología para la localidad de San Salvador Patlanoaya y los números O-1 a O-9 para la localidad de Olinalá.

VI. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La Formación Patlanoaya se ubica en la parte sur oriental del Estado de Puebla en las cercanías de la población de San Salvador Patlanoaya, bajo la jurisdicción del municipio de San Andrés Huehuetlán con coordenadas $98^{\circ} 15'$, $98^{\circ} 18'$ longitud oeste y $18^{\circ} 30'$, $18^{\circ} 32'$ de latitud norte (Villaseñor et al, 1987) (Figura 3).

El acceso desde la Ciudad de México es posible por la autopista México-Cuernavaca, se toma la desviación a Cuautla y de ahí hacia Izúcar de Matamoros. A partir de Izúcar 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 hasta la aldea de San Salvador Patlanoaya.

La localidad fosilífera de la Formación Olinalá se encuentra al este-noreste del poblado de Olinalá, se aprecia en el flanco occidental del sinclinal de Olinalá-Huamuxtitlán en su terminación periclinal sobre la cañada de La Carbonera, cuyas coordenadas corresponden con $17^{\circ} 54'$ al $17^{\circ} 47'$ latitud norte y la $98^{\circ} 44'$ al $98^{\circ} 32'$ de longitud oeste. El área donde aflora la Formación Olinalá queda comprendida en una región de 600 Km cuadrados del Estado de Guerrero (Flores de Dios y Buitrón, 1982) (Figura 4).

El acceso a Olinalá desde la Ciudad de México es posible por medio de la carretera Chilpancingo-Huamuxtitlán que se encuentra en condiciones de camino revestido, ó bien por la carretera Tecomatlán-Huamuxtitlán, que parte de Puebla, cerca de la bifurcación conocida como Las Palomas, en el kilómetro 165 de la carretera federal No. 190, México-Oaxaca (tramo Izúcar de Matamoros-Acatlán). El resto del área únicamente se comunica por caminos de terracería y caminos vecinales.

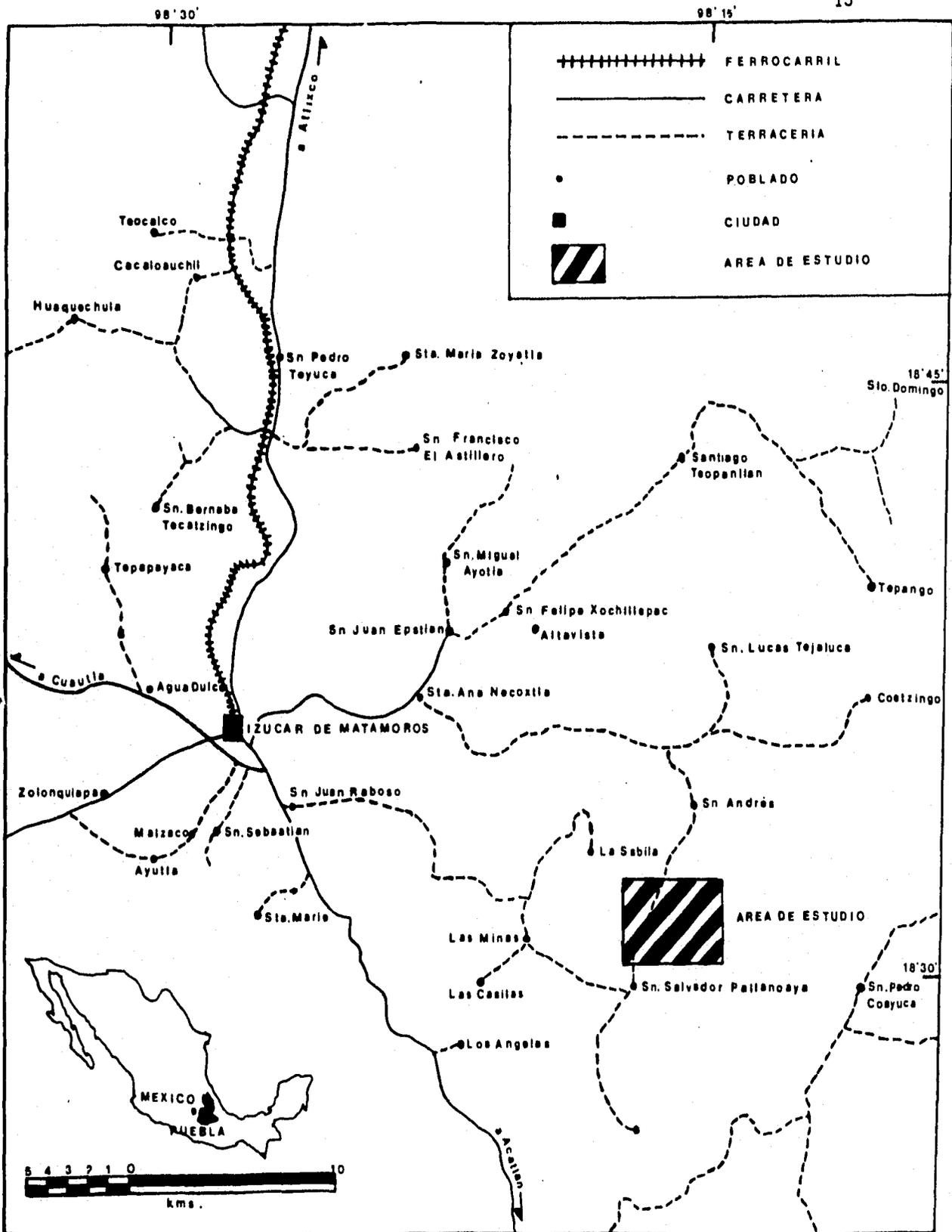


FIGURA 3. Esquema de localización y acceso a la Formación Patlanoaya. Tomado y modificado a partir de Villaseñor et al. (1987).

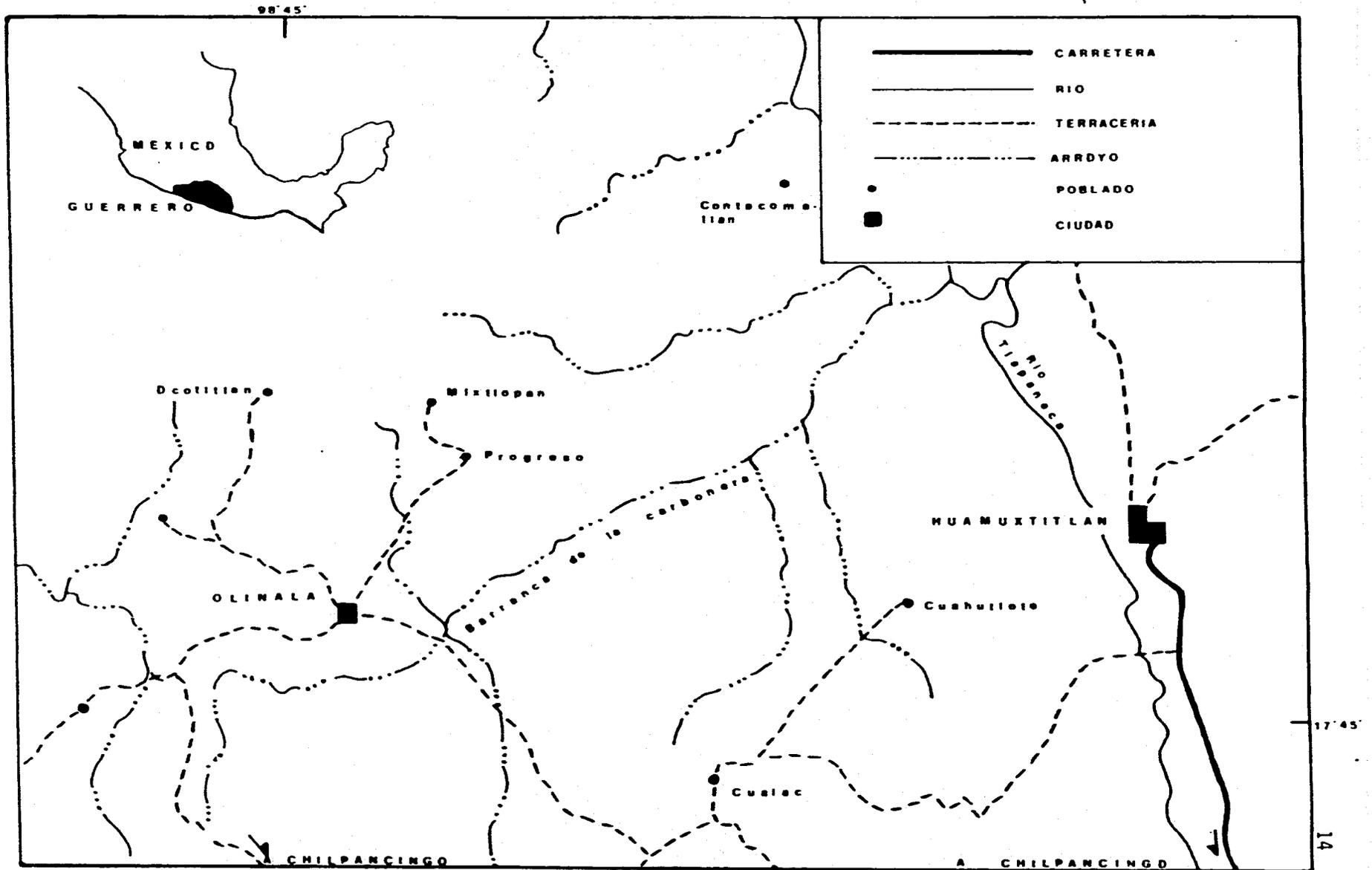


FIGURA 4. Esquema de localización y acceso a la Formación Olinalá. Tomado y modificado a partir de Flores de Dios y Buitrón, (1982).

VII. 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 sus recursos minerales. A partir de todo ello, López-Ramos (1988) da una definición de las provincias en las que se encuentran las localidades y afloramientos que se consideran 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).

La parte sur de México es una de las regiones geológicamente más estudiadas desde el siglo pasado. No obstante, muchos problemas estratigráficos, paleontológicos y tectónicos aún no se han resuelto. Las provincias de Tlaxiaco, Sierra Madre del Sur, Altiplano de Oaxaca y Sierra de Juárez forman el Conjunto Oaxaqueño y aproximadamente bordean al terreno tectónico Mixteco que es donde se localiza a las Formaciones en estudio..

Provincia de tlaxiaco

En esta provincia se encuentra como basamento el Complejo Acatlán del Paleozoico Inferior, sobreyacente se halla la Formación Olinalá / Los Arcos, del Paleozoico Superior y sobreyace a ambas el Conglomerado Cuarcítico "Cualac" del Jurásico Medio (López-Ramos, 1978).

En particular la depresión geológica llamada cuenca ó provincia fisiográfica de la Mixteca Oaxaqueña tiene como marco tectónico una serie metamórfica paleozoica de edad prepérmica, asociada con masas graníticas, batolíticas 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, este de Guerrero, sur de Puebla y se sobrepone informalmente con parte del eje neovolcánico en el sur del Estado de Puebla (López-Ramos, 1978).

En la cuenca afloran grandes superficies de rocas metamórficas y plutónicas que disectan la supuesta cuenca de Tlaxiaco en varias subcuencas de diferente edad, desde paleozoicas y mesozoicas a posibles depósitos lacustres del Cenozoico (López-Ramos, 1978).

La cuenca 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 sureste 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 y que actualmente se halla situada al sur de Puebla y al noreste de Izúcar de Matamoros, este arco tiene aflorando rocas del basamento y discordantemente aparecen capas rojas y rocas marinas jurásicas (López-Ramos, 1978).

La cuenca tiene una aridez extrema debido a que está limitada al oriente por la Sierra Madre Oriental, al sur y oeste por la Sierra Madre del Sur, tales accidentes geográficos determinan que los vientos cargados de humedad que podrían entrar desde cualquiera de los dos océanos choquen con las vertientes oceánicas y dejen ahí su humedad en forma de lluvia, manifestándose así el llamado efecto de sombra de lluvia. Lo anterior junto con las características tan heterogéneas de las rocas, así como la falta de lluvia y la carencia de obras hidráulicas, provoca que esta área sea una de las más pobres del país (López-Ramos, 1978).

Provincia sierra madre del sur y altiplano oaxaqueño.

Se llama Sierra Madre del Sur al área comprendida entre la porción sur de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, que forma el parteaguas de la vertiente del Golfo y del Pacífico, donde predominan rocas volcánicas y metamórficas y en último término sedimentarias (López-Ramos, 1978).

Se encuentra limitada al norte por el Eje Neovolcánico así como por las entrantes sedimentarias de la Cuenca Morelos-Guerrero y la Cuenca de Tlaxiaco, en cuyos límites se encuentra Olinalá. Limita al sureste con la Sierra de Juárez y al oriente con el sureste de México (López-Ramos, 1988; Fries y Rincón Orta, 1966).

Junto con la Provincia Baja Californiana, ésta es una de las más extensas de la República, con 100 Km de largo por 120 de ancho con una superficie aproximada de 130 000 Km² cuadrados. Consiste en una cadena montañosa que ocupa la parte meridional de las tierras altas centrales, limitándose por el Océano Pacífico y extendiéndose al oeste del Istmo de Tehuantepec. La provincia incluye, además de las montañas del mismo nombre, la cuenca del río Balsas y todas las tierras altas que limitan al sur de la sierra y de la costa del Océano Pacífico (López-Ramos, 1978).

La Sierra Madre del Sur tiene como basamento rocas cristalinas y metamórficas, caliza plegada y sedimentos clásticos asociados con ellas, así como lava e intrusiones. (López-Ramos, 1978).

Tectónicamente no tiene relación con la Sierra de Chiapas, de la que está aislada por la depresión del Istmo de Tehuantepec. Algunos autores han sugerido que la Sierra Madre del Sur puede estar relacionada genéticamente con la Sierra Madre Occidental, lo que no es claro debido a la presencia de lava del eje volcánico, pero sí forma, como la Sierra Madre del Sur, parte del Sistema Orogénico Antillano. La Sierra Madre Occidental pertenece por sus afinidades más bien a América del Norte (López-Ramos, 1978).

La Sierra Madre del Sur es una unidad profundamente disectada de rocas plegadas, falladas y separadas por intrusiones que datan del Precámbrico, Paleozoico, Mesozoico y aún del Terciario. De todas las provincias es posible que sea la menos estudiada en cuanto a su geología (López-Ramos, 1978).

Las rocas del basamento metamórfico de la provincia "Sur de México y Altiplano de Oaxaca", pueden dividirse en tres secuencias con rasgos cronológicos, litológicos-metamórficos y estructurales distintos. La secuencia más antigua está expuesta principalmente en el Estado de Oaxaca y consta de gneis bandeado. La segunda secuencia es del Paleozoico Inferior. Su relación es tectónica respecto a la serie Precámbrica y esta expuesta en el sur del Estado de Puebla, norte de Oaxaca y noreste de Guerrero. La tercera secuencia forma una faja tectónica paralela a la costa del océano Pacífico y su contacto también es tectónico respecto a la secuencia Precámbrica (López-Ramos, 1978).

Las dos secuencias paleozoicas parecen definir un sistema paralelo de cinturones metamórficos que sugiere la existencia de una paleozona de subducción paleozoica en esta parte del continente. La serie Precámbrica probablemente representa el cratón parcialmente retrabajado y fragmentado por la orogénesis paleozoica (López-Ramos, 1978).

Complejo acatlán

El Complejo Acatlán subyace a la Formación Patlanoaya y fue definido por Ortega (1978) a partir de rocas expuestas en la Mixteca Poblana y Oaxaqueña. Se considera que su edad es paleozoica temprana (380 + - 6 M. A.). Se asignan edades usando los pares de isótopos radioactivos rubidio-estroncio y potasio-argón, concluyendo que la edad es ordovícica superior-devónica.

Las rocas del basamento Acatlán, aunque no se han estudiado en detalle, constituyen una secuencia de rocas deformadas y afectadas por el metamorfismo regional, predominando esquisto y gneis de moscovita, clorita, metandesita, metagranito y metagrauvaca. Villaseñor *et al.* (1987) mencionan que la secuencia descrita está cubierta en discordancia erosional por la Formación Patlanoaya fechada como del Carbonífero-Pérmico, a su vez a ésta la sobreyacen la Formación Tecomazuchil del Jurásico Medio y/o el Grupo Balsas del Terciario.

VIII. ESTRATIGRAFÍA DE LA FORMACIÓN PATLANOAYA

Vázquez (1986) en un documento inédito, propone informalmente el nombre de Formación Patlanoaya para una secuencia de rocas sedimentarias marinas de tipo litoral. Asimismo informa que en la localidad de "Cerro Puntigudo", el espesor total de la formación es de 925 m repartidos en 6 unidades pero para los fines de bioestratigrafía de este trabajo se consideran cuatro unidades de acuerdo con Villaseñor et al. (1987) que poseen edades que abarcan desde el Misisípico hasta el Pérmico (Figura 5), y se describen a continuación de acuerdo con Villaseñor et al 1987

Unidad I

La parte basal de la formación cuenta con 360 m y consiste en arenisca, arenisca conglomerática y limolita verdosa y en ocasiones rojiza que intemperiza a amarillo ocre, se presentan algunas lutitas con metamorfismo (filitas); se observan estructuras primarias como estratificación cruzada y estratificación graduada, estas son las rocas que descansan discordantemente sobre el Complejo Acatlán.

Se encuentran algunas capas delgadas de arenisca y arenisca conglomerática rojiza, que descansan sobre la base de la unidad I. La parte media es lutita limosa a las que sobreyace a algunos estratos medianos de caliza. La cima de la unidad tiene un espesor de 25 m de lutita limosa de color gris oscuro.

Unidad II:

Está formada por caliza y calcarenita de color gris claro con estratificación gruesa y mediana, con escasas intercalaciones de lutita calcáreo-arenosa de color gris oscuro que intemperiza a café-amarillo.

Unidad III:

Su parte basal se constituye por capas medianas de arenisca café oscuro con algunos cuerpos de arenisca conglomerática, arenisca calcárea y conglomerado bien clasificado, a las capas anteriores le sobreyacen capas delgadas de caliza arcillo-limosa color gris claro. En este lapso la sedimentación cambia a limolita arenosa con intercalaciones de arenisca en capas delgadas. Continúa hacia arriba capas delgadas de arenisca limoso-calcárea y algunas capas de caliza limosa de estratificación delgada. La parte superior de esta unidad se caracteriza por un espesor aproximado de 120 m de limolita calcárea.

Unidad IV:

En su base se midieron 25 m de conglomerado polimictico, de origen volcánico y calcáreo en una matriz arenosa, sobreyace una alternancia de lutita limosa de color gris

oscuro que intemperiza a café claro con nódulos calcáreos, arenisca y arenisca limosa de color gris oscuro y con estratificación delgada.

Composición faunística de la Formación Patlanoaya

Unidad I:

La macrofauna encontrada por Villaseñor et al (1987) y por Vázquez (1986) en esta unidad consiste en abundantes braquiópodos de las especies *Rugauris* sp. y *Rhytiophora* cf. *blairi* (Miller); crinoides de las especies *Lomalegnum hormidium* Moore y Jeffords y *Cyclostelechus turritus* Moore y Jeffords.

Las determinaciones anteriores permiten asignarle a esta unidad la edad de Misisípico Temprano.

Villaseñor et al.,(1987) publican el hallazgo de una abundante fauna de braquiópodos como *Actinoconchus squamosus* (Phillips), *A. planosulcatus* (Phillips), *Martinothyris lineatus* (Sowerby), *Sinuatella sinuata* (de Koninck), *Asyrinxia lata* McCoy, *Unispirifer* sp., *Spirifer gregeri* (Weller), *Punctospirifer* sp., *Orbiculoidea* sp., *Barroisella* sp., *Prospira* sp., corales como *Neozaphrentis* sp. y crinoides del género *Pentagonomischus* sp. cuya edad no fue precisada.

Unidad II:

Se encuentran braquiópodos productidos como *Antiquatomia* sp., *Reticulatia* sp., *Productus* sp., *Linoproductus* sp. y *Koslowskia* sp., fechados para el Pensilvánico Medio y un corral determinado como *Lophophyllidium* sp. Además conodontos característicos también del Pensilvánico Medio y 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.

Unidad III:

En esta unidad se hallaron braquiópodos, crinoides, gasterópodos, briozoarios, pelecípodos, cefalópodos y plantas, entre estas últimas *Pecopteris cyathea* Schlotheim, *Neuropteris* cf. *schlemi* Stur, *Alethopteris* sp., *Calamites* sp. y *Stigillaria* sp., Estas especies son representativas del Pensilvánico Tardío.

En el intervalo de esta unidad, que llega al Pérmico Inferior (Wolfcampiano), hay cefalópodos del tipo de *Properrinites* con fauna de acompañamiento de *Wellerella* sp., *Schizodus* sp., *Palaeomutela* sp y *Bactrites* sp.

Unidad IV:

En este afloramiento (Vazquez, 1986; Villaseñor et al, 1987) se encontraron gasterópodos, cefalópodos y plantas con lo que se asigna una edad de Pérmico Temprano (Leonardiano). Sobresalen *Perrinites hilli* y una fauna acompañante de *Myalina apachesi* Marcou; *Bactrites* sp.; *Medlicottia* sp.; *Annuliconcha* sp.; *Permophorus* sp.; *Keeneia* sp. y *Omphalonema* sp.

Se precisa con esta investigación y tomando en cuenta publicaciones anteriores, la edad de las unidades estratigráficas de la siguiente manera:

I.- Misisípico Temprano por la presencia de *Ruguaris*, *Rhytiophora*, *Lomalegnum* y *Cyclostelechus*.

II.- Pensilvánico Medio fechado por conodontos no determinados y braquiópodos productidos de los géneros *Antiquatonia* sp., *Reticulatia* sp., *Productus* sp., *Linoproductus* sp. y *Koslowskia* sp.

III.- Pensilvánico Tardío y Pérmico Wolcampiano por la presencia del crinoide *Ciclocaudex typicus* en la parte inferior y del licopodio *Pecopteris cyathea* en la superior.

IV.- Pérmico (Leonardiano) fechado por *Properrinites* sp.

Por lo tanto la unidad cronoestratigráfica I pertenece completa al Misisípico Inferior, la unidad II pertenece al Pensilvánico Medio, la base de la unidad III corresponde al Pensilvánico Superior y al Pérmico (Wolcampiano) y la cima de la unidad III y toda la unidad IV pertenecen al Pérmico Leonardiano.

	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	
U III			alternancia de limolita y lutita rojizo	116	
U II	CARBONIFERO SUPERIOR		calcarenita bioclas- tica clasificada	35	
			arenisca lobacea, conglomerado fino lutita bien cla- sificadas	107	
			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	
			arenisca conglomera- tica y limolita con fragmentos de cuarzo, esquistos y roca intrusiva	221	
U I	CARBONIFERO INFERIOR		arenisca conglomera- tica y lutita loba- cea con metamorfis- mo incipiente	141	
	SILURICO ?	COMPLEJO ACATLAN	lutita y esquistos	7	

FIGURA 5. Columna geológica de la Formación Patlanoaya, así como su basamento y sedimentos sobreyacentes. Tomada y modificada a partir de Vázquez (1986). Los números en la columna indican el espesor, en metros, de las formaciones y secciones.

IX. ESTRATIGRAFIA DE LA FORMACIÓN OLINALÁ

La Formación Olinalá se encuentra en la región conocida como "La Montaña" del Estado de Guerrero, de cuya existencia se sabe desde el año de 1933 (Hons, 1933; citado en Flores de Dios y Buitrón, 1982). Lo mismo que en San Salvador Patlanoaya, esta unidad descansa sobre roca metamórfica del Complejo Acatlán, y se considera como una de las columnas sedimentarias más completas del territorio mexicano (Figura 6).

La Formación Olinalá fue propuesta formalmente por Flores de Dios y Buitrón (1982) y se definió por la presencia de sedimentos del Paleozoico Superior (Pensilvánico-Pérmico) consistentes en caliza y terrígenos intercalados. Corona-Esquivel (1981) define esta secuencia paleozoica y le da el nombre de Formación Los Arcos.

Sobre dicho terreno paleozoico yace concordante el Conglomerado Cualac, constituido por fragmentos de cuarzo que pasan transicionalmente a una secuencia de terrígenos más finos llamados Grupo Tecocoyunca. Sobreyaciendo a esta secuencia que pertenece al Jurásico Medio, se encuentra un grupo de terrígenos del Cretáceo Inferior cubiertos por caliza del Cretáceo Medio. En esta región afloran capas rojas volcanoclásticas con inclinaciones fuertes y pliegues (Salinas y Flores, 1981).

El espesor total de la Formación Olinalá es de unos 550 m, según Flores de Dios y Buitrón (1982) y consta de lutita, arenisca, limolita, conglomerado y caliza, todo ello sobreyace discordantemente al Complejo Acatlán del Paleozoico Inferior y subyace concordantemente al Conglomerado Cualac del Jurásico Medio, existen algunas dudas sobre la edad de la parte superior. La sección tipo de la Formación Olinalá se halla en la Cañada de los Arcos. De Acuerdo con Flores de Dios y Buitrón (1982) la base de la secuencia es un conglomerado de esquisto de color claro, filita oscura, cuarzo lechoso, en una matriz arcillo-limosa y con cementante silíceo. El diámetro de los fragmentos no excede los 10 cm y las partículas de menor tamaño son de 3 cm, presentando mala clasificación. Sobre el conglomerado la secuencia continúa con arenisca fina de cuarzo de grano medio a fino de color gris verdoso, que intemperiza a color café claro; el espesor de los estratos es de 20 a 10 cm y contienen invertebrados fósiles asociados a fragmentos de plantas no identificables. Sobreyaciendo a la arenisca, se encuentra lutita de color negro en la que se interestratifican capas de caliza de color oscuro no mayores de 10 cm, la lutita contiene abundantes nódulos calcáreo-limolíticos de un diámetro de 2 a 5 cm. Esta secuencia se interrumpe al pasar por un sembradío en el que no se observa afloramiento y continúa posteriormente con arenisca y conglomerado fino de cuarzo, que paulatinamente se hace calcáreo al pasar a formar caliza arenosa. Esta caliza tiene un espesor de 70 m y el espesor de los estratos varía de 60 cm a 1 m. En algunas capas esta caliza constituye verdaderas coquinas de crinoides con fragmentos de coral. Lateralmente la caliza se acuña dentro de los terrígenos, como se puede observar en el camino del poblado de Progreso a la Carbonera (Figura 4)

Hacia la cima de la caliza se vuelve a observar el paso gradual a terrígenos, formado por arenisca de grado medio y con color verdoso, donde se encuentran horizontes fosilíferos que incluyen una gran variedad de invertebrados, principalmente braquiópodos con los cuales se dio la primera aproximación sobre la edad de la formación. Subyaciendo a la arenisca, finalmente se encuentra una secuencia de lutita de color oscuro con grandes nódulos de caliza.

La Formación Olinalá descansa discordantemente sobre el Complejo Acatlán, su contacto superior se encuentra intrusionado por un dique félsico que los separa del Conglomerado Cualac. Este contacto se verifica sobre la brecha que parte del Pueblo de Progreso con dirección a la Carbonera; sin embargo no es un contacto claro (Figura 4).

Por lo anterior la columna estratigráfica de "La Montaña" de Guerrero es singular ya que se observa sin lugar a dudas, el basamento metamórfico y toda su cubierta sedimentaria y volcánica.

La composición faunística de la Formación Olinalá

En el trabajo de Vachard *et al.*, (1993), se determinaron diferentes taxa de microfósiles como *Tubiphytes oscurus*, *Parachatetes* sp., *Girvanella* sp., *Aelolisacus* sp., *Hormatiphonema* sp.; foraminíferos pequeños como *Neoendothyra* sp., *Climacammina* sp., *Golbivalvulina bulloides*, *G. cyprica*, *G. vonderschmitti*, *Abadehella coniformis*, *Tetrataxis* sp., *Calcivertella* sp., *Calcitornella heathi*, *Hedraites* sp., *Hemigordius* cf. *harltoni*, *Geinitzina* (= *Lunucammina*) *postcarbonica*, *Geinitzina*, *Fronicularia* (?) spp., *Protodosaria* (?) sp., *Nodosaria* spp. y fusulinidos como *Shubertella australis*, *Codonfusielia extensa*, *Rauserella erratica* y *Parafusulina bosei*.

Entre los macrofósiles se incluyen los siguientes taxa según Vachard *et al.* (1993): plantas terrestres como licopodiales arborescentes (*Pecopteris* sp.), braquiópodos como *Dictyoclostus depressus*, *Composita* sp., *Paranorella* aff. *imperialis*, *Wellerella* sp., *Cancrinella* sp., *Composita grandis*, *Orbicularoidea* aff. *missouriensis*. Entre los amonitas goniatitidos se encuentran *Adrianites* sp.; *Agathiceras frechi*; *Stacheoceras rothi* y *Waagenoceras* sp. Los lamelibranquios como *Promytilus* sp. y crinoides como *Cyclocaudex costatus*, *Heterostelechus jeffordsi* indicativos del Pensilvánico Superior (Virgiliano).

Las edades que se precisan con los calcivertélidos (microforaminíferos) encontrados en las arcillas pertenecen desde el Pensilvánico hasta el Pérmico.

En las calizas son comunes las algas, los nodosáridos y calcivertélidos que indican edades del Pérmico sin mayor precisión. Mientras que *Parafusulina bosei* aparece en el Leonardiano y Guadalupiano. Por otro lado *Codonfusionella* sp. es, con certeza, del Guadalupiano Superior con unos 252 millones de años de antigüedad. Los braquiópodos como *Dictyoclostus depressus*, *Composita* sp., *Wellerella* sp., *Cancrinella* sp., *Composita grandis*, *Orbicularoidea* aff. *missouriensis*, los goniatitidos, *Adrianites* sp., *Agathiceras*

frechi, *Stacheoceras rothi* y *Waagenoceras* sp., son indicadores del Pérmico (Vachard et al. 1983).

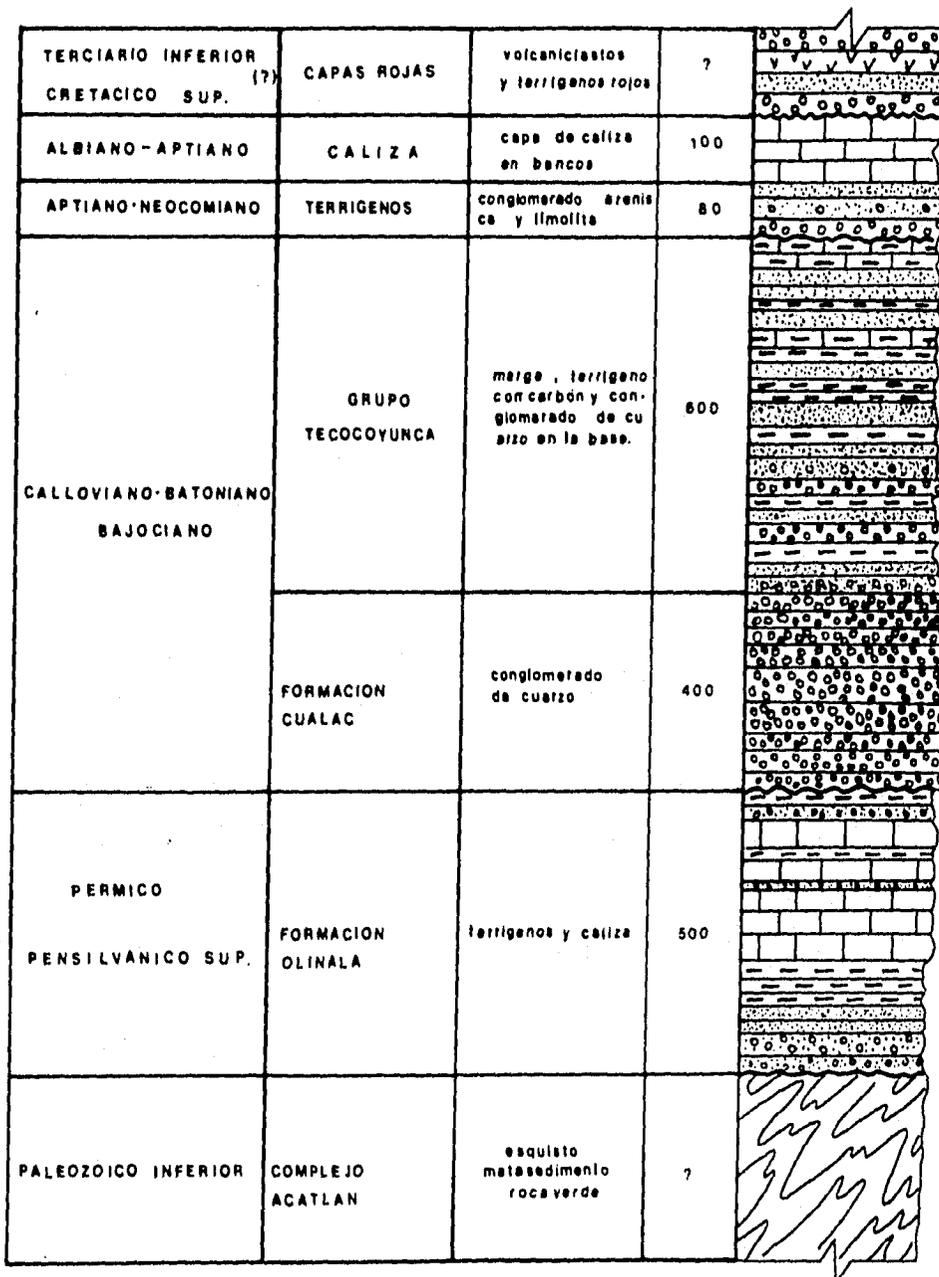


FIGURA 6. Columna geológica de la región de "La montaña", incluyendo a Olinalá, Guerrero. Tomada y modificada a partir de Flores de Dios y Buitrón, (1982). Los números en la columna indican el espesor, en metros, de las formaciones y secciones.

X. PHYLUM ECHINODERMATA (De Brugière, 1791)
CLASE CRINOIDEA (Miller, 1821)

Distribución

Los crinoides pedunculados fueron descubiertos después de los planctónicos, sin embargo en el año de 1761, ya se había dado noticia de una "palma marina" en aguas antillanas. Posteriormente, entre 1872-76, durante los cruceros del B/O Challenger, se empezó a describir a los crinoides, por entonces también se supo que llegan a encontrarse a los 10 000 metros de profundidad, contando entre los pocos seres abisales conocidos. En 1864 se descubrió a lo largo de la costa de Noruega a *Rhizocrinus lofotensis*, un crinoide que está muy difundido por el Océano Atlántico entre 130 y 3 000 metros de profundidad, que se adosa al fondo marino por medio de su estructura de anclaje ó radix. Sin embargo parece que los crinoides no son sedentarios absolutos, más bien se desprenden de vez en cuando y cambian de lugar.

Los crinoides actuales se pueden encontrar en cualquier temperatura y profundidad. Entre los factores físicos que más influyen en su distribución se cuentan; la luz, la salinidad, el sustrato y las corrientes, así como la temperatura. En consecuencia, los crinoides que no se encuentran en corrientes fuertes son llamados reófobos, y reófilos aquellos tendientes a utilizar ambientes de más energía. Por otro lado se denomina estenobáticos a aquellos que se encuentran en un intervalo de profundidades muy estrecho, mientras se considera como euribáticos a las especies que se pueden hallar a cualquier profundidad. Consecuentemente hay crinoides estenotérmicos que no admiten variaciones de temperatura y se denomina euritérmicos a los que si soportan variaciones amplias de temperatura.

En general, los crinoides habitan todo ambiente marino y particularmente cada especie está adaptada a diferentes condiciones (Ubaghs *et al.*, 1978; Margulis y Schwarts, 1980; Meglitsch, 1982).

Características

Los crinoides se distinguen de otros equinodermos por la forma y estructura de su esqueleto. Tienen una serie de placas que rodean al cuerpo formando el cáliz y en la parte dorsal de éste se inserta el pedúnculo ó tallo, también formado por placas. Hay un disco basal pequeño que une al tallo con las placas del cáliz que son pequeñas y asimétricas y de las cuales se prolongan apéndices llamados brazos, también compuestos de segmentos calcáreos que permiten su movimiento.

Como todos los equinodermos, los crinoides son celomados y desarrollan un sistema acuífero a partir de la cavidad general. Los pies ambulacrales se desarrollan para captura del alimento. El tubo digestivo se aloja en la cavidad del cáliz. Son micrófagos que obtienen el alimento por medio de los brazos dotados de cilios y con un moco que adhiere partículas y las canaliza hacia la boca. Son deuterostomados, la boca y el ano de los crinoides se abren en la cara superior de su cuerpo. De la parte superior del cáliz corren

cinco surcos ambulacrales que irradian de la boca y a continuación se bifurcan, los pedúnculos son muy pequeños y no hay placa madreporica. Los adultos carecen de región cefálica y segmentación, su sistema nervioso consta de un anillo peribucal y nervios radiales. El cuerpo está compuesto de una epidermis y múltiples placas calcáreas, fijas ó móviles, cuya posición es peculiar a cada especie. El aparato circulatorio también está dispuesto radialmente y su sangre es incolora; en algunas especies el líquido celómico cumple la función circulatoria. La respiración se realiza por medio de branquias diminutas ó papilas y algunas especies respiran por medio del epitelio ambulacral.

La mayor parte de los equinodermos pueden regenerar fácilmente las partes de su cuerpo que se han fragmentado, pero su reproducción no es asexual. Son dióicos y los huevos se convierten en larvas "doliolarias" ciliadas con simetría bilateral y de unos 0.25 mm de diámetro, que pueden pasar por una serie de fases antes de transformarse en adultos. Los adultos miden desde unos milímetros, incluyendo el tallo, hasta 18 m en algunos fósiles. Las especies del Cretáceo tienen unos 120 cm y las modernas no más de 25 cm.

No se conocen sus depredadores, ya que al parecer los crinoides son tóxicos, sin embargo hay muchos comensales y parásitos, como algunos gasterópodos y anélidos, en particular son muy parasitados por anélidos misostómidos. Hay simbiosis con camarones y pequeños peces.

El número de especies vivientes asciende a 600 y pertenecen a un orden único, el de los articulados, que incluye muchos fósiles, de los cuales los más antiguos provienen del Triásico. Entre los fósiles se reconoce a 5 500 especies y unos 1 000 géneros.

El hecho de ser deuterostomados, de tener segmentación radial, tres capas germinativas, así como un celoma verdadero sugiere fuerte parentesco con los cordados. (Ubaghs, 1952; Lane, 1978b; Meglitsch, 1982).

Sistemática.

Se ha sugerido a los eocrinoides cámbricos como los ancestros directos de los crinoides. Sin embargo parece improbable, considerando las enormes diferencias que hay entre ellos, como la presencia de una braquiola, la cual es solo un apéndice exotecal sin conexión directa con el interior de la teca y por lo tanto no tiene una cavidad celómica relacionada con el sistema endocelómico, en cambio un brazo crinoide es una evaginación del celoma que tiene extensiones de todos los sistemas (Ubaghs *et al.*, 1978).

Los Camerata e Inadunata ya están claramente diferenciados en el Ordovícico y se extingue la mayoría durante la crisis permo-triásica junto con la mayor parte de los Flexibilia, excepto un grupo de Inadunata que hereda una rama al Triásico (los Poteriocrina). En muchos aspectos, los Camerata permanecen aparte de otros crinoides, son muy distintos y nunca originaron a otras subclases. Por otro lado, los Inadunata son el tronco básico del cual surgen los Flexibilia y los Articulata (Ubaghs *et al.*, 1978).

Todos los tipos de crinoides son asignados a las siguientes subclases:

Subclase Inadunata Wachmuth y Springer, 1885

Subclase Flexibilia Zittel, 1895

Subclase Camerata Wachmuth y Springer, 1885

Subclase Articulata Miller, 1821

Existe una división en órdenes, superfamilias y familias basada en las características de los cálices. Los Articulata, compuestos completamente por crinoides postpaleozoicos, constituyen una agrupación esencialmente artificial de descendientes indiferenciados de Inadunata y Flexibilia. Los Camerata parecen haberse extinguido antes del Triásico (Moore y Jeffords, 1968; Moore y Teichert, 1978).

Aplicación en paleontología

Incontables tipos de crinoides se encuentran en sedimentos marinos, desde el Ordovícico hasta el Reciente, desplegando una variedad de características morfológicas que permiten clasificar a la mayoría como representativos de taxa definidos. Los restos aún articulados difieren cualitativamente de los desarticulados, consistentes en coronas (teca y brazos) y tallos.

En general se pone atención en los fósiles comparativamente raros de cálices completos, con ó sin columnas ó tallos, por lo tanto los especímenes relativamente completos que retienen sus articulaciones son la base del reconocimiento de un poco más del 90% del total de las especies y los géneros, que suman ya 1 000 y 6 500 especies descritas hasta el año de 1968. Estas especies están distribuidas a través del Postcámbrico. Adicionalmente la mayoría de las especies se han registrado a partir de los estratos de Norteamérica y Europa, consecuentemente los fósiles incompletos, de los que solo quedan fragmentos columnares, tanto en los estratos más conocidos como en los de México y otros países han sido desechados para su estudio por ser supuestamente inidentificables. El uso de las columnas aporta un avance mayor en la identificación y sistemática, sobre todo cuando no se cuenta con esqueletos completos. Es de suponerse que en muchos casos un género establecido en la clasificación si no es que alguna especie puedan ser reconocidos con elementos columnares sin embargo esto no se ha hecho aún.

La mayoría de los crinoides se encuentran desde el Ordovícico Temprano. Su mayor variedad está en el Carbonífero y su distribución es mundial, pero los mejor preservados de cada época pertenecen a localidades particulares de todo el mundo donde han sido estudiados. Estratigráficamente muy pocos fósiles rivalizan con los crinoides como indicadores confiables de edades geológicas y como marcadores para establecer correlaciones estratigráficas. Ello se ha demostrado por múltiples observaciones empíricas que se aplican no solo a depósitos marinos de regiones dadas, tales como el valle del Misisipi, sino virtualmente a todos los estratos donde hay crinoides. Además, la sucesión de faunas de crinoides es muy distinta en diferentes continentes y en cada sistema geológico postcámbrico existiendo géneros característicos de cada periodo.

Respecto a la paleoecología se puede generalizar que en el pasado los crinoides fueron habitualmente de mares someros, lo que se apoya con otros fósiles de invertebrados tales como bivalvos, siempre abundantes cerca de las costas, y por la evidencia estratigráfica de crinoides asociados a depósitos de carbón, depósitos deltaicos y calcáreos. Por ejemplo, en los depósitos del Pensilvánico de Kansas hay crinoides excelentemente preservados sobre capas de carbón, asociados con numerosos briozoarios y braquiópodos típicos de la zona submareal. Existen crinoides tanto fósiles como recientes, especializados para la vida en un ambiente de arrecife y están cementados a la roca ó al sustrato por medio de la teca, sus brazos son cortos, adaptados para enfrentar corrientes fuertes. También hay crinoides flotantes que ocurren en algunos sedimentos de aguas profundas y todos ellos son muy útiles en la interpretación de ambientes antiguos. Por ejemplo, los fragmentos del crinoide *Lombardia* se asocian con foraminíferos planctónicos y radiolarios, lo que en conjunto es significativo. Existen otros crinoides sin tallo y con grandes brazos para ayudarse a flotar, evidentemente adaptados a una vida pelágica. Por otra parte la composición química de sus esqueletos es un factor que varía con la temperatura del agua sobre todo en la proporción $MgCO_3/CaCO_3$, funcionando como indicador de temperatura ambiental. Como los crinoides nunca han existido en agua dulce, por la incapacidad de osmoregular eficientemente ya que carecen de órganos excretores del tipo de los riñones, su valor paleoecológico es grande.

XI. PHYLUM BRACHIOPODA Dumeril, 1807

Distribución

Son animales fijos en el estadio adulto, pero libres en los estadios larvales. Después forman parte del bentos, viviendo en grupos compactos, pegados al fondo por medio del pedúnculo. Algunas especies se fijan directamente al sustrato con las valvas (*Thecidae*, *Crania*, *Davidsonia*). Una serie de formas del Paleozoico poseen un pequeño tallo calcificado y una gran distribución asociada a la de los graptolitos (*Paterula*, *Acrotreta*, *Orbiculariodes*,) lo cual es interpretado como organismos de vida epiplanctónica asociada a mantos de sargazo. Algunos viven semienterrados utilizando para ello sus ornamentaciones. Los braquiópodos que se fijan directamente al sustrato, en ocasiones tienden a tomar la forma del mismo.

Geográficamente, los braquiópodos actuales viven en todas las latitudes y en todos los mares, con una predominancia en mares cálidos. Su distribución presenta una zonación batimétrica muy grande, la mayoría de ellos se localiza entre los 10 y 300 m de profundidad, no así en zonas intermareales, donde son muy raros, lo que explica porque fueron tan desconocidos para los investigadores durante mucho tiempo. Se ha llegado a encontrarlos en profundidades de alrededor de 5 000 metros pues son muy resistentes a los cambios de temperatura, de luz, profundidad y salinidad (Roger, 1952).

Características

Los braquiópodos tiene conchas formadas por dos valvas, una ventral y otra dorsal, que son simétricas bilateralmente. El interior de la concha se halla recubierto por el tejido del manto y por músculos. El aparato braquial ó lofóforo es característico y se forma por dos prolongaciones tentaculares enrolladas, ciliadas y espirales sostenidas completa ó parcialmente por un esqueleto, el braquidio. El esqueleto consiste en la concha, el braquidio y las espículas. La concha se encuentra recubierta de una sustancia semejante a la quitina y está compuesta de una matriz de carbonato de calcio en su forma cristalina, y en otras formas de fosfato cálcico y a veces con carbonato de magnesio y sulfato de calcio. El aspecto de las valvas varía entre las clases. El recubrimiento está constituido de lamelas quitinosas colocadas sobre las sales de calcio. El aparato braquial se encuentra en la valva braquial y es el sostén del lofóforo, formado de calcita. Las espículas son pequeñas placas finamente ornamentadas, perforadas y se encuentran en el manto de ciertos braquiópodos.

Su clasificación se basa en caracteres externos, así como en la forma de fijación peduncular y estructura de la concha, de acuerdo con este último criterio se construyen 6 ordenes ó subclases: Paleotremata, Prototremata impunctata, Prototremata pseudopunctata, Prototremata punctata, Telotramata impunctata y Telotremata punctata.

Se caracteriza a los dos grupos principales así:

Clase Inarticulata Huxley, 1864. Las valvas están unidas solo por los músculos. La concha es quitino-fosfatada y calcárea. Tienen ano. Los lóbulos del manto no subsisten al desarrollo embriológico. El pedúnculo se desarrolla a partir del lóbulo ventral del manto.

Clase Articulata Huxley, 1869. La concha es calcárea y presenta sistema articular completo (chamela). Tienen esqueleto braquial mas ó menos desarrollado. Hay ausencia de ano (aunque podría existir en ciertos fósiles). Tienen un forámen visceral. El pedúnculo no entra en las valvas.

El tamaño de los braquiópodos oscila comúnmente alrededor de unos 5-7 cm pero hay un "gigante" de 30 cm. (*Productus*) del Carbonífero. El contorno usualmente es equilátero bilateral, con las conchas convexas y un úmbo donde se sujeta el pedúnculo. Las valvas pueden ser alargadas como en el caso de *Lingula*; circulares como en *Crania* ó bien transversas como en *Spirifer*, bilobuladas y hasta anulares como en *Pigope* lo que ocurre por alargamiento de los lóbulos. Las dos valvas son móviles a lo largo de una línea cardinal que constituye el borde paleal y el contacto entre los dos bordes forma la comisura, que es el sitio de la articulación, la cual es simétrica, así como el aparato braquial, las impresiones musculares, las vasculares y las genitales.

Las larvas son libres y la fijación es más precoz en los articulados que en los inarticulados (Roger, 1952)

Sistemática

Se trata de un grupo en decadencia en el cual el número y diversidad de formas fósiles es considerable gracias a sus conchas de carbonato de calcio. Se han descrito unas 30,000 especies fósiles y 200 vivientes (Margulis y Shwarts, 1980). *Lingula*, cuyos fósiles datan de hace 400 millones de años, podría ser el género más antiguo de animales aún vivientes y se le considera un fósil viviente. Actualmente se les divide en dos clases: Articulados e Inarticulados.

Aunque su posición sistemática es discutida se hallan más cercanos a los briozoarios (actuales ectoproctos) y foronideos. Lamere (citado en Jean Roger, 1952) los emparenta con los foronideos, opinión que es apoyada por Kumbach (citado en Roger, 1952) llamándolos en conjunto "Vermes-Oligomera-Tentaculata". En otra opinión Ulrich (1950, citado en Piveteau, 1952) los sitúa con los pogonóforos. De cualquier forma integran un phylum emparentado con otros lofoforados como foronidios y ectoproctos.

La división en dos clases por Ager *et al.*, 1965 (subclases para Roger, 1952) parece adecuada. En cuanto a las ordenes ortodoxos aceptados por Williams y Rowell (En Moore y Teichert, 1978), se consideran 13, repartidos en las clases:

Clase Inarticulata Huxley, 1869

Clase Articulata Huxley 1869

Aplicación en paleontología

Los braquiópodos presentan varias ventajas como fósiles, su vida sésil favorece la fosilización, la gran cavidad libre entre las valvas es favorable a la formación de moldes internos, el orificio del pedúnculo favorece la penetración de sedimento. Todo lo anterior permite contar con abundante existencia de moldes internos ya que es ahí donde se encuentran muchas características sistemáticas. Este tipo de fosilización ha sido abundante en el Silúrico Inferior de Europa, EUA y Bolivia, también en el Devónico Medio hay moldes en dolomías.

El valor estratigráfico de cada grupo fósil está en relación directa con su diversidad. Desde tal punto de vista, los braquiópodos del Terciario no tienen mucho valor, pero sí los del Paleozoico y los del Mesozoico. Los braquiópodos ya se usaban intensamente como fósiles índice hace muchos años, pues en 1929 se admitía la existencia de 702 géneros, en 1938 más de 1 000 y en la actualidad se supera ese número, por lo que al aumentar su diversidad conocida su valor estratigráfico ha crecido, siendo la gran mayoría provenientes del Paleozoico (Moore y Teichert, 1978). En la estratigrafía fina, los braquiópodos presentan algunos inconvenientes como la ya mencionada homeomorfia. Algunos grupos permiten el establecimiento de escalas estratigráficas precisas como son en las Familias Strophomenidae y Spiriferidae. En muchas ocasiones los braquiópodos se encuentran en los mismos estratos que los amonoides y su interés estratigráfico aumenta.

La considerable diversidad de formas fósiles, hace suponer una diversidad ecológica igual. Se sabe que en los tiempos paleozoicos y mesozoicos caracterizan facies relativamente profundas respecto a las de los amonites por su tendencia a refugiarse más profundamente (Roger, 1952).

XII. PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA DE LA FAUNA DE LA FORMACIÓN PATLANOAYA

De acuerdo con Moore y Jeffords (1968), las diferentes estructuras en las superficies de las placas columnares de los crinoideos tienen parámetros en los que se utilizan las abreviaturas siguientes (ver Figura 1):

C = ancho del crenulario
 L = Ancho del lumen
 A = Ancho de la areola
 F = Anchura de la faceta
 Kh = Altura de la placa

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 más anchas que altas. Posee lumen central.

Mooreanteris perforatus Moore y Jeffords, 1968
 (Lám. 1 figs. 2)

Mooreanteris perforatus Moore y Jeffords, 1968, p. 67, lám. 18, fig. 6.

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

Dimensiones (en milímetros)

	C	L	A	F	Kh
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. reportados 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
(Lám. 1 figs. 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 (en milímetros):

	C	L	A	F	Kh
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) reporta

haber encontrado en 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).

Género *Cyclocaudex* Moore y Jeffords, 1968

Diagnosís. 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 si son claramente más altos; el crenulario es característicamente amplio con crénulas rectas y largas; la areola es pequeña con el borde interior semejjando un perilúmen; el lumen es pequeño y circular y puede llegar a ser moderadamente pentalobulado.

Cyclocaudex jucundus Moore y Jeffords, 1968 (Lám. 2 figs. 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 cúlmenes finos a medianamente gruesos. Los noditaxis son de cuatro columnales; algunos nodales muestran cirros, las suturas son claramente crenuladas.

Dimensiones (en milímetros):

No. DE EJEMPLAR	C	L	A	F	KH
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 crinoides, *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 Desmoenesiano (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
(Lám. 2 figs. 2)

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 crénulas rectas y en ocasiones ligeramente flexionadas.

Dimensiones (en milímetros):

CLAVE	C	L	A	F	KH
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 fusulinidos 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 aprecia 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; lumen grande circular, bordeado de perilúmen estrecho, contiene claustros a media altura de los columnares y en los especímenes bien conservados se ven los jégula.

?*Preptopremnum* cf. *P. rugosum* Moore y Jeffords
 (Lám. 3 figs. 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 perilúmen que gradúa a areola. El lumen es grande, circular y en varios especímenes muestra claustros y jégula.

Dimensiones (en milímetros)

	C	L	A	F	KH
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 pudo 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 heteromórfico, sin cirros, se caracteriza por un crenulario estrecho, areola deprimida, perilúmen estrecho pero prominente y gran lumen circular.

?*Ampholenium* cf. *A. apolegma* Moore y Jeffords, 1968
 (Lám. 3 figs. 2)

Descripción. La placa articular es grande, provista de crenulario estrecho, constituido por crénulas 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 (en milímetros)

	C	L	A	F	Kh
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 describe para el Osageano (Misisípico Temprano) de Kentucky, EUA. (Moore y Jeffords, 1968). En los ejemplares de Puebla solo se aprecia la cara articular y la identificación genérica es dudosa, sin embargo se encuentra 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 claustros sin jégula evidentes, las crénulas son rectas y se bifurcan en la parte externa creando la impresión de un doble juego de crestas.

Stiberostaurus aestimatus Moore y Jeffords 1968

(Lám. 3 figs. 3)

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

Descripción La superficie articular de la placa tiene el crenulario amplio formado por crénulas 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 (en milímetros)

	C	L	A	F	Kh
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*, ?*Floricyclus 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 describe 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.

Familia Cyclomischidae Moore y Jeffords, 1968

Género *Lomalegnum* Moore y Jeffords, 1968

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

Lomalegnum hormidium Moore y Jeffords, 1968

(Lám. 4 figs. 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 crénulas 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 (en milímetros).

	C	L	A	F	Kh
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 *Rugauris* sp. y *Rhytiophora* cf. *R. 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., 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.

Familia Cyclomischidae Moore y Jeffords 1968
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 de 4 columnales, faceta articular con amplio crenulario, areola con crénulas finas y parcial obliteración, lumen mas o menos grande y subcircular, canal axial con constricciones claustrales a media altura.

Blothronagma cinctutum Moore y Jeffords 1968
(Lám. 4 figs. 2)

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 crénulas 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 (en milímetros)

	C	L	A	F	Kh
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 asigna al Pensilvánico Medio (Atokano). Se encontró asociada a las especies de braquiópodos como *Antiquatomia* sp., *Reticulatia* sp., *Productus* sp., *Linoproductus* sp., *Koslowskia* 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 describe 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 columnales son casi siempre rectos pero tienden a la convexidad; las suturas no son indentadas ni crenuladas generalmente, la faceta articular es proporcionalmente pentalobada a fuertemente radiada, el lumen tiene estrechas puntas entre los rayos petaloides.

?*Floricyclus* cf. *F. angustimarga* Moore y Jeffords 1968

(Lám. 5, figs. 1)

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

Dimensiones (en milímetros)

	C	L	A	F	Kh
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. Sin embargo como estos ejemplares se encuentran acompañados de especies del Virgiliano como *Mooreanteris waylandensis*, *Cyclocaudex typicus* *C. jucundus* y *Preptopremnum rugosum* y de los braquiópodos *Dictyoclostus* sp., *Paramarginifera* estudiados en este trabajo y aunado a 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 para el Desmoensiano (Pensilvánico Medio) de Colorado, EUA.

? *Floricyclus* cf. *F. welleri* Moore y Jeffords 1968
(Lám. 5, figs. 1)

Descripción. La especie presenta semejanza con *Floricyclus angustimarga*, pero las crénulas son más escasas y los denticulos sobre el perilúmen algo más grandes. Hay presencia de perilúmen y areola estrecha y de crenulario con crénulas escasas y cortas.

Dimensiones (en milímetros)

	C	L	A	F	Kh
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. La especie procede de la unidad III de Patlanoaya cuya edad se asigna al Pensilvánico Tardío. Se encontró asociada con otros crinoides como *Mooreanteris waylandensis*, *Cyclocaudex typicus*, *C. jucundus* y *Preptopremnum rugosum* así como por los braquiópodos; *Dictyoclostus* sp., *Paramarginifera* reportados en este

trabajo y los braquiópodos encontrados por Villaseñor *et al.* (1987) como *Wellerella* sp., *Schizodus* sp., *Palaeomutela* sp. y *Bactrites*, especies del Pensilvánico Tardío.

Observaciones. El género tiene un alcance desde el Misisípico Temprano al Pensilvánico Tardío, es decir de todo el Carbonífero. La presencia de *?Floricyclus* cf. *F. welleri* apoya la existencia del Carbonífero en la localidad poblana. Esta especie se describió para el Misisípico Inferior (Osageano) por Moore y Jeffords (1968, p. 77, lám. 24, fig. 8).

Familia Fluticharacidae Moore y Jeffords, 1968

Género *Dierocalipter* Moore y Jeffords, 1968

Diagnosis. Se trata de un género monoespecífico cuyo tallo es esbelto, con crénulas finas y altas, crenulario estrecho, perilúmen estrecho, lumen circular pequeño, conteniendo delgados septos y jégula. Los lados de los columnales son lisos y ligeramente convexos en perfil.

Dierocalipter cf. *D. doter* Moore y Jeffords, 1968

(Lám. 4, figs. 3)

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

Dimensiones (en milímetros)

	C	L	A	F	Kh
EM02(7)	1.6	3.2	1.6	9.0	—

Localidad y Posición estratigráfica. La especie poblana corresponde a la muestra EM02 (7) que pertenece seguramente al Pensilvánico por 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. En el futuro y con la obtención de ejemplares en mejores condiciones de conservación podría discutirse la ampliación del intervalo estratigráfico de esta especie.

Observaciones. El ejemplar poblano se encuentra en malas condiciones de conservación por lo que únicamente se compara 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.

Familia Cupressocrinitidae Roemer, 1854
Género *Cupressocrinites* Goldfuss, 1831

Diagnosís. Placas columnares de contorno circular, superficie articular con crénulas rectas, de grosor variable, perilúmen y lumen tetragonocíclico.

Cupressocrinites izucarensis.
(Lám. 6, figs. 1)

Descripción: Las placas columnares son circulares con una superficie articular claramente ornamentada por crénulas rectas, regularmente espaciadas, iguales, ni gruesas ni extremadamente finas, que parten desde el borde de la placa hacia el centro; el perilúmen es de anchura variable dado que rodea a una cavidad luminal en forma de estrella con cuatro lóbulos simétricos y equidistantes entre sí, claramente desarrollados. En los latera se aprecian cuatro cicatrices cirrales alineadas respecto a los cuatro lóbulos del lumen, cuyo diámetro es menor que la altura de las placas columnares y con la sutura ondulada.

Dimensiones (en milímetros)

EM02 (7)	C	L	F	Kh	Perilumen
	2.0	3.9	8.0	1.6	1.0

Localidad y posición estratigráfica. La especie se colectó en la Unidad III (Pensilvánico) de la Formación Patlanoaya, Estado de Puebla.

Observaciones. Se propone la especie nueva *Cupressocrinites izucarensis* en honor a Izúcar de Matamoros, Puebla, lugar donde fue colectada y cuya palabra náhuatl "Itzocan" significa "lugar donde se pintan las caras".

Los ejemplares de Patlanoaya están en muy buenas condiciones de conservación y se aprecian todas las estructuras de la faceta articular y algunas de los látera. Hasta ahora no se ha descrito nada semejante para México y tampoco para el Pensilvánico a nivel mundial; sus más cercanas semejanzas se encuentran con los crinoides del tipo tetragonocíclico característico del género *Cupressocrinites* descrito originalmente para el Devónico de los Montes Urales (Magdeieva, 1987). En esta localidad, además de los crinoides tetralobulados existen trilobulados dentro de una tendencia clara hacia el fortalecimiento por medio del engrosamiento de las paredes de las placas articulares, con el resultado de formas complicadas.

En Patlanoaya se encuentra la especie en un estrato del Pensilvánico, en consecuencia no hay correlación estratigráfica con los Montes Urales, pero si relación filogenética que se discute posteriormente.

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. Lofofilidium desarrollado.

Dictyoclostus sp.
(Lám. 6, figs. 3)

Descripción: La concha es grande, geniculada. La valva peduncular tiene costillas reticuladas hacia el umbo. Presenta espinas simétricas a lo largo de la charnela, la valva braquial no se conservó.

Dimensiones (en milímetros)

No se puede medir por las malas condiciones en que se encuentra

Localidad y Posición estratigráfica. El ejemplar se colectó en estratos de la Unidad III 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 un 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 si pertenece al género *Dictyoclostus*.

XIII. PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA DE LA FAUNA DE LA FORMACIÓN OLINALÁ

Phylum Echinodermata De Brugiere, 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 crénulas rectas, lumen circular, moderadamente grande. Claustra en la altura media de los columnales, jégula estelares.

Pentaridica pentagonalis Moore y Jeffords 1968
 (Lám. 6, fig. 4)

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. Los columnales se distinguen por su perfil marcadamente angular, crénulas rectas, regulares y finas, la areola está inclinada hacia el centro, hasta formar un gran lumen redondeado, canal axial con claustra y pequeños jégula estelados, los lados de los columnales son rectos y lisos.

Dimensiones (en milímetros)

CLAVE	C	L	A	F	KH
O-1	0.9	—	2.4	3.5	—

Localidad y posición estratigráfica. La especie se colectó en afloramientos de la Formación Olinalá (Pensilvánico) localizados en la cercanía del poblado de Olinalá, Guerrero.

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

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 Desmoenesiano 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. El ejemplar aquí descrito, aunque deteriorado, permite observar la superficie articular, el lumen y la areola.

Phylum Brachiopoda
 Clase Articulata
 Orden Spiriferida Waagen, 1883
 Suborden Spiriferidina Waagen, 1883
 Superfamilia Reticularacea Waagen, 1883
 Familia Martinidae Waagen, 1883
 Género *Tomioopsis* Benediktova, 1956

Diagnosis. La concha es biconvexa, con pliegue y surco. La ornamentación consiste en costillas gruesas.

Tomioopsis kumpani Benediktova, 1956
 (Lám. 7, figs. 1-2)

Brachythyris kumpani Yanishevskiy, 1935, p. 68.
Tomioopsis kumpani Yanishevskiy, 1965, p. H727, figs. 591, 1a-f.

Descripción. La concha tiene un surco distintivo, los lados con varios pliegues. La valva superior es alta y convexa, la valva inferior es semiplana ligeramente convexa. El umbo sobresale de un surco coniforme proximal con estriaciones finas. Ambas valvas muestran una reticulación tenue formada por líneas de crecimiento y costillas. La línea de la comisura es simple, sin crenulaciones. La línea charnelar es recta en su mayor parte, pero en los extremos se curva hacia la parte distal, en su conjunto es de menor longitud que la anchura máxima de la concha.

Dimensiones (en milímetros)

	ESPEJOR	LARGO	ANCHO
O-3	11.0	15.9	18.0

Localidad y posición estratigráfica. La presencia de esta especie en Olinalá concuerda con la edad de las especies asociadas a ella, como los braquiópodos, *Dyctyoclostus depressus* (Cooper), *Composita* sp., *Wellerella* sp., *Cancrinella* sp., *Composita grandis*, *Martinia* sp. *Orbicularoidea* aff. *O. missouriensis* (Shumard) y *Dielasma spatulatum* Cooper. Así como y también con los goniátidos, *Adrianites* sp.; *Agathiceras frechi*; *Stacheoceras rothi* y *Waagenoceras* sp. del Pérmico Inferior (Leonardiano).

El género se describe del Carbonífero Tardío (Pensilvánico) y del Pérmico de Rusia (Benediktova, 1956) y de Australia. Por lo que en esta ocasión sería el primer registro para América del Norte.

Observaciones. Se encontraron 43 ejemplares incluidos en una matriz rocosa de grano fino, reminiscencia de un fondo limoso calcáreo. Se liberaron varios ejemplares y el mayor fue medido. Se encuentran en buen estado de conservación.

Orden Spiriferida Waagen, 1883
 Familia Martinidae Waagen, 1883
 Género *Martinia* Mc Coy, 1844

Diagnosis. La concha es biconvexa, posee pliegue y surco que forman una costilla en la comisura anterior, ornamentación inconspicua. La valva peduncular carece de placas dentales y septo medio; la valva braquial sin placas cruales.

Martinia sp.
 (Lám. 7, figs. 7-8)

Descripción: La concha es de tamaño medio, biconvexa, de contorno elíptico transversal, con anchura mayor que la longitud, la máxima anchura se encuentra en la parte media, con comisura anterior uniplicada. 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 (en milímetros):

	ESPESOR	LONGITUD	ANCHURA
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 *Cancrinella rugosa* Cloud, *Leiorhynchoidea shucherti* Cloud, *Krotovia* sp. *Wellerella* sp., *Hustedia* sp., y otras de amonoideos citadas por González-Arreola *et al.* (1994) se infiere que la unidad tiene edad del Pérmico Temprano.

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 Guerrero tienen el contorno elíptico transversalmente, con mayor anchura que longitud.

Orden Rhynchonellidae Khun, 1943
 Superfamilia Rhynchonelacea Gray, 1848
 Familia Wellerellidae Likharev in Rzhonsnitskaya, 1956
 Subfamilia Wellerellinae Likharev in Rzhonsnitskaya, 1956
 Género *Wellerella* Dunbar y Conrad, 1932

Diagnosis. Concha de contorno subtriangular a circular, con pliegue y surco bien desarrollado, área umbonal lisa. Presenta forámen oval y costillas conspicuas.

Wellerella cf. *W. lemasi minor* Cooper, 1953
 (Lám. 7, figs. 3-4)

Descripción. La concha es pequeña de contorno subtriangular, el ancho y la longitud son casi iguales; la máxima anchura se encuentra en la mitad anterior. El margen anterior varía desde casi recto hasta ampliamente convexo; márgenes posteriores casi rectos, formando un ángulo aproximado de 90 grados con la punta; márgenes laterales redondeados. Comisura anterior fuertemente 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 a 4 mm anteriores al pico.

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 curvado con un pequeño forámen al frente; la región umbonal 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.

La valva braquial es convexa, con su máxima convexidad en el extremo anterior (en perfil lateral), con pliegue bien desarrollado que se origina en la parte media, ocupado por tres costillas.

Dimensiones (en milímetros)

	ESPESOR	LARGO	ANCHO
O-4	6.0	10.0	9.0

Localidad y Posición estratigráfica. Se colectó en estratos del Pérmico de la Formación Olinalá del Estado de Guerrero.

Observaciones. El género se menciona como cosmopolita en el intervalo Pensilvánico - Pérmico según (Ager *et al.*, 1965). La especie *W. lemasi minor*, de acuerdo con Cooper *et al.*, (1965), se encuentra en estratos del Pérmico de El Antimonio, Son., formando 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 de la secuencia.

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 (sin embargo sí señala que la parte baja no presenta fósiles) y por lo tanto puede suponerse preliminarmente, que esta especie no se encuentra en el Pérmico Temprano pero sí en el Pérmico Medio al 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, El parecido es 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.

Orden Terebratulida Waagen, 1883
 Suborden terebratulidina Waagen, 1883
 Familia Dielasmátidae, Schurchert, 1913
 Subfamilia Dielasmatinae Schuchert, 1913
 Género *Dielasma* King, 1859

Diagnosis. Concha biconvexa de contorno trapezoidal, ornamentación poco aparente, con pliegue dorsal, surco ventral y uniplicación anterior, placas dentales presentes.

Dielasma cf. *D. spatulatum* Girty, 1908
 (Lám. 8, figs. 1-4)

Descripción. La concha es de tamaño medio, biconvexa, de contorno trapezoidal redondeado, más larga que ancha, con máxima anchura en la porción anterior. La comisura anterior es rectimarginada a aparentemente ligera y ampliamente uniplicada, comisuras en perfil lateral, irregularmente convexas hacia la valva peduncular. La superficie de la concha es lisa, con líneas de crecimiento discretamente marcadas.

La valva peduncular es algo 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 pico es pequeño, curvo y pasa sobre el úmbo braquial. Presenta un forámen 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 (en milímetros):

	ESPESOR	LONGITUD	ANCHURA
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. No se tiene más información acerca de si la especie se restringe solo al Pérmico ó si se encuentra también desde el Misisípico Superior. Sin embargo la fauna acompañante de *Cancrinella rugosa*, *Leiorhynchoidea shucherti*, *Krotovia* sp. *Wellerella* sp., *Hustedia* sp., más algunos amonoides informados por González-Arreola *et al.* (1994) refuerza su posición estratigráfica en la Formación Olinalá (Pérmico).

Observaciones. En los ejemplares aquí estudiados no se comprobó la presencia de la comisura anterior uniplicada, 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 Olinalá muestra un gran parecido con *Dielasma spatulum* 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 Olinalá. Los ejemplares de *Dielasma spatulum* ilustrados originalmente en el trabajo de Girty (1908 p. 330, lám 16, fig. 3-4, citado en Cooper), son de longitud un poco mayor y muestran la valva peduncular ligeramente más arqueada.

Orden Strophomenida Opik, 1954
 Suborden Productidina Waagen, 1883
 Familia Marginiferidae Stehli, 1954
 Género *Paramarginifera* Frederiks, 1916

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

? *Paramarginifera* sp.
(Lám. 8, figs. 5-7)

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 (en milímetros):

	ESPESOR	LONGITUD	ANCHURA
O-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 *Cancrinella rugosa*, *Leiorhynchoidea shucherti*, *Krotovia* sp., *Wellerella* sp. y *Hustedia* sp., entre otras (Gonzalez-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 reportada su ocurrencia en el Continente Americano. Por lo anterior, la confirmación de la presencia de este género sería una aportación de interés paleogeográfico.

Suborden Productidina Waagen, 1883
Superfamilia Productacea Gray, 1841
Familia Linoproductidae Stehli, 1954
Subfamilia Linoproductinae Stehli, 1954
Género *Linoproductus* Chao, 1927

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

Linoproductus sp.
(Lám. 8, figs. 8-11)

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 (en milímetros)

	ESPEJOR	LONGITUD	ANCHURA
O-8	18.7	25.0	24.0

Localidad y posición estratigráfica. Los ejemplares pertenecientes a este género se colectaron en las capas de la Formación Olinalá (Pérmico) localizadas en las cercanías del poblado de Olinalá, Guerrero.

Observaciones. El género fue cosmopolita durante el intervalo que va desde el 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.

XIV. CONSIDERACIONES PALEOECOLOGICAS

De acuerdo con el modelo de cinturones de facies estándar de Wilson (1975) (Figura 7) se considera que los ambientes representados en los estratos donde se encuentran los crinoides, braquiópodos y briozoarios de Patlanoaya, están en las facies 4, 5, 6 y 8, es decir, entre, un talud, arrecife orgánico, arenas sobre límites de plataforma y plataformas restringidas.

La facies 4 se encuentra representada por sedimentos oscuros de grano fino y areniscas no calcáreas, hay lutitas y limolitas, y en algunos casos pedernal cuando se encuentran horizontes silíceos de radiolarita, hay colonias de braquiópodos con características epifaunales.

La facies 5 muestra una litología formada por caliza clara, donde suelen existir estructuras orgánicas mas ó menos completas fosilizadas in situ, hay limo calcáreo "wackstone" y "packstone" bioclástico con variedad de tamaños, así como lutita y limolita, algunos fósiles completos y muchos fragmentos bioclásticos, también se encuentra Bindstone y Floatstone. Con ello se define un ambiente de aguas tropicales someras, bien oxigenadas sin fuertes corrientes como demuestra la abundancia de fenestelidos y de crinoides.

La facies 6 se encuentra representada por Grainstone bien clasificado y redondeado, son coquinas desgastadas y abrasionadas de formas bióticas procedentes del talud y/o del arrecife orgánico (facies 4 y 5), por lo que la fosilización no es in situ. Son bancos de arenas calcáreas de color claro y muestran estratificación cruzada y festoneada y en algunos casos con estructuras de Humocky, es decir con evidencias de oleaje tempestuoso, en consecuencia se interpreta un ambiente con alta energía y pocos organismos nativos. Podría representar islas con dunas de arena.

Adicionalmente se encuentra evidencia escasa de la facies 8 de Wilson, es decir, de una plataforma restringida, representativa de lagunas costeras y bahías, con barras arenosas y canales de marea (cárcavas), planicies de marea y lodo calcáreo de color claro, estratificación graduada y cruzada en arenas de canal de marea y fauna muy limitada, en este caso, a fusulinidos y donde los organismos fosilizados están in situ pero muy disgregados, en este caso muestra pocos crinoides y braquiópodos y muestra algunos corales (Figura 7).

Las series de muestras colectadas en la Formación Patlanoaya contienen fósiles cuya edad es del Misisípico Temprano en el caso de la facies 4 (EM01) y del Pensilvánico Tardío (EM02 y EM03) las facies 5, 6 y 8 (Cuadro).

El ambiente representado en el sitio de colecta de los braquiópodos de la Formación Olinalá son semejantes a la facies 4 de Wilson con sedimentos finos oscuros de cuenca oceánica bien oxigenada y con la posible presencia de corrientes, la duda en este

MODELO DE CINTURONES DE FACIES ESTANDAR DE WILSON (1975)

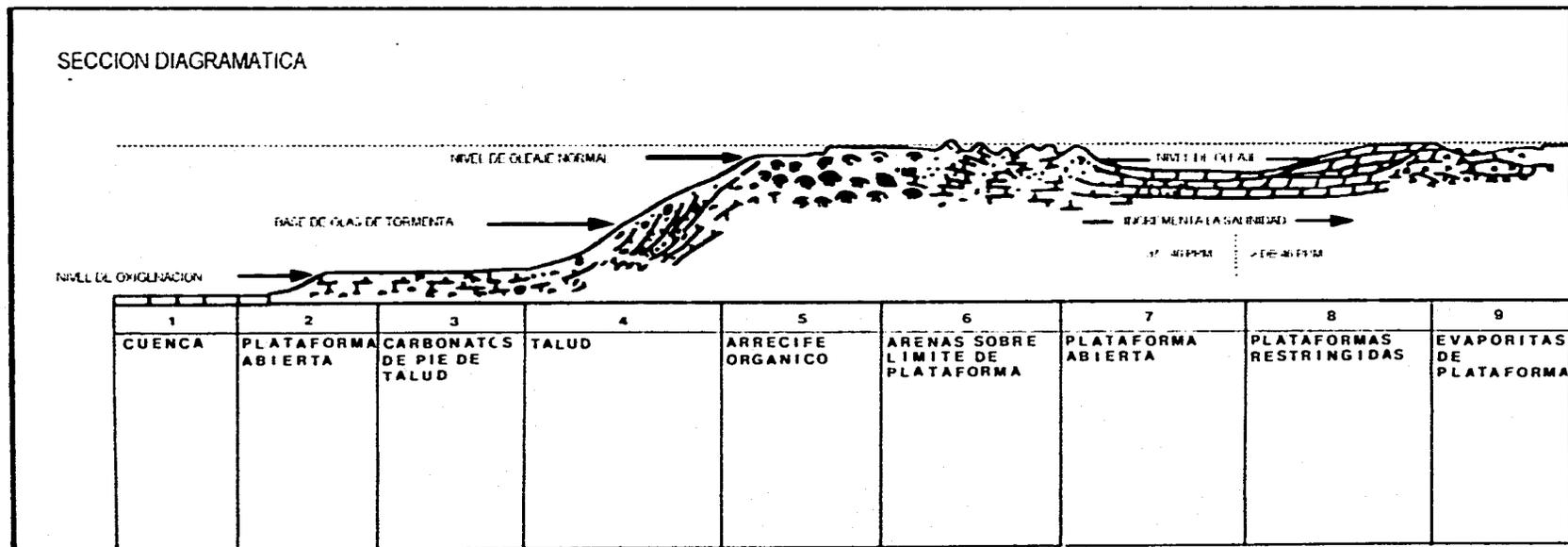


FIGURA 7. Modelo de cinturones de facies estandar de Wilson. Tomada y modificada a partir de Wilson, (1975). Las columnas representan la separacion aproximada entre diferentes ambientes sedimentarios tipicos.

aspecto proviene de la interpretación que se hace de la abundante presencia de nódulos en estos sedimentos ya que se pueden interpretar como producidos en un lugar con corrientes, es decir son prediagenéticos; o bien, se producen diagenéticamente junto con el proceso de fosilización, sin embargo no es imposible que se encuentren nódulos de las dos clases ya que hay capas de este sedimento con nódulos sin contenido biótico y sin presencia de fósiles en el sedimento adyacente, así como hay nódulos en los estratos fosilíferos de este sedimento que si contienen fósiles, es decir se formarían diagenéticamente alrededor de un bioclasto.

En cuanto a la facies 6 en Olinálá se encuentra evidenciada en la barranca de La Carbonera donde en el curso de un arroyo afloran calizas claras con dichas características.

De acuerdo con McKerrow (1978), las comunidades de edad carbonífera que corresponden a lo encontrado en la Formación Patlanoaya en los niveles representados por la facies 5 con la serie de muestras más abundantes (EM02) corresponden por su composición faunística a comunidades de pendiente de talud en zona fótica, es decir que las ubica ligeramente hacia lo que Wilson (1975) interpreta como facies 4, sin embargo este tipo de comunidad se define con dominancia ecológica de filtradores en particular de braquiópodos y crinoides, allí también se encontraron muchos briozoarios fenestélidos los cuales indican condiciones de agua tranquila; hay que recordar, como apoyo a esta interpretación, que los crinoides son más abundantes en estos ambientes que en aguas expuestas a fuertes cambios mareales. Los braquiópodos dominantes en este tipo de comunidad, de acuerdo al mismo autor, incluyen varias especies de productidos, espiriféridos, rinconélidos y órtidos, sin embargo, aunque es posible ver abundantes clastos de braquiópodos estos no son identificables hasta el nivel de especie pero podría tratarse de productidos que son de hábitos semi-infaunales apoyados por sus espinas en sedimentos blandos. Esta comunidad incluye nautiloides y amonoides así como gasterópodos los cuales efectivamente han sido encontrados en otros trabajos (González Arreola *et al.*, 1994) y fusulínidos (Vachard *et al.*, 1993).

La estructura de la comunidad también es semejante a aquella de pendiente de talud, con dominancia de braquiópodos y crinoides y que resulta sepultada brusca y frecuentemente por flujos de turbidez lo cual no parece muy evidente en las muestras del presente trabajo.

La alternancia de facies, particularmente evidente en la Formación Patlanoaya, "habla" de que en el Paleozoico Tardío se dieron fluctuaciones importantes en el nivel del mar que se reflejan en la estratigrafía de las secuencias (Figuras 5 y 6) es decir como regresiones y transgresiones del mar, y se puede comentar que la Formación Patlanoaya cambió de un ambiente de cuenca en región fótica y oxigenada en el Misisípico hacia una secuencia de arrecife y plataforma clásica en el Pensilvánico, con una clara transición sedimentaria marcada por pulsos alternativos que fueron sustituyendo a unas facies por otras.

Se interpreta también, que algunos estratos y parte de la biota de la Formación Olinalá, corresponden a una comunidad tipo 47 propuesta por Mc Kerrow (1978), es decir de pendiente inferior de arrecife o talud. Este autor aporta datos sobre las características de la litología, del ambiente deposicional y del tipo de organismos como indicadores de medio ambiente de acuerdo a su fenología, haciendo comparación con organismos actuales con una morfología funcional semejante.

Crinoides

La información paleoecológica sobre los crinoides es escasa, sin embargo se ha podido conocer sus hábitos, lo cual es de gran importancia para comprender el ambiente en que se desarrollaron ya se trate de organismos vágiles ó sésiles. Las investigaciones de Kirk y Ehrenberg (citados por Breimer y Lane, 1978), se basan en aspectos morfológicos que ayudan a interpretar las condiciones del ambiente en que vivieron los crinoides. En trabajos posteriores se dedujo que la mayoría de los crinoides fueron de hábitos arrecifales ó bien de talud, en la región fótica. La autoecología del grupo parte de la observación de las especies actuales, sobre todo del análisis de la morfología funcional que sirve de base para la interpretación del modo de vida, pero no para aspectos de la reconstrucción ambiental dada por taxa específicos que indiquen un ambiente determinado.

Los crinoides son gregarios y tienden a formar verdaderas praderas, agrupándose varias especies a la vez, pero manteniendo su vida independiente. Aunque en el Paleozoico hubo arrecifes ampliamente distribuidos, los crinoides especializados en este hábitat, no aparecen sino hasta el Pérmico Tardío. Sin embargo los depredadores marinos actuales ya no les permiten esa abundancia y por otro lado, existen celenterados y gusanos filtradores que ocupan ese nicho.

Indudablemente falta mucho trabajo interpretativo de la estructura de comunidades fósiles de crinoides, ello se puede hacer casi con cualquier tipo de resto como es el caso de los crinoides, pero es mucho mejor con ejemplares completos.

Braquiópodos

La considerable diversidad de los braquiópodos fósiles hace suponer una diversidad ecológica comparable, dada la variedad de posibles hábitos de vida que desplegaron en el pasado (Rudwick, 1965, citado por Moore y Teichert, 1978). La biología integral de los braquiópodos actuales es prácticamente desconocida y por lo tanto las interpretaciones paleoecológicas del grupo son pobres.

Igual que en el caso de los crinoides, se trata de grupos con distribución relictos, es decir que en la actualidad se hayan confinados a grandes profundidades, situación muy diferente del papel ecológico que, aparentemente, desempeñaban en el pasado. Casi todos los braquiópodos actuales son marinos, bentónicos, epifaunales, sésiles y filtradores, hábitos que son característicos a través de toda su historia. Sin embargo algunos braquiópodos parecen haberse modificado en alguna u otra dirección. Otros tal vez fueron

epiplanctónicos, y hasta posiblemente nectónicos. Algunos más pudieron alimentarse de depósitos o, aún en un sentido limitado ser carnívoros. Otras especies fueron virtualmente infaunales es decir filtradoras.

Su relación con el sustrato es de la mayor importancia, lo que se refleja en muchas características de la morfología. De cualquier modo todos viven adheridos al sustrato por medio de un pedúnculo y rara vez por medio de cementación directa de la valva ventral. El tipo de pedúnculo tiene que ver con el de sustrato; por ejemplo, los pedúnculos cortos son encontrados frecuentemente en relación con sustratos duros. En cambio los pedúnculos largos funcionan más bien como anclaje introduciéndose en el sustrato. Aunque es posible que algunos braquiópodos se hayan adherido con el pedúnculo a materiales flotantes como troncos u organismos nectónicos y neustónicos (epiplanctónicos). La cementación sólo ocurre como adaptación al sustrato duro y con presencia de alta energía. Las espinas de muchos pudieron ser aditamentos con función de anclaje a fondos blandos y de hecho podían retener sedimentos sobre si mismos, lo que los convierte en un factor para la consolidación del sustrato.

Los braquiópodos suelen vivir agrupados y ello se observa en el registro fósil, en ocasiones forman agrupaciones que se suman a los arrecifes y en ellos se aprecia una distribución normal de ciertos parámetros poblacionales, pero se sabe poco de sus interacciones bióticas. Son intolerantes a bajas de salinidad, lo que sugiere que los ambientes sedimentarios marinos eran ambientes invariables. Desde este punto de vista, todas las especies parecen requerir aguas bien oxigenadas y no se les conoce en ambientes anoxigénicos ni con lodo orgánico. Actualmente las agrupaciones de diferentes especies de braquiópodos están confinadas en aguas frías y las de regiones tropicales están más bien en aguas profundas, las cuales también son frías.

No parece existir correlación entre el tamaño y la región que habitan, pero se considera que no son indicadores fiables de paleotemperatura. Durante el Paleozoico fueron miembros comunes de faunas arrecifales y raros en esos ambientes en tiempos más recientes, tal vez por que surgieron depredadores muy eficientes, como los peces óseos.

En Ross y Ross (1976) se definen tres niveles de diversidad en cuanto a comunidades de braquiópodos que denotan paleo-ambientes de los siguientes tipos:

- 1) La baja diversidad no se asocia prácticamente con fusulínidos ni corales y se halla cerca de depósitos glaciales.
- 2) La alta diversidad está asociada casi siempre con corales y fusulínidos y frecuentemente con algas.
- 3) La diversidad intermedia está asociada a veces con fusulínidos y corales.

Así se aporta información ambiental, ya que la comunidad de Olinalá parece corresponder al caso 2. Lo mismo ocurre en el caso para la (las) comunidades de San Salvador Patlanoaya.

En relación al papel que juegan los braquiópodos en la génesis, se puede decir que sus restos son abundantes en ciertos sedimentos. Los inarticulados con conchas quitino-fosfáticas son abundantes en el Paleozoico, en particular durante el Cámbrico y Silúrico ayudando a la formación de ciertos depósitos de fosfatos y los articulados cuyas conchas son de carbonato de calcio contribuyeron a la deposición de carbonatos.

XV. CONSIDERACIONES PALEOGEOGRAFICAS

El periodo Carbonífero fue un lapso interesante por las implicaciones evolutivas de los invertebrados, así como por los cambios climáticos con el nivel del mar generalmente alto. La fauna presentó comúnmente especies cosmopolitas y algunas otras con niveles bajos de provincialismo. En el Carbonífero Temprano (Osageano-Merameciano) se desarrollaron zonas con agua somera, templada, con deposición de carbonatos sobre plataformas continentales. Después de ello, hacia el Carbonífero Medio comenzó a existir más provincialismo.

Crinoides

Los crinoides se hallan desde el Ordovícico Inferior hasta el Reciente, sin embargo la mayor variedad se encuentra en el Carbonífero y el Pérmico. Su distribución es mundial, pero los mejor preservados de cada época pertenecen a localidades muy particulares del mundo.

Moore y Jeffords (1968) describen las localidades fosilíferas con crinoides más importantes para cada época del Paleozoico y en escasas publicaciones previas a 1968, se mencionan localidades de México. Para Norteamérica, donde se incluye a México, se reconocen 71 géneros del Misisípico y 36 del Pensilvánico, así como 2 del Pérmico. Las faunas del Carbonífero son las más abundantes de todo el mundo y de todos los periodos registrados. Sin embargo el conocimiento es fragmentario y se piensa que pueden hacerse muchas aportaciones con el material de México. Posteriormente a 1968, los primeros informes para el país se publicaron en las revistas del Instituto de Geología de la UNAM y de la Sociedad Mexicana de Paleontología. Los estudios actuales demuestran que se encuentra afinidades entre los crinoides del Paleozoico Tardío de México con los del medio oest. de EUA, pero podrían aparecer aún afinidades con otros continentes y muchas formas nuevas de crinoides en general.

En el área de San Salvador Patlanoaya se colectaron abundantes fósiles de crinoides que permiten asignar estas unidades al Misisípico Inferior-Pensilvánico Superior. Esta secuencia se correlaciona cronoestratigráficamente con afloramientos del Misisípico Inferior de Bisani-Caborca, Son.; de Sierra Palomas, Chih. y de Cd. Victoria Tamps. Para el Pensilvánico con las rocas que afloran en San Juan Mixtepec, Tomellín y Nochixtlán en Oaxaca; Chicomosuelo, Chis. y Olinalá, Gro. El Pérmico Inferior se correlaciona en el norte, con el área del Antimonio-Caborca, Sierra de Teras, Mazatán-Cobachi en Sonora; con Placer de Guadalupe, Sierra Palomas, Pozo de los Chinos y Santa Rita en Chihuahua; con el área de Delicias-Acatita en Coahuila y con Cd. Victoria, Tamaulipas (Villaseñor *et al.*, 1987).

Breimer y Macurda (1973) mencionan, respecto a los crinoides, que existe muy poca información y que estas faunas son inadecuadamente conocidas a nivel mundial. En el Silúrico se encuentran mezclados blastoides, cistoides y crinoides, pero para el Carbonífero los crinoides ya dominan las comunidades, en número y diversidad, a ambos lados de la

cuenca oceánica del Atlántico. En el Misisípico Tardío se da el advenimiento de los Inadunata, pero no se puede explicar aún como se expandieron y como algunos grupos desplazaron a otros (Moore, 1948; Scotese, 1974).

Braquiópodos

Hacia el final del periodo Devónico muchas de las principales superfamilias y familias de braquiópodos se extinguieron ó redujeron su importancia incluyendo a los estrofoménidos y primeros terebratulidos. De los rinconélidos, espiriféridos y estrofoménidos (particularmente aquellos con espinas tubulares ó cementación de la concha) evolucionaron rápidamente los braquiópodos del Carbonífero Temprano, que son muy diversos y se adaptaron a una amplia variedad ambiental. Los órdenes Strophomenida (Chonetacea), Spiriferida, Rynchonellida y los pocos Terebratulidos sobrevivientes, sufrieron una expansión filogenética. Al principio del Carbonífero varias familias de espiriféridos evolucionaron.

Varios de los linajes sobrevivientes del Devónico, como los Leioproductinae, evolucionaron a partir de géneros endémicos. La reducción de la diversidad de Productoidea, cerca del inicio del Carbonífero Medio, fue seguida por un incremento gradual, continuando la tendencia hasta el Pérmico Temprano (Ross, 1975).

Durante el Pérmico los braquiópodos, según Ross y Ross (1976), evolucionaron en forma extremadamente compleja y su taxonomía, filogenia y distribución tanto estratigráfica como geográfica se conocen en general, con base en información proveniente de todo el mundo. El orden más diverso de este periodo es el de los Estrofomenidos, seguido por los Espiriferidos y Rinconélidos, que comprenden unas cuatro quintas partes de las especies de braquiópodos pérmicos.

De acuerdo con Williams (1965) la máxima diversidad a nivel de órdenes comenzó desde el Cámbrico, pero la situación es distinta cuando se contemplan las superfamilias y familias las cuales, en el periodo Ordovícico, presentan una gran diversidad, que disminuye un poco en el Silúrico y luego aumenta hasta el máximo de toda su historia entre el Devónico y el Carbonífero, con ligera tendencia a decrecer durante el Pérmico y sufriendo una gran baja en el Mesozoico. La situación descrita casi se repite cuando se aprecia el número de géneros.

XVI. DISCUSIÓN

Correlación estratigráfica

La información que se ha obtenido sobre el marco geológico de la provincia de Tlaxiaco y sus alrededores inmediatos, en la provincia de la Sierra Madre del Sur y del Altiplano de Oaxaca, permite confirmar que las formaciones sobreyacentes al Complejo Acatlán, son del Paleozoico Tardío. El complejo Acatlan es probablemente del Ordovícico-Silúrico ó tal vez de edad pre-Pérmica, en razón del fechamiento más preciso, que se apoya con los trabajos de Ortega (1978), Sedlock et al (1993), Vachard *et al.* (1993) y Gonzalez-Arreola et al., (1994). Con el presente trabajo se confirma dicha apreciación sobre el Complejo Acatlán tanto en la localidad de Olinalá como en la de Patlanoaya, que tienen ambas como basamento al Complejo Acatlán, dada la confirmación con este trabajo de especies de Pérmico y del Pensilvánico en las rocas sobreyacentes.

La comparación entre las localidades fosilíferas de Patlanoaya, Pue. y la de Olinalá, Gro. muestra semejanzas y diferencias. Entre las primeras, se aprecia que ambas localidades tienen un basamento metamórfico del Paleozoico Inferior consistente en esquisto y gneis (Complejo Acatlán). En ambos casos sobreyace al basamento el Paleozoico Superior, que consta fundamentalmente de Carbonífero Superior (Pensilvánico). Posteriormente se superpone el Mesozoico con secuencias de edad jurásica. Las dos localidades de estudio constan completamente de secuencias sedimentarias marinas, con influencia continental variable e intermitente, esto último se manifiesta como espesor variable de los sedimentos y con intercalación de terrígenos de posible origen deltáico presentando estratos de caliza con abundantes estructuras primarias características de zona litoral (talud inferior y laguna arrecifal), en ocasiones acantilados costeros.

Una de las diferencias entre las dos localidades es que el Paleozoico Inferior posiblemente está representado por el Silúrico en Patlanoaya, sin embargo tal periodo no se ha confirmado como tal en Olinalá. Sin embargo el Paleozoico Superior de Patlanoaya incluye un secuencia pérmica, mientras que en Olinalá se había sugerido, pero no se había confirmado del todo su presencia los fusulínidos y los cefalópodos lo confirman (Vachard, 1993; Arreola et al, 1994). Por otra parte es diferente entre ambas localidades el orden de los eventos de transgresión y de regresión marinas, lo cual, en la localidad de Patlanoaya, da la idea de que el Paleozoico Tardío se inicia con depósitos de sedimentos finos constituidos por caliza marina, y continúa con el depósito de sedimentos más continentales como clastos y arenisca. Simultáneamente en Olinalá se continúa con lutita intercalada con caliza, lo que evidencia los ciclos transgresivos y regresivos que parecen oscilar entre ambiente deltáico continental y arrecifal. En Patlanoaya la secuencia es semejante pero con mayor presencia de clastos.

De cualquier modo, ambas formaciones representan ambientes muy semejantes, pero al parecer los ciclos regresivo-transgresivos son diacrónicos por lo que los ambientes no son estrictamente simultáneos y la placa cortical que los contenía (Chortis) no se movía uniformemente. En tiempos posteriores al Paleozoico Tardío de Olinalá cambia a un

conglomerado cuarcítico grueso (El conglomerado Cualac) discordante con los terrígenos del Paleozoico, mientras en Patlanoaya cambia a una secuencia pérmica terrígena y después a arenisca conglomerática durante el Mesozoico.

Como se puede apreciar en la figura 8, los espesores de ambas localidades son distintos pero comparables dentro de un intervalo del orden de los cientos de metros. El basamento metamórfico se considera igual por que se carece de información precisa sobre su espesor y por tratarse de la misma unidad litológica. Se aprecia que para el Pensilvánico la Formación Patlanoaya tiene mayor espesor que la Formación Olinalá, para el Mesozoico Medio se invierte tal situación entre la Formación Tecomazúchil y el Grupo Tecocoyunca, y para el Mesozoico y Terciario se carece de registro formal en Patlanoaya.

Diversidad de las especies de equinodermos y de crinoides fósiles.

En Buitrón y Solís-Marín (1993) se presenta una lista con un total de 15 especies conocidas de crinoides fósiles para México, la cual si se observa en comparación con la lista de crinoides estudiados en este trabajo y que se muestran de acuerdo a sus edades (Figuras 9 y 10), permite apreciar que se añaden a la lista de crinoides informados para México un total de 13 especies correspondientes a Paleozoico Tardío, si nos atenemos a la publicación de Buitrón y Solís-Marín por lo que ahora son 28 especies de crinoides y 8 con nuevos registros para México, esto último es correcto solo si se descartan aquellos que ya habían sido reportados por Buitrón et al., (1987), Velasco y Buitrón, (1992); Arreola et al., 1994).

Particularmente para el Paleozoico Tardío son por lo menos 8 registros nuevos, ya que Villaseñor *et al.*, (1987) habían mencionado a *Lomalegnum hormidium* para el Paleozoico de Patlanoaya el cual también se encuentra en el presente listado, aunque equivocadamente se informa para el Pensilvánico siendo en realidad descrito del Misisípico Temprano y estos autores no formalizan una ampliación del alcance estratigráfico de la especie, por lo que permanece dudosa su asignación.

Por lo tanto la aportación al conocimiento de los crinoides del sur de México en particular de la Cuenca de Tlaxiaco se enriquece al menos con 8 especies de crinoides.

Por otra parte, González-Arreola *et al.* (1994), hacen un trabajo sobre Olinalá, optando por el nombre de Formación "Los Arcos" (Corona-Esquivel, 1981), donde escriben: "Esta investigación se refiere al conjunto faunístico de la Formación "Los Arcos" (Olinalá), que aflora en la región de Olinalá, en la parte nororiental del estado de Guerrero. Con base en las especies de amonoideos se ha asignado a los estratos una edad del Pérmico Medio".

En ese trabajo, los fósiles ilustrados son los braquiópodos *Orbiculoidea ovalis* Cloud, *Thamnusia depressa* (Cooper), *Spiriferellina cristata* (Von Scholoteim), *Leiorhynchoidea shucherti* Cloud, *Canocrinella rugosa* Cloud, *Krotovia* sp., *Wellerella* sp., *Hustedia* sp., *Composita* sp. *Costiferina* sp., el gasterópodo *Babylonites carinatus*

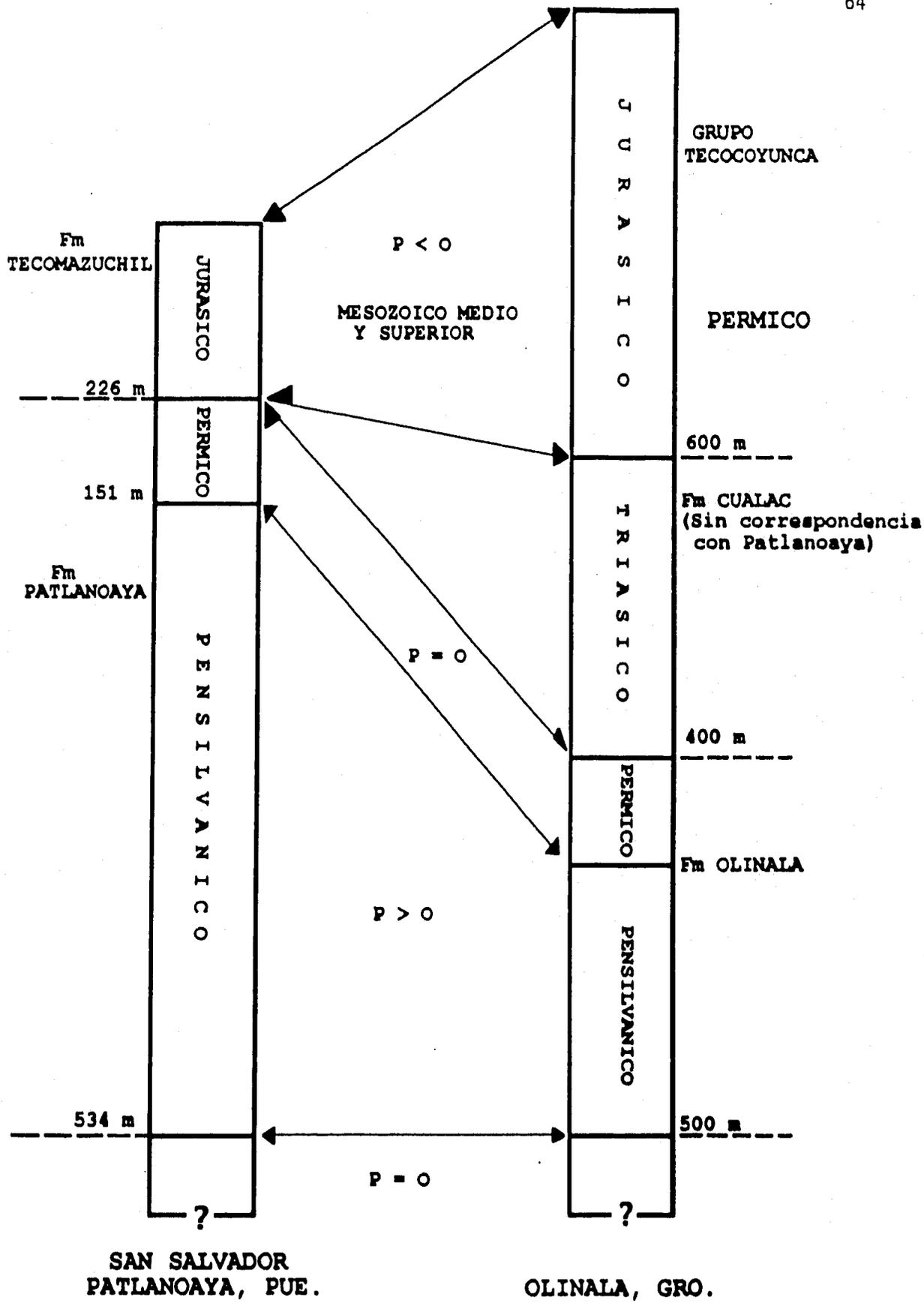


FIGURA 8 Correlación cronoestratigráfica entre la Formación Patlanoaya y la Formación Olinalá

	226	Fm TECOMAZUCHIL JURASICO	
	35		U IV
	116	PERMICO	
----- Paramarginifera, Echinosteginae -----	35	PERMICO INF.	U III
Cylocaudex typicus, C. jucundus, Mooreantheris waylandensis, M. perforatus, Blothronagma cinctutum, Cylocrista cheneyi, Floricyclus velleri, Cupressocrinites izucarensis, Fenestelidos.	107	PENSILVANICO SUP.	
Cylocaudex jucundus, Floricyclus angustimarga	187		U II
Blothronagma cinctutum.	143	PENSILVANICO MED.	
Ampholenium apolegma, Lomalegnum hormudium, Preptopremnum rugosa, Stiberostaurus aestimatus, Dierocalipter doter, ?Floricyclus velleri, Spiriferacea, Dyctioclostus.	221		U I
	141	MISISIPICO INF.	
	?	Fm ACATLAN PALEOZOICO INF.	

FIGURA 9. Columna de la formación Patlanoaya, donde se señalan los taxa encontrados durante el desarrollo de éste trabajo en relación con las unidades definidas. (Los números representan metros de espesor)

	600	GRUPO TECOCOYUNCA
		MESOZOICO
	400	Fm CUALAC
<i>Vellerella cf. lemasi</i> , <i>Martinia sp.</i> , <i>Dilepsina spatulatum</i> , <i>Toniopsis kumpani</i> , <i>Paramarginifera sp.</i> , <i>Lino-productus sp.</i>	?	PERMICO
<i>Pentameris pentagonalis</i> , dos especies no identificadas.	500	PENSILVANICO
	?	PALEOZOICO INF.

FIGURA 10. Columna de la formación Olinalá, donde se señalan los taxa encontrados durante el desarrollo de este trabajo. (Los números representan metros de espesor)

Yochelson; los nautiloideos *Bitauioceras coahuilensis* Miller y *Metacoceras* sp.; los amonoideos *Paracelites elegans* Girty, *Waagenoceras dieneri* Bose, *Pseudogastrioceras roadense* (Bose) y *Stacheoceras toumanskaye* Miller y Furnish; el pelecípodo *Posidoniella* sp.; la columela del crinoide *Preptopremnum rugosum* Moore y Jeffords y, el conulárido *Paraconularia* sp.". Por consiguiente las especies de crinoides descritas en el citado trabajo aquí son también un nuevo registro para la localidad. De las tres especies, una es nueva y *Pentaridica pentagonalis*, así como *Mooreanteris perforatus* se informan por primera vez.

En el mismo trabajo describen una fotografía de la especie *Preptopremnum rugosum* que se menciona como columela y se trata en realidad de la superficie articular de una placa columnar, por lo que tal vez se halla traducido erróneamente por los autores (columnal plates) y la especie no se describe para el Pérmico sino para el Pensilvánico, (Virgiliano de Texas), en cuyo caso ó bien es equivocada la determinación ó se debe ampliar mucho su alcance estratigráfico, cosa que no hacen los autores, sin embargo, aunque parece difícil esa ampliación del alcance estratigráfico, permanece probable.

La evolución tecto-sedimentaria no es la misma, en ambas localidades hay representados eventos semejantes pero desfasados en duración y no son simultáneos. Se establecen índices de similitud de Sorensen que muestran la equivalencia ecológica pero asincrónica de las localidades.

Importancia del ejemplar de *Cupressocrinites izucarensis*.

Respecto al crinoide *Cupressocrinites izucarensis* sp. nov., surge la pregunta sobre su utilidad para establecer alguna correlación con el viejo continente, ya que los únicos antecedentes claros para este tipo morfológico se encuentran en los Montes Urales, así como en España y Alemania. Se establece con base en ellos, un paleo ambiente de tipo Facies "5" de Wilson (Figura 7). Lo anterior se infiere a partir de la litología, por un lado (Cuadro 3), y por otro de la progresiva transformación, mediante una tendencia clara de este tipo morfológico hacia el engrosamiento y complicación de la pared de la placa columnar lo que le permite adaptarse a condiciones de corrientes mas o menos fuertes.

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 acomodado en capas intercaladas entre las cuales varía la concentración de los bioclastos, dando idea de una estacionalidad ó al menos periodicidad de la acumulación, tal vez por crecientes de ríos cercanos o mareas atípicas, ya que esta litología (bindstone y floatstone) es característica del borde de una laguna arrecifal. Como adicionalmente se encuentran en esta roca estructuras primarias de corte y relleno, se habla de canales de marea que son rellenados por el "floatstone" y en una de estas estructuras es donde se encuentra a los ejemplares de *C. izucarensis*, mostrando que vivían en la estructura arrecifal, expuestos a cambios de nivel mareal y/o a oleaje moderado, pero se considera que la fosilización es básicamente *in situ*, aunque el organismo quedó disgregado.

La arquitectura del canal luminal en forma de cuatro lóbulos confiere una resistencia estructural superior a la circular (Magdeieva, 1987) dicha situación es estudiada en el linaje de los crinoides encontrados en el Devónico de los Montes Urales, donde se aprecia una transformación de la forma del lumen, desde el canal circular hasta el triangular y pasando por varias fases del 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 del Carbonífero Tardío, por su estructura tetraradial y por su diámetro luminal pequeño, como avanzados dentro de esta tendencia. Tomando en cuenta tales argumentos el ejemplar mexicano se coloca tentativamente dentro del linaje trazado por Magdeieva (1987) durante el Devónico, sugiriendo que se extiende hasta el Pensilvánico Tardío.

Consecuentemente se propone una ampliación del intervalo estratigráfico de la línea filetica, asimismo se les otorga provisionalmente el nombre de *Cupressocrinites izucarensis* (Figura 11).

No existe correlación directa, es decir isócrona, por cuanto se encuentran, unos en el Devónico (Eriano), y otros en el Carbonífero (Virgiliano), pero es muy posible que pertenezcan a un mismo grupo evolutivo y que su presencia en Asia Central y México se haya dado a partir de un mar común por las razones de movilidad continental conocidas como deriva continental, con base en la existencia de antiguos mares que abarcaron ambos terrenos (Figura 12); adicionalmente y mientras no se descubran nuevos elementos de esta rama evolutiva se puede suponer que el centro de dispersión geográfica se encontraba en lo que hoy es Europa central y Oriental.

El caso de *Cupressocrinites izucarensis* hace recordar, que los crinoides aún son mal conocidos y poco estudiados dada el hecho que se ha encontrado una nueva especie y varios nuevos registros para México.

Por otra parte, parece válido decir que el aporte que se hace con este estudio en cuanto a número de especies registradas de crinoides para México también es un hecho que merece atención ya que se cuenta ahora con varias especies adicionales registradas, lo cual es un indicativo de la razón que tienen los autores Breimer y Macurda (1973), quienes dejan claro que aún falta mucho trabajo con crinoides.

Se pueden comparar adicionalmente a ambas localidades del sur de México, observando la correlación directa por la presencia de especies y si se toma en cuenta el alcance estratigráfico determinado para cada una se observa, de acuerdo a los índices de Sorensen, que el Pensilvánico es donde se muestra mayor afinidad.

El número total de crinoides fósiles del Paleozoico y del Mesozoico pasa de 15 a 28 con respecto a Buitrón y Solis-Marín (1993)(Cuadro 5). Para Patlanoaya se contribuye con 12 y para Olinalá se contribuye con 3 nuevos registros. Siempre y Cuando que se tome en cuenta que Velasco y Buitrón (1992) informan ya de *Cyclocaudex jucundus*, *Stiberostaurus aestimatus*, *Ampholenium apolegma* y de que Buitrón et al (1987) informan

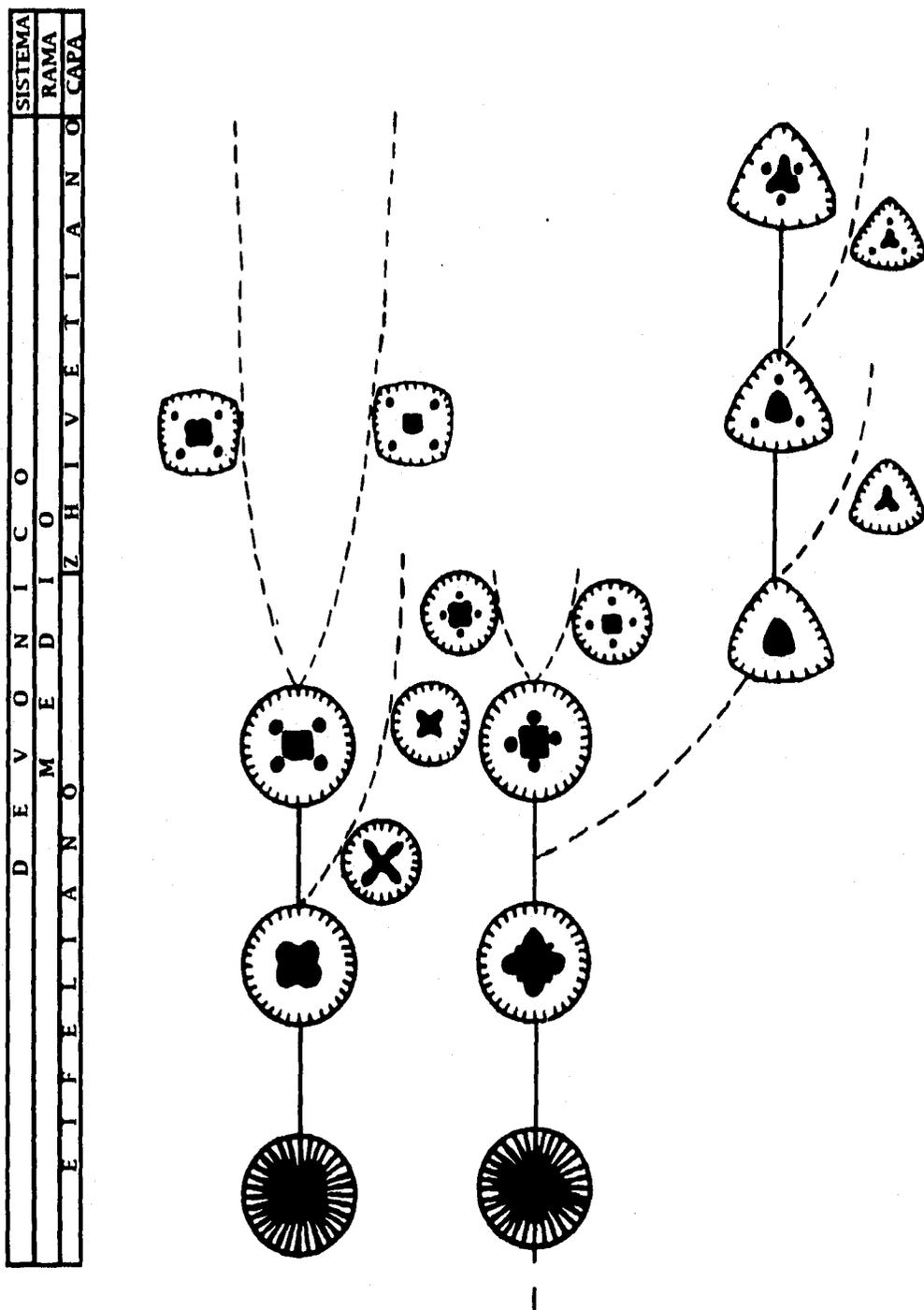


FIGURA 11. Filogenia de los crinoides tipo Cupressocrinites, (Magdeieva, 1987)

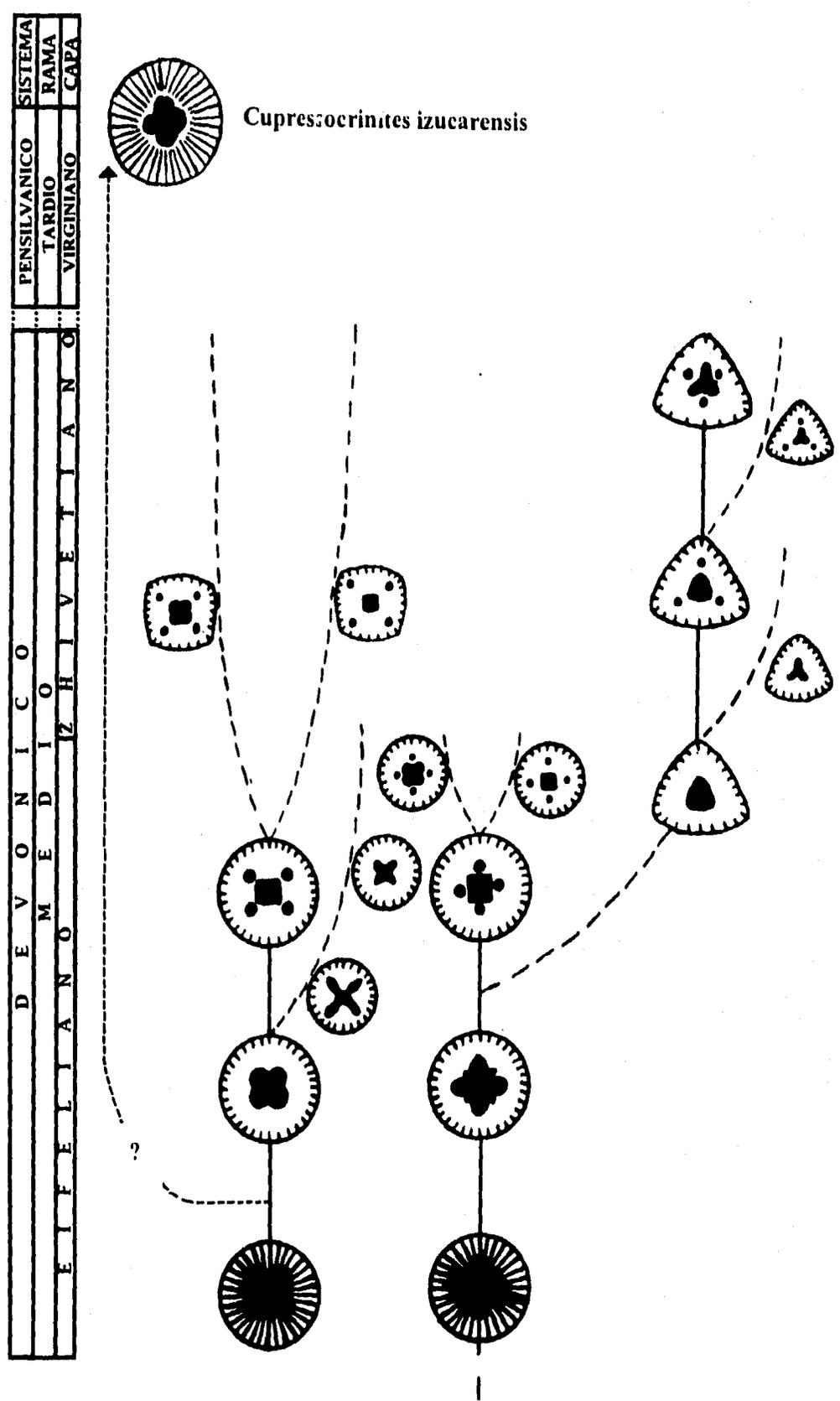


FIGURA 12. Modificación a partir de Magdeieva, (1987), donde se inserta hipotéticamente el alcance estratigráfico de *Cupressocrinites izucarensis*.

de *Mooreanteris waylandensis*, sin embargo dichos informes no son tomados en cuenta por Buitrón y Solis-Marín en 1993.

De acuerdo a lo mencionado en las consideraciones paleogeográficas, se encuentra afinidad con las faunas de crinoides del medio Oeste de los EUA pero también se encuentra la especie nueva *Cupressocrinites izucarensis* con afinidad europea. Por otra parte comienzan a reconocerse con claridad localidades mexicanas de importancia para el grupo de los crinoides, situación que no se podía mencionar hace algunos años.

Diversidad de los braquiópodos fósiles de México.

Se proporciona en el cuadro 6 una lista de todos los braquiópodos de las localidades este trabajo estudiadas también por otros autores. De todas estas especies, al parecer *Tomioopsis kumpani* y *Martinia* sp. son aportaciones de este trabajo para México. La baja aportación se debe a que los braquiópodos ya están más estudiados que los crinoides y a que hay mala conservación en las rocas paleozoicas estudiadas. También se dan a conocer las épocas y edades de algunos estratos con cierta precisión, como los del Pérmico de Olinalá.

Las familias encontradas en Patlanoaya y en Olinalá corresponden con aquellas encontradas en la literatura (Moore y Teichert, 1978) como las más diversas para los períodos considerados, siendo además el Carbonífero el periodo de máxima diversidad de los braquiópodos (Williams, 1965). Dado que en el Carbonífero de México se tiene una variedad de familias, géneros y especies se asume que las especies son indicadoras finas de niveles estratigráficos. Adicionalmente es muy probable que aun aparezcan formas nuevas ó bien comunes con otras regiones del mundo.

Sin embargo la correlación entre Olinalá y Patlanoaya es baja basándose únicamente en los crinoides (Cuadro 5), pero aumenta con los braquiópodos y se refuerza con la cronoestratigrafía.

Los braquiópodos no han mostrado especies nuevas ni registros nuevos para México en el curso de este trabajo, lo que es normal pues están más estudiados y como resultan siempre muy útiles para la correlación estratigráfica y la interpretación paleoambiental deben estudiarse más, por lo que no debe descartarse el descubrimiento de especies nuevas.

Índice de Sorensen y paleoecología.

El índice de Sorensen es una medida útil para obtener un criterio objetivo de comparación ecológica entre dos localidades, diseñado para comparar comunidades bentónicas vivientes. Sin embargo, a pesar de que en este trabajo se utilizan organismos bentónicos fosilizados *in situ*, es aplicable, siempre y cuando se tome en cuenta que existe una cantidad de organismos que no se fosilizan. El hecho de que se utilicen especies para la comparación y no ningún taxón superior, se explica de manera que la especie es el único taxón con significado ecológico. Si se usase el género ó la familia, por ejemplo, se estarían comparando grupos de organismos desde un punto de vista tal vez taxonómico y

filogenético, pero definitivamente no ambiental, ya que un género ó una familia se componen de organismos adaptados a muy diferentes condiciones ambientales y lo esperable es que los componentes de un genero ó una familia se encuentren dispersos en diferentes nichos y ecosistemas y no en una sola localidad, por lo que incluso el sentido taxonómico del ejercicio sería limitado.

En general las paleocomunidades bióticas de ambas localidades son semejantes en cuanto al aspecto ecológico se refiere, pero lo son menos en el aspecto taxonómico a nivel de especies, dado que se evidencia aquí, con el cálculo de índices de similitud, que es posible que falte mucho trabajo de colecta y descripción por hacer para el grupo de los braquiópodos y aún más para el grupo de los crinoides, que en muchas localidades ni siquiera se pueden comparar por que no han sido colectados. Sin embargo las especies encontradas, ya sea que se trate de las mismas ó no, evidencian ambientes de pendiente de prearrecife ó de laguna posarrecifal en función de sus características morfológicas. El ambiente que se infiere se apoya con la abundante presencia de briozoarios fenestélidos, los cuales son indicadores fieles de ambientes de baja energía, así como de las características litológicas de caliza bioclástica con diversos grosores de grano y diferentes formas de deposición (Cuadro 2). Asimismo, se aprecian en algunas muestras las estructuras primarias típicas de esos ambientes como los flujos de turbidez, estratificación cruzada y canales de marea.

En particular y de acuerdo con el cuadro 3, el índice S 1 muestra que la similitud entre Patlanoaya y Olinalá es baja tomando en cuenta los grupos de los crinoides y los braquiópodos de las formaciones desde Misisípico hasta Pérmico pero solo los muestreados en el curso de este trabajo, siendo comunes entre ambas una sola especie de cada grupo. Lo más probable es que el valor obtenido de 0.15 evidencie que aún falta muestreo, pues se trata de dos localidades muy cercanas y con litologías semejantes que representan medios marinos equivalentes.

El mismo comentario anterior cabe al observar los valores de los índices S 2, S 3, S 5, S 6 o S 7 y aún con los S 4 y S 8, sin embargo en estos dos últimos se evidencia que existe mucho mayor similitud cuando se toma en cuenta solo el periodo Pensilvánico. Por lo tanto, como es para dicho periodo cuando se registran más ejemplares de colecta, se aprecia mejoría del valor de similitud y ello permite recomendar mejores colectas para los otros periodos.

Aún cuando se toma en cuenta (índice S 9) a las especies encontradas por otros autores, en las mismas localidades, la similitud sigue siendo baja (0.09).

Cuando se observa los resultados de la comparación entre Patlanoaya y Olinalá para las diferentes etapas del Paleozoico Tardío se aprecia que la correlación en el Misisípico (S3) toma valor 0, es decir no hay correlación usando el material obtenido solo en este trabajo. Cuando se emplea el índice S4 con un valor de 0.30 se aprecia que se encuentra mejor correlacionado el Pensilvánico de ambas localidades. Cuando se considera solo la comparación entre el Pérmico de ambas localidades resulta ser 0 de nuevo. Con las

comparaciones anteriores se apoya la existencia de importantes variaciones en la composición faunística y por lo tanto de los ambientes en la sucesión de los periodos geológicos, que de hecho están registrados en la litología.

La similitud baja nuevamente a un valor de 0.15 cuando se toma el Carbonífero completo, pero deja de tener validez ecológica si se acepta que hay importantes diferencias ambientales entre Pensilvánico y Misisípico. Esta similitud se eleva cuando se aprecia el valor de 0.25 del índice S 8, el cual da idea de que tomando los resultados de todos los trabajos de Patlanoaya y de Olinalá juntos, se suplen posibles fallas de muestreo de uno u otro en particular, y también podría indicar que los valores obtenidos solo con el muestreo de este trabajo no se desvían demasiado de la realidad, es decir que la similitud es en general moderada y es parecida a la de otras localidades muy alejadas en la actualidad, que estuvieron más cercanas en el pasado. Nuevamente el Misisípico por si solo, aún tomando en cuenta todos los trabajos de estas localidades, es bajo en S 7 (0.04). Al comparar todos los resultados de las investigaciones en ambas localidades solo para el Pérmico, se obtiene muy baja correlación de 0.09 (S 9).

Los valores de correlación, sin embargo aún con todas las colectas realizadas, los índices de correlación no rebasan en general la cifra de 0.30, tomando en cuenta trabajos solo de Patlanoaya y Olinalá (S2,S9).

Por último, y de acuerdo a la discusión con ayuda del índice de Sorensen, por periodos geológicos y para redondear la comparación estratigráfica entre ambas localidades, el periodo Pensilvánico muestra mayor representatividad en la Formación Patlanoaya y es en el donde se da mayor correlación entre ambas localidades (Cuadro 3) y en particular en el Virgiliano, el nivel de correlación es seguido por el Misisípico y el Pérmico, siendo en éste último donde se obtiene mejor representatividad de los estratos y donde se encuentra fechado con mayor certeza es en la zona superior de la Formación Olinalá ya que hay diversos trabajos que informan fauna Pérmica, como el de Vachard *et al* (1993), quienes demuestran que tales estratos pertenecen al Wolfcampiano, Leonardiano y Guadalupiano empleando como índices estratigráficos a los fusulinidos. En general se aprecia buena correlación bioestratigráfica y buena cronoestratigráfica, no así litoestratigráfica. De cualquier modo entre ambas localidades existe una semejanza de paleoambientes. Por lo tanto la equivalencia estratigráfica es buena para el Paleozoico Tardío entre las dos formaciones de estudio

Es posible que ocurra que la relación sugerida por los índices sean correctas, sin embargo subsiste el argumento consistente en que se trata de muestras aún incompletas y poco trabajadas que no permiten concluir aún sobre las relaciones de estos terrenos, basándose exclusivamente en esa línea de argumentación. Afortunadamente los resultados coinciden con líneas de argumentación tectono-estratigráficas (Sedlock *et al*, 1993) y adquieren validez., por ejemplo se ha sugerido que el terreno mixteco es una fracción de una placa (Chortis) que se desplazó desde las latitudes actuales de Sonora y probablemente aún más allá en lo que hoy es Norpacífico, constituyendo entonces un antiguo continente muy diferente al actual, pero que explica la semejanza entre localidades hoy tan distantes.

En esta tesis se refuerzan los puntos de vista de Moore y Jeffords (1968) quienes plantean que es aún mucho el trabajo por hacer con los crinoides y en particular con las placas columnares, lo que en opinión de quien esto escribe, justifica muchos trabajos que evidentemente ampliarían los argumentos para establecer correlaciones e interpretaciones ambientales.

Paleogeografía.

De las descripciones sistemáticas se desprende la información de las afinidades paleogeográficas. Las afinidades de los crinoides de Patlanoaya, Pue., se establecen con localidades de varias edades; *Moorenateris perforatus*, *M. waylandensis*, *Cyclocaudex typicus* y *Preptopremnum rugosum* se relacionan con localidades de edad virgiliana del Texas. El Pensilvanico medio de Kansas (Atokano) coincide con el crinoide *Cyclocaudex jucundus* y del Pensilvánico medio Oklahoma se encuentra *Blothronagma cinctutum*.

En otro nivel de la formación Patlanoaya (Unidad I.) del Misisipico Temprano se encuentran *Ampholenium apolegma*, *Stiberostaurus aestimatus* y *Dierocalipter doter* descritas por primera vez para Kentucky. También del Misisipico temprano pero de Iowa se encuentra representado *Lomalegnum hormidium*. En cambio *Floricyclus* sp. esta presente desde el Misisipico hasta el Pensilvánico de Colorado (Moore y Jeffords, 1968 y Velasco y Buitrón, 1992).

En consecuencia parece claro que las afinidades y la relación paleogeográfica de terreno Mixteco en general se da para el Paleozoico Tardío con la zona sur oriente de los EUA, que actualmente se encuentra considerablemente más al norte, pero de acuerdo con la interpretación paleogeográfica, fundamentada en argumentos tectónicos de Sedlock et al, (1993), se puede asumir que en Paleozoico Tardío existía una conexión marítima entre ambos terrenos y que el terreno Mixteco se situaba más al norte de su posición actual, por lo que compartía la faunas de crinoides aquí descrita. En particular para el Pensilvánico Tardío existía el mismo mar entre el terreno Mixteco y el hoy Estado de Texas. Para el Pensilvánico Medio la comunicación marina por lo menos existía con los Estados de Kansas y Oklahoma, es decir extendiéndose más al norte, por lo que el mar de ese tiempo tal vez fue más extenso. Con el Misisipico inferior la fauna común de crinoides se comparte con Kentucky, Iowa y tal vez Colorado, por lo que muy posiblemente este mar común tenía otra conformación. Solo utilizando los crinoides se puede suponer que dicho antiguo mar epeirico, del Paleozoico superior, tuvo importantes modificaciones.

Con *Pentaridica pentagonalis*, el único crinoide descrito por el momento de la Formación Olinalá, es prematuro interpretar afinidades paleogeograficas, sin embargo parece probable que sea muy similar a la de la Formación Patlanoaya, Pue. , es muy probable que esta discusión se amplíe cuando se encuentren mas especies de crinoides.

Afinidades paleogeográficas con otras partes de México permanecen pendientes, dependiendo ello de que existan más trabajos sobre el grupo en nuestro país.

Pero también se da el caso de la afinidad que se establece con *Cupressocrinites izucarensis*, nueva especie descrita en esta tesis, cuyo linaje familiar es descrito, en principio, del Devónico en Europa donde se encontró en localidades de España, Alemania, Bélgica y posteriormente en los Montes Urales (Roemer, 1845; Bather, F.A.; 1914, Sieverts, 1934 y Magdeieva, 1987), por lo tanto el hallazgo en México Central de esta familia amplia su intervalo de distribución geográfica y estratigráfica al nuevo continente y lo que es mas importante, siendo un ejemplar con muy pocas variaciones morfológicas respecto a los del Devónico establece con su permanencia una antigua conexión entre Europa y América.

La afirmación de que en el Paleozoico Europa Asia y América formaban un gran continente se ve apoyada. Se llega a las mismas conclusiones con la paleogeografía que con la paleoecología.

En cuanto a los braquiópodos de Patlanoaya solo se logró describir hasta nivel de género a *Dictyoclostus* sp. en una unidad fechada como pensilvánica tardía sin embargo el género tiene alcance estratigráfico que va desde el Carbonífero Tardío hasta el Pérmico Temprano y sus especies se encuentran ampliamente distribuidas por lo que, hasta que se tengan identificaciones precisas de braquiópodos, es imposible establecer afinidades paleogeográficas.

En cuanto al resto de los braquiópodos encontrados en la formación Olinálá permanece pendiente una revisión exhaustiva de su distribución y por lo tanto una interpretación paleogeográfica con base en ellos deberá reservarse, sin embargo es muy probable que se obtenga una interpretación congruente a la obtenida con la ayuda de los crinoides.

XVII. CONCLUSIONES

- ⇒ Se elaboró la descripción sistemática para la mayoría de los ejemplares disponibles de crinoides y braquiópodos, lo que permitió identificar 25 especies previamente descritas en la literatura, de ellas 18 especies en Patlanoaya, (13 son crinoides y 5 braquiópodos), y 8 especies en Olinalá (2 crinoides y 6 braquiópodos). Se describe la especie nueva de crinoide *Cupressocrinus izucarensis* de la Formación Patlanoaya, con base en varios elementos columnares. Todas las especies de braquiópodos estudiadas se encuentran informadas previamente en la literatura.
- ⇒ Se precisa el alcance estratigráfico para cada unidad. En la Formación Patlanoaya las especies de crinoides *Mooreanteris waylandensis*, *M. perforatus*, *Cyclocaudex typicus*, *C. Jucundus*, *Preptopremnum rugosum* y *Ampholenium apolegma* determinan una edad pensilvánica tardía (Virgiliano) para los estratos. La edad pensilvánica media (Atokana/Desmoensiano) se precisa con las especies de crinoides *Blothronagma cinctutum*, *?Floricyclus angustimarga* y con el género del braquiópodo *Dictyoclostus*. La edad misisípica temprana (Osageano) con los crinoides *Stiberostaurus aestimatus*, *Lomalegnum hormidium*, *Floricyclus cf. F. welleri*, *Dierocalipter doter* y *Dictyoclostus* sp.
- ⇒ Para la Formación Olinalá se obtiene la edad pérmica temprana (Wolfcampiano/Leonardiano) determinada por la presencia del crinoide *Pentaridica pentagonalis*, los braquiópodos *Tomioopsis kumpani*, *Wellerella cf. W. lemasi minor*, *Martinia* sp., *Dielasma cf. D. spatulatum*, *?Paramarginifera* sp. y *Linoproductus* sp. Algunas ampliaciones de intervalo estratigráfico son sugeridas y se apoyan por la presencia de las especies de crinoides y braquiópodos diagnósticos.
- ⇒ A las 15 especies reconocidas de crinoides en México se contribuye con 13 nuevos registros alcanzando 28 especies en total. Se discute la sistemática y la interpretación paleogeográfica de la nueva especie *Cupressocrinites izucarensis* en relación con los ejemplares devónicos de los Europa.
- ⇒ Se comparan las Formaciones Patlanoaya y Olinalá desde varios puntos de vista, entre ellos, bioestratigráficos, cronoestratigráficos, litoestratigráficos y paleoambientales. La afinidad más estrecha entre estas dos localidades existe para el Pensilvánico Tardío y el Pérmico (Wolfcampiano, Leonardiano y Guadalupiano).
- ⇒ El ambiente de depósito en la Formación Patlanoaya corresponde a un ambiente de pendiente inferior de talud en zona fótica, con dominancia de crinoides y braquiópodos, donde la presencia de briozoarios fenestélidos indica condiciones de agua tranquila y probablemente con pocos cambios mareales, al parecer es un ambiente que resulta de la sedimentación frecuente por flujos de turbidez. Se aprecian evidencias de constantes regresiones y transgresiones del nivel del mar y durante largos periodos la existencia de lagunas arrecifales por la presencia de estructuras primarias de canal de marea y abundantes fenestélidos (Facies 5, 6 y 8 del modelo Wilson).

- ⇒ En la Formación Olinalá se encuentra un ambiente de facies 4 y 6 que se interpreta dentro del mismo modelo de cinturones de facies estandar de Wilson, sin embargo se encuentra más evidencia de fondo oceánico que de laguna costera.
- ⇒ El Paleozóico Tardío de las Formaciones Patlanoaya y Olinalá corresponde a mares someros tropicales y se encuentran representadas, en su mayoría, por las facies 4, 5, 6 y 8 del modelo de cinturones de facies estandar de Wilson.
- ⇒ Con la fauna estudiada y su correlación con otras faunas de invertebrados en otras localidades, no solo de México sino de regiones lejanas, se apoya la suposición de que por medio de movimiento tectónico se desplazó una sección del sur de México desde una latitud boreal, con respecto a la posición actual.
- ⇒ *Cupressocrinites izucarensis* es útil como elemento para ampliar el conocimiento de la evolución de los crinoides del tipo tetragonocíclico. Se plantea por primera vez que este linaje perduró desde el Devónico, periodo del cual es descrito en Europa, hasta el Carbonífero del sur de México. Las diferentes modalidades de correlación (cronoestratigráfica, litoestratigráfica, bioestratigráfica y paleoambiental) entre las dos formaciones parecen apoyar en conjunto y de manera adecuada, la existencia de una cambiante línea de costa en la llamada Paleopenínsula Oaxaqueña, cualquiera que sea el sitio de origen de ella hablando desde el punto de vista de la deriva continental, de este terreno tectónico.
- ⇒ Se recomienda continuar con la presente línea de investigación en cuanto a ampliar las colectas de material fósil a otras localidades del sur de México y en particular de los estados de Guerrero, Oaxaca y Puebla para efectuar mejores correlaciones estratigráficas e interpretaciones paleoambientales, que permitan ayudar a reconstruir la historia geológica de la región como herramienta para una mejor evaluación de sus recursos minerales.
- ⇒ Se considera que aún resta mucho trabajo descriptivo e interpretativo y que las nuevas especies encontradas podrían enriquecer las colecciones de crinoides y braquiópodos en México, las cuales aún no representan adecuadamente la compleja historia geológica del territorio mexicano, ni reflejan la historia evolutiva de dichos grupos.

XVIII REFERENCIAS

- ◇ **AGER, D. V.; T. W. AMSDEN; B. GERTRUDA; G. F. ELLIOT ; R. E. GRANT; H. KOTORA; J. G. JOHNSON.; D. J. McLAREN; H. M. MUIR-WOOD; C. W. PETRAT; A. J. ROWELL; H. SIEVERTS ; R. D. STANTON; F. G. STEHLI; W. ALWYN Y A. D. WRAIGHT. 1965.** Systematic descriptions, **In:** Moore, R. C. ed., Treatise on Invertebrate Paleontology; Part H, Brachiopoda: Geological Society of America and University of Kansas Press, p 256-902.
- ◇ **BATHER, F.A. 1914.** *Cupressocrinites giber* n.sp. du devonien superieur de Belgique. Bull. Soc. Belge de Geol. 28:129-136.
- ◇ **BREIMER, A. y D.B. MACURDA. 1973.** Paleozoic Blastoids. **En:** HALLAM A. (Ed) Atlas of Paleobiogeography. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, London New York: 207-212.
- ◇ **BREIMER, A. y G. LANE. 1978.** Autoecology of Crinoids. **En:** MOORE J. C. y C. TEICHERT (Eds.).1978. Treatise on Invertebrate Paleontology (T), Echinodermata, Geological Society of America, University of Kansas, Vol. 2(1): 331.
- ◇ **BRUNNER, P. 1975.** Estudio estratigráfico del area de El Bisani, Caborca, Sonora. Revista del Instituto Mexicano del Petroleo. Vol. VII, No.1: 16-46.
- ◇ **BRUNNER, P. 1976.** Litología y Bioestratigrafía del misisipico en el area de El Bisani, Caborca, Sonora. Revista del Instituto Mexicano del Petroleo. Vol. VIII, No. 3: 7-42.
- ◇ **BRUNNER, P. 1979.** Microfacies y Microfósiles Permo-triasicos en el area El Antimonio, Sonora, México. Revista del Instituto Mexicano del Petroleo. Vol. XI, No. 1: 6-42.
- ◇ **BUITRÓN S. B. E. 1977.** Invertebrados (Crinoidea, Bivalvia)del Pensilvánico de Chiapas. Univ. Nal. Auton. México, Inst. Geol. Revista 1(2): 144-150.
- ◇ **BUITRON S., B. E., J. PATIÑO Y A. MORENO. 1987.** Crinoides del Paleozoico Tardío (Pensilvánico) de Calnali, Hidalgo. Rev. Soc. Mex. Paleontol., Vol. 1 No. 1 : 125-135 + pls.
- ◇ **BUITRON S., B. E. y F. SOLIS-MARIN. 1993.** La biodiversidad en los equinodermos fósiles y recientes de México. Vol. Esp. (XLIV) Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.: 209-231
- ◇ **BUGE, E. 1952.** Briozoarios. **En:** PIVETEAU, J. (Ed). 1952. Traité de Paléontologie. Masson et Cie, Editeurs, Paris. Vol. 1: 688-749.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- ◇ **CARRILLO-BRAVO J. 1965.** Estudio geológico de una parte del Anticlinorio de Huayacocotla. *Asoc. Mex. de Geol. Petrol. Bol.* 17: 73-96.
- ◇ **COOPER, A. , C. O. DUNBAR, H. DUNCAN, A.K. MILLER Y J. BROOKES K. 1965.** Fauna Pérmica de el Antimonio, Oeste de Sonora, México. Instituto de Geología, Boletín 58, Parte 3: 25-84.
- ◇ **CORONA-ESQUIVEL, R. J. J. 1983.** Estratigrafía de la Region Olinalá-Tecocoyunca, Noreste del Estado de Guerrero: Univ. Nal. Auton. México, *Inst. Geol, Revista*, 5, 1: 17-24.
- ◇ **FLORES DE DIOS G., L. A. y B. E. BUITRON. 1982.** Revisión y Aportes a la Estratigrafía de la Montaña de Guerrero. Universidad Autonoma de Guerrero, Serie Tecnico Cientifico. 12: 28
- ◇ **FRIES, C y C. RINCON-ORTA, 1966.** Nuevos datos geocronológicos del Complejo Oaxaqueño. *Soc. Geol. Mexicana, Bol.*, v.29, p 59-66.
- ◇ **LANE G, N. 1978 a).** Historical Review of Classification. En: **MOORE J.C. y C. TEICHERT** (Eds.).1978. *Treatise on Invertebrate Paleontology (T), Echinodermata, Geological Society of America, University of Kansas, Vol. 2(1): 348-358.*
- ◇ **LANE G, N. 1978 b).** Synecology. En: **MOORE J. C. y C. TEICHERT** (Eds.).1978. *Treatise on Invertebrate Paleontology (T), Echinodermata, Geological Society of America, University of Kansas, Vol. 2(1): 343-345.*
- ◇ **GONZALEZ-ARREOLA C., A. VILLASEÑOR M. y R. CORONA-ESQUIVEL. 1994.** Permian fauna of the Los Arcos Formation, municipality of Olinalá, State of Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Volumen 11, Número 2: 214-221.*
- ◇ **LAPORTE, L. F. 1974.** Los ambientes antiguos. *Fundamentos de las Ciencias de la Tierra, Ediciones Omega, Barcelona: 115*
- ◇ **LOPEZ-RAMOS E. 1988.** Geología de México, UNAM. Vol. III: 445
- ◇ **MARGULIS, L. y K. V. SCHWARTZ. 1980.** Cinco Reinos, Guia Ilustrada de los Phyla de la vida en la tierra. *Ciencias, U.N.A.M., Ediciones "pirata": 230-231.*
- ◇ **MAGDEIEVA, Z. U. 1987.** Para clasificar a los crinoides tipo *Cupressocrinites*. En: *Memorias de las conferencias del VI Simposium de equinodermos, con sede en Tallin. Academia de ciencias de RSS de Estonia, Instituto de Geología: 54-50.*
- ◇ **MCALESTER, A. L. 1973.** La Historia de la Vida. *Fundamentos de las ciencias de la tierra, Ediciones Omega, Barcelona: 152.*

- ◇ **MCKERROW, W. S. (Ed) 1978.** The Ecology of Fossils an Illustrated Guide. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts: 384.
- ◇ **MEGLITSCH, P. A. 1982.** Zoología de Invertebrados. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. Ediciones "por una educación popular": 906.
- ◇ **MOORE, R.C. 1948.** Evolution of the crinoidea in relation to major palaeogeographic changes in earth history. International Geological Congress "Report of the eighteenth session", Great Britain, 1948, part XII.:10
- ◇ **MOORE, R. C., R. M. JEFFORDS y T. H. MILLER.** Morphological Features of Crinoid Columns. En Moore, R. C. (Ed). 1968. Echinodermata. The University of Kansas Paleontological Contributions. The University of Kansas Paleontological Institute. Article 8. No. 45: 1-30, 1-5 figures, placas 1-4.
- ◇ **MOORE, R. C. y R. M. JEFFORDS.** Classification and Nomenclature of Fossil Crinoids Based on Studies of Dissociated parts of their columns. En Moore, R. C. (Ed). 1968. Echinodermata. The University of Kansas Paleontological Contributions. The University of Kansas Paleontological Institute. Article 9. No. 46:1-86, Figures 1-6, Placas 1-28.
- ◇ **MOORE, R.C. Y C. TEICHERT (Eds).** 1978. Treatise of Invertebrate Paleontology, Geological Society of América, University of Kansas. Vols. 2(1), 2(2) y 2(3); XXXVIII +1027 pls.. 4853 figs.:
- ◇ **ORTEGA, F. 1978.** Estratigrafía del Complejo Acatlán en la Mixteca Baja, Estados de Puebla. UNAM, Inst. Geol., Paleontología Mexicana, No. 29, 78., 31 láms.
- ◇ **PANTOJA ALOR. J. 1970.** Rocas sedimentarias paleozoicas de la parte centroseptrentional de Oaxaca. Soc. Geol. Mex. Libro Guía de la Excursión a Oaxaca, México, D.F.
- ◇ **PIVETEAU, J. 1952.** Traite de Paleontologie. Masson et Cie Editeurs, Paris. Vol. I: 749.
- ◇ **ROEMER, H.F. 1845.** Beshreibung Eines Kelch - Gerustes Beider Gattung *Cupressocrinus*. N. Jb. Min. Usn.: 291-296.
- ◇ **ROGER, J. 1952.** Braquiopodos. En: PIVETEAU, J. (Ed). 1952. Traité de Paléontologie. Masson et Cie, Editeurs, Paris. Vol. II: 3-160.
- ◇ **ROSS, A.C. 1975.** Carboniferous. En: Moore, R. C., R. A. Robison y C. Teichert. 1979. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part A. Introduction, Fosilitation (taphonomy), Biogeography and Biostratigraphy. The Geological Society of America, Inc. and the University of Kansas. Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas: 254-290.

- ◇ **ROSS, C.A. Y J. R. P. ROSS. 1976.** Permian En: Moore, R. C., R. A. Robison y C. Teichert. 1979. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part A. Introduction, Fossilization (taphonomy), Biogeography and Biostratigraphy. The Geological Society of America, Inc. and the University of Kansas. Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas: 291-350.
- ◇ **SALINAS P.J.C. Y FLORES DE DIOS G.L.A. (1981).** Pliegues de Estilo Laramidico en Capas Rojas Terciarias (?) de la Región de La Montaña de Guerrero. Serie Técnico Científica, Vol. 11. Universidad autónoma de Guerrero.
- ◇ **SCOTSE C. R. 1974.** The evolution and biogeography of lower paleozoic crinoids in relation to the tectonic history of the proto-atlantic. Abstracts with programs, The Geological Society of America, North Central Section, 8th annual meeting, Kent state university, Ohio, Mayo 8-11. Vol 6, No. 6: 487-560
- ◇ **SEDLOCK, R.L., F. ORTEGA-GUTIERREZ, Y R.C. SPEED. 1993.** Tectonostratigraphic Terraines and Tectonic Evolution of México. Special Paper 278. The Geological Society of America: 153.
- ◇ **SIEVERTS, H. 1934.** Neues uber *Cupressocrinus goldfus*. Mit 4 textabbildungen.: 89-102.
- ◇ **SOUR, F. Y S. A. QUIROZ B. 1989.** Braquiópodos pensilvánicos (Strophomenida) de la Formación Ixtaltepec, Oaxaca. Rev. Soc. Mex. Paleontol., Vol. 2 No. 1: 5-17.
- ◇ **UBAGHS, G. 1952.** Crinoides. En: PIVETEAU, J. (Ed). 1952. Traité de Paléontologie. Masson et Cie, Editeurs, Paris. Vol. III: 658-773.
- ◇ **UBAGHS, G., 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, Vol. 2(1): 401.
- ◇ **UBAGHS, G. 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, Vol. 2(1): 275-315.
- ◇ **VACHARD, D., OVIEDO A., FLORES DE DIOS A., MALPICA R., P. BRUNNER, M. GUERRERO Y B. E. BUITRON. 1993.** La sección de Olinalá (Gro.), su importancia para el conocimiento del Pérmico de México. An. Soc. Geol. Du Nord. T. 2 (2 me serie): 153-160.
- ◇ **VAZQUEZ, E., A. 1986.** Descubrimiento de una nueva localidad de rocas marinas del paleozóico al sureste del estado de Puebla. Informe inedito de la Superintendencia General de

Exploración, Zona centro de petroleos mexicanos. Presentado en el XXIV Congreso Nacional de la A.I.P.M.: 22.

- ◇ **VEGAS V., M. 1971.** Introduccion a la ecología de bentos marino. O.E.A. 2 a ed. Washington D.C.: 98.
- ◇ **VELASCO DE LEON, M. y B. E. BUITRON. 1992.** Algunos crinoides (Echinodermata-Crinoidea) del Misisipico-Pensilvánico de San Salvador Patlanoaya, Estado de Puebla. Rev. Soc. Mex. Paleontol, vol. 5 No. 1: 71-81.
- ◇ **VILLASEÑOR M., A. B., A. MARTINEZ C. y B. CONTRERAS M. 1987.** Bioestratigrafía del Paleozóico Superior de San Salvador Patlanoaya, Puebla, México. Rev. Soc. Mex. Paleontol. No.1, Vol.1: 396-415 + 4 pls.
- ◇ **WILLIAMS, A. 1965.** Stratigraphic Distribution. En: **MOORE, R.C. (ed.)**. Treatise of Vertebrates Paleontology. The geological society of America and the university of Kansas Press. Vol. H, Brachiopoda: 237.
- ◇ **WILSON, J. L. 1975.** Carbonate facies in Geologic History (Springer Verlag), New York: 471.

XIX. LAMINAS

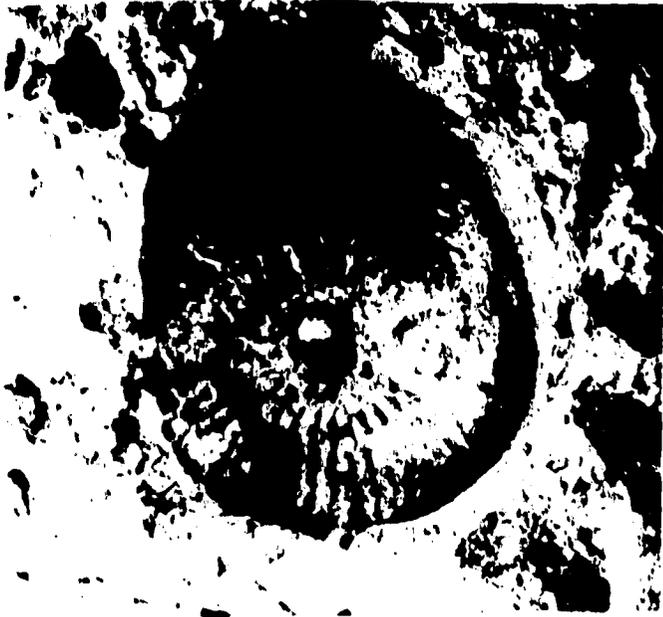


Figura 1. *Mooreanteris waylandensis*

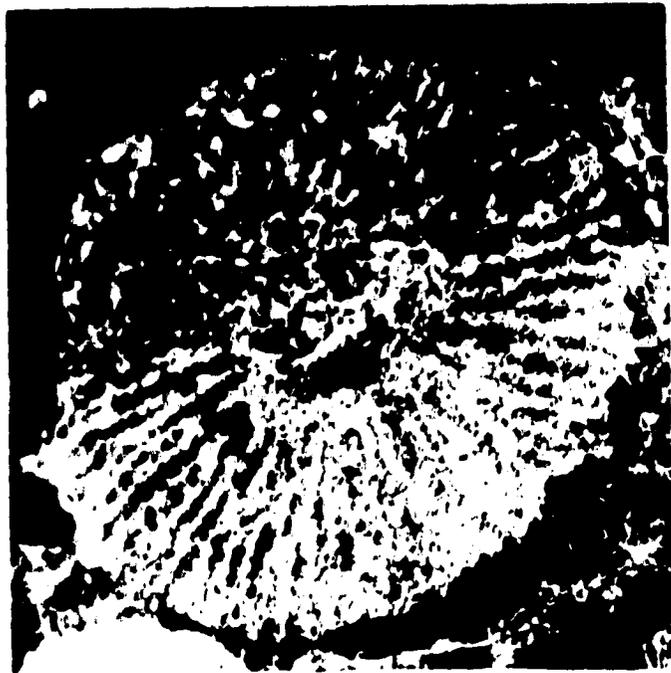


Figura 2. *Mooreanteris perforatus*

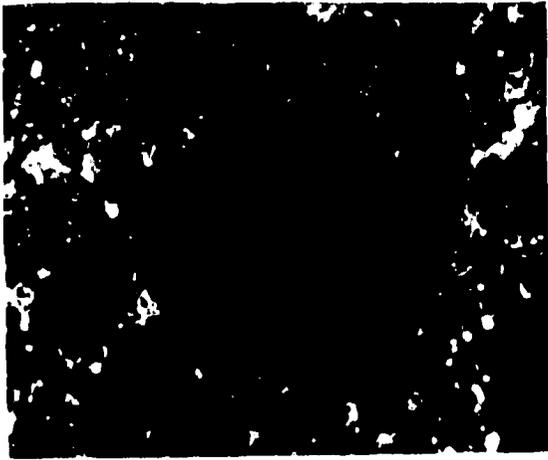


Figura 1, *Cyclocaudex jucundus*



Figura 2, *Cyclocaudex typicus*

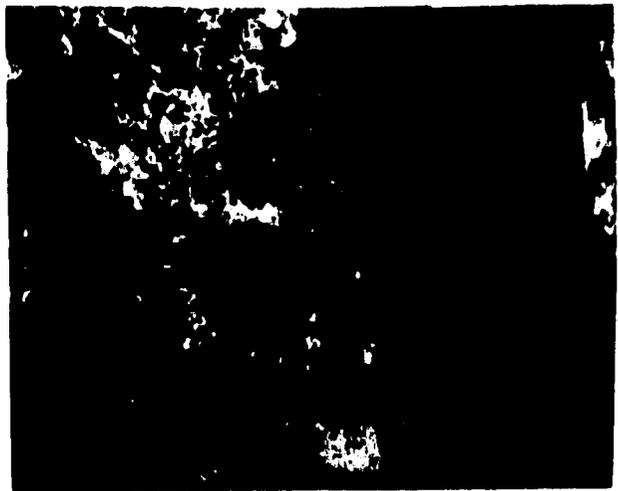


Figura 3, *Cyclocaudex typicus*

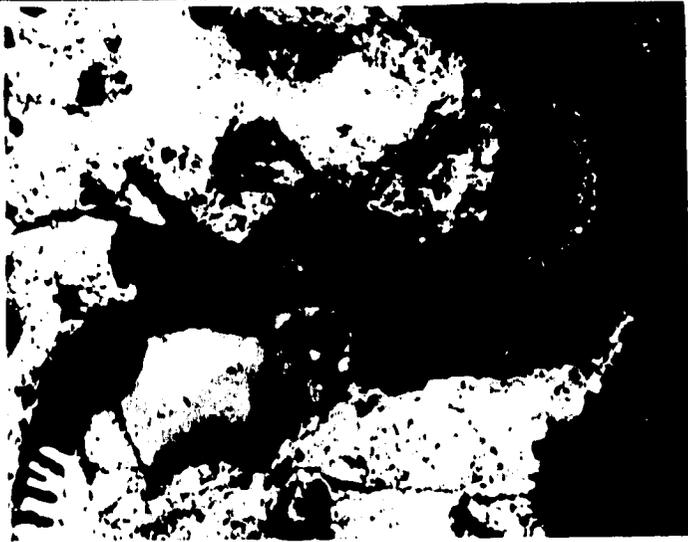


Figura 1, *Preptopremmum rugosum*

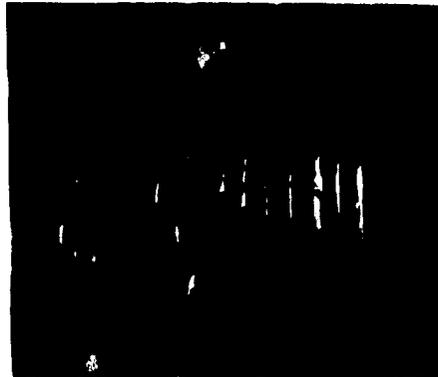


Figura 2. *Ampholenium apolegma*



Figura 3. *Stiberostaurus aestimatus*



Figura 1. *Lomalegnum hormidium*



Figura 2. *Bloischronagma cinctum*

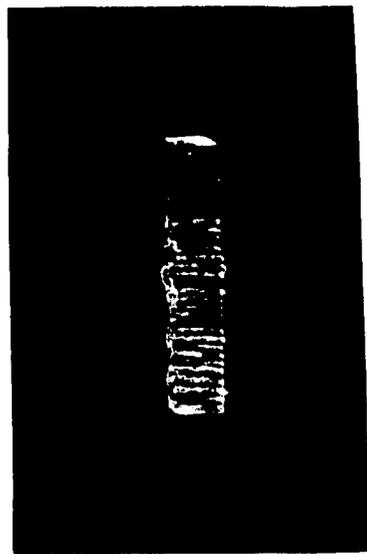


Figura 3. *Dierocalipter doter*



Figura 1. *Floricyclus angustimarga*



Figura 1, *Cupressocrinites izucarensis*



Figura 2, *Cupressocrinites izucarensis*

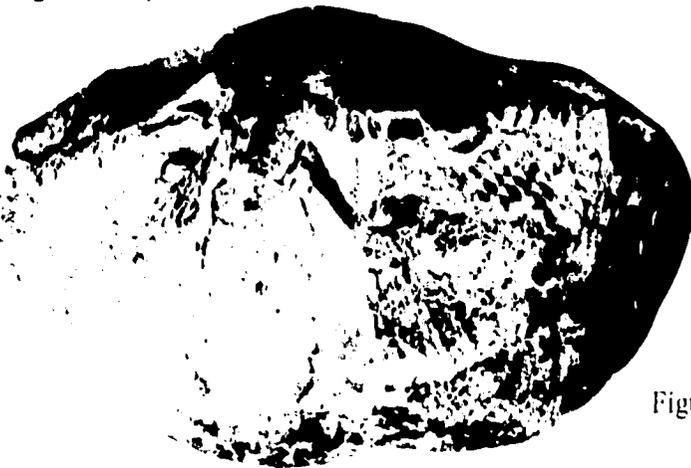


Figura 3, *Dyctioclostus* sp.



Figura 4, *Pentaridica pentagonalis*

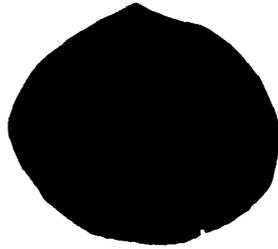


Figura 1- 2. *Tomiopsis kumpuni*

Figura 3 - 4. *Wellerella lemasi minor*

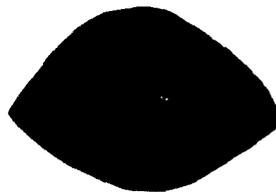
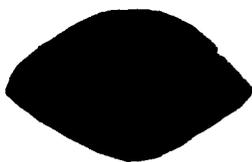
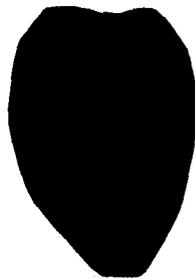
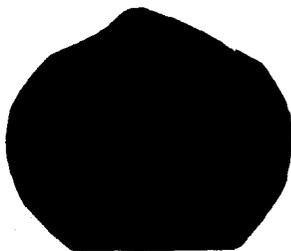
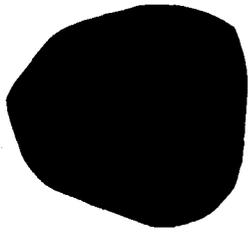


Figura 5 - 8. *Martinia* sp.



1



2

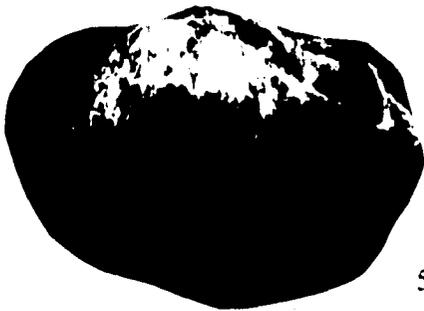


3

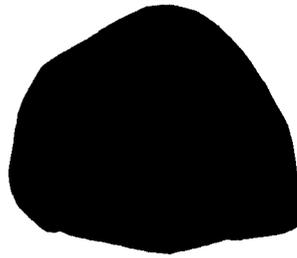


4

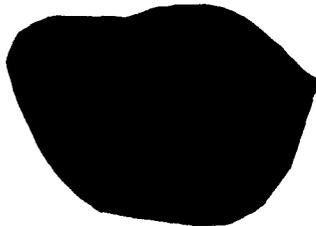
Figuras 1 - 4, *Dielasma spatulatum*



5



6



7

Figuras 5 - 7, *Paramarginifera* sp.



8



9



10



11

Figuras 8 - 11, *Linoproductus* sp.

xx. ANEXO: Cuadros

Cuadro 1. Representativo del tiempo geológico correspondiente al Paleozoico Tardío, en particular de los sistemas Carbonífero y Pérmico con sus divisiones a nivel de época. Los nombres de las épocas corresponden a los sistemas estratigráficos de Norteamérica, con los cuales se homologan los estratos de la República Mexicana.

SISTEM/PERIODO	NIVEL	DURACIÓN	EPOCA
Pérmico	Sup/tardío	230	Ochoano
		240	Guadalupiano
	Inf/temprano	250	Leonardiano/Artinskiano
		260	Wolfcampiano
Pensilvánico	Sup/tardío	270	Virgiliano
		280	Misuriano
	Medio	290	Desmoensiano
	Inf/temprano	300	Atokano/ Derryano
		310	Morrowano
Misisípico	Sup/tardío	320	Springeriano
		325	Chesteriano
	Medio	330	Merameciano
	Inf/temprano	340	Osageano
		345	Kinderhookiano

CUADRO 2. Se muestran las claves de colecta de las muestras relacionadas con su posición cronoestratigráfica, su litología y la localidad donde fueron colectadas.

CLAVE	UNIDAD	PERIODO	EDAD	LITOLOGÍA	LOCALIDAD
8 CEM	III	Pensilvánico	Virgiliana	Arenisca grano fino y arcilla	San Salvador Patlanoaya
9 CEM	III	Pensilvánico	Virgiliana	Arenisca grano fino	San Salvador Patlanoaya
EM01(1)	I	Misisípico	Osageano	Packstone bioclastico arenoso con crinoides	San Salvador Patlanoaya
EM01(2)	I	Misisípico	—	Floatstone posarrecifal	San Salvador Patlanoaya
EM01(3)	I	Misisípico	—	Arenisca grano fino a medio de plataforma clástica	San Salvador Patlanoaya
EM01(4)	I	Misisípico	—	Arenisca grano fino a medio de plataforma clástica	San Salvador Patlanoaya
EM02(1)	III	Pensilvánico	Superior	Packstone bioclástico	San Salvador Patlanoaya
EM02(2)	III	Pensilvánico	Virgiliano	Wackstone-Packstone de bioclastos	San Salvador Patlanoaya
EM02(3)	III	Pensilvánico	Superior	Wackstone-Packstone de bioclastos	San Salvador Patlanoaya
EM02(4)	III	Pensilvánico	Superior	Wackstone con Floatstone y Bindstone de laguna arrecifal	San Salvador Patlanoaya
EM02(5)	III	Pensilvánico	Virgiliano	Banco de arenas carbonatadas Facie 5-6 de Wilson y posarrecife con bioclastos, algo de Floatstone	San Salvador Patlanoaya

EM02(6)	I?	Misisipico?	Osageano ?	Packstone-Wackstone bioclático (probable facies 7 de Wilson)	San Salvador Patlanoaya
EM02(7)	III?	_____	_____	Packstone-Wackstone bioclastico	San Salvador Patlanoaya
EM02(8)	I?II ?	Misisipico? Pensilvánico Medio?	Osageano? Desmoensiano?	Banco de arenas carbonatadas	San Salvador Patlanoaya
EM02(9)	III	_____	_____	Packstone-Wackstone	San Salvador Patlanoaya
EM02(10)	III	Pensilvánico	Virgiliano	Matriz de Packstone con Floatstone (facies 8)	San Salvador Patlanoaya
EM02(11)	III	Pensilvánico	Virgiliano	Packstone y Garinstone bioclastico, banco de arena carbonatada	San Salvador Patlanoaya
EM03(1)	III?	Pensilvánico	superior	Packstone-Wackstone de bioclastos, plataforma interna de laguna	San Salvador Patlanoaya
EM03(2)	III	Pensilvánico	Virgiliano	Packstone-Wackstone de bioclastos, plataforma interna de laguna	San Salvador Patlanoaya
EM03(3)	I	Misisipico?	Osageano ?	Packstone-Wackstone de bioclastos, plataforma interna de laguna	San Salvador Patlanoaya

EM02 (7)	III	Pensilvánico	Virgiliano	Packstone con Bindstone- Floatstone. (facies 5 de wilson)	San Salvador Patlanoaya
O-1	_____	Carb. Sup-Pérm.	_____	Arenisca grano fino a medio, ambiente de plataforma clástica interna	Olinalá
O-2	_____	Pensil.- Medio	_____	Arenisca de grano fino a medio, ambiente de plataforma clástica interna	Olinalá
O-3	_____	Pensilvánico	_____	Arenisca de grano fino a medio, ambiente de plataforma clástica interna	Olinalá
O-4	_____	Pensil. Medio	_____	Arenisca de grano fino a medio, ambiente de plataforma clástica interna	Olinalá
O-5	_____	Carb. Inf- Perm.Sup.	_____	Arenisca de grano fino a medio, ambiente de plataforma clástica interna	Olinalá
O-6	_____	Pensil. Sup.- Pérm.	_____	Arenisca de grano fino a medio, ambiente de plataforma clástica interna	Olinalá

O-7	_____		_____	Arenisca de grano fino a medio, ambiente de plataforma clástica interna	Olinalá
O-8	_____	Misisipico.- Pérm. Sup.	_____	Arenisca de grano fino a medio, ambiente de plataforma clástica interna	Olinalá
O-9	_____	Pensilvánico Medio	_____	Arenisca de grano fino a medio, ambiente de plataforma clástica interna	Olinalá

Cuadro 3. Se muestran los valores calculados para el índice de Sorensen en diferentes combinaciones de intervalos estratigráfico, Los datos son tomados de acuerdo a la explicación del Índice en METODO.

ÍNDICE DE SORENSEN	PARÁMETROS	DATOS
S 1 = 0.15	Suma de crinoides y braquiópodos de todos los estratos de la Formación, (Patlanoaya y Olinalá) tomando en cuenta solo las colectas de este trabajo	A = 3 braquiópodos y 14 crinoides de Patlanoaya B = 6 braquiópodos más tres crinoides de Olinalá C = 1 braquiópodo y 1 crinoide comunes entre ambas
S 2 = 0.11	Suma de crinoides de Patlanoaya y de Olinalá de todos los estratos de las formaciones y solo las colectas de este trabajo	A = 4 crinoides de Patlanoaya; B = 3 crinoides de Olinalá C = 1 crinoide común entre ambas
S 3 = 0.00	Suma de crinoides y braquiópodos de las dos localidades muestreadas en este trabajo, teniendo en cuenta las de edad Misisípica únicamente	A = 6 crinoides y tres braquiópodos de Patlanoaya B = 0 crinoides y 1 braquiópodos de Olinalá C = 0 comunes entre ambas
S 4 = 0.30	Suma total de especies de crinoides más braquiópodos, tomando únicamente el Pensilvánico de las dos localidades muestreadas en este trabajo	A = 9 crinoides y 2 braquiópodos de Patlanoaya B = 2 crinoides y 4 braquiópodos de Olinalá C = 1 crinoide y 1 braquiópodo comunes entre ambas
S 5 = 0.00	Suma de crinoides y braquiópodos tomando en cuenta solo el Pérmico de Patlanoaya y Olinalá muestreado en este trabajo	A = 0 crinoides y 3 braquiópodos de Patlanoaya B = 1 crinoide y 4 braquiópodos de Olinalá C = 0 comunes entre ambas
S 6 = 0.15	Suma de crinoides y braquiópodos tomando en cuenta todo el Carbonífero de Patlanoaya y Olinalá muestreado en este trabajo	A = 14 crinoides y 3 braquiópodos de Patlanoaya B = 3 crinoides y 6 braquiopodos de Olinalá C = 1 crinoide y 1 braquiópodo comunes
S 7 = 0.04	Suma que toma en cuenta los crinoides y los braquiópodos del Misisípico de todos los trabajos hechos en Patlanoaya y Olinalá	A = 6 crinoides y 29 braquiópodos de Patlanoaya B = 0 crinoides y 6 braquiópodos de Olinalá C = 1 braquiópodo común

S 8 = 0.25	Suma que toma en cuenta los crinoides y braquiópodos solo del Pensilvánico incluyendo todos los trabajos revisados para Patlanoaya y Olinalá	A = 8 crinoides y 2 braquiópodos de Patlanoaya B = 2 crinoides y 4 braquiópodos de Olinalá C = 1 crinoide y 1 braquiópodo comunes
------------	--	---

Cuadro 4. Se muestran las especies comunes de crinoides y braquiópodos entre las localidades de Patlanoaya, Pue.; Olinalá, Gro.

LISTADO DE ESPECIES DE CRINOIDES	PATLANOAYA	OLINALÁ
<i>Cyclocaudex jucundus</i>	X	X
<i>Preptopremnum rugosa</i>	X	
<i>Ampholenium apolegma</i>	X	
<i>Lomalegnum hormidium</i>	X	
<i>Blothronagma cinctutum</i>	X	
<i>Dierocalipter doter</i>	X	
<i>Floricyclus welleri</i>	X	
<i>Stiberostaurus aestimatus</i>	X	
<i>Mooreanteris waylandensis</i>	X	
<i>Cyclocrista</i> cf. <i>C. cheneyi</i>	X	
<i>Cyclocaudex typicus</i>	X	
<i>Mooreanteris perforatus</i>	X	X
<i>Cyclocaudex costatus</i>	X	
<i>Cupressocrinites</i>	X	
<i>Pentaridica pentagonalis</i>		X

Cuadro 5. Se enlistan las especies de crinoides fósiles encontradas en todo México de acuerdo con Buitrón y Solis-Marin (1993) comparando sendos listados de las localidades que se estudian en el presente trabajo.

ESPECIES PRESENTES EN MÉXICO, SEGÚN BUITRÓN Y SOLIS-MARIN (1993)	ESPECIES PRESENTES EN LA LOCALIDAD DE OLINALA (EN ESTE TRABAJO)	ESPECIES PRESENTES EN LA LOCALIDAD DE SAN SALVADOR PATLANOAYA (EN ESTE TRABAJO)
<i>Angulocrinus polyclonus</i>		
<i>Apiocrinus tehuantepec</i>		
<i>Balanocrinus mexicanus</i>		
<i>Barychyr anodus</i>		
<i>Cyclocaudex cf. C. costatus</i>	_____	
<i>Cyclocaudex insaturatus</i>		
<i>Cyclocaudex jucundus</i>		<i>Cyclocaudex jucundus</i>
<i>Cylindrocauliscus fiski</i>		
<i>Hetrosteleachus jeffordsi</i>		
<i>Heterosteleachus keithi</i>		
<i>Lamprosterigma mirificum</i>	_____	_____
<i>Mooreanteris sansaba</i>		
<i>Parspaniocrinus beinerti</i>		
<i>Plummeanteris sansaba</i>		
<i>Saccocoma sp.</i>		
		<i>Preptopremnum rugosa</i>
		<i>Ampholenium apolegma</i>
		<i>Lomalegnum hormidium</i>
		<i>Blothronagma cinctutum</i>
		<i>Dierocalipter doter</i>
		<i>Floricyclus cf. F. welleri</i>
		<i>Stiberostaurus aestimatus</i>
		<i>Mooreanteris waylandensis</i>
		<i>Cyclocrista cf. C. cheneyi</i>
		<i>Cyclocaudex cf. C. typicus</i>
	<i>Mooreanteris cf. M. perforatus</i>	<i>Mooreanteris perforatus</i>
	<i>Pentaridica pentagonalis</i>	
		<i>Cyclocaudex costatus</i>
		<i>Cupressocrinites izucarensis</i>

Cuadro 6. Se enlistan las especies de braquiópodos fósiles encontradas en México comparativamente entre los trabajos de Vázquez (1986), Villaseñor *et al.* (1987), Vachard *et al.* (1993), González-Arreola *et al.* (1994) y el presente.

OLINALÁ	SAN SALVADOR PATLANOAYA	OLINALÁ	PATLANOAYA	OLINALÁ	OLINALÁ
Vázquez, 1986	Este trabajo, 1995	Este trabajo, 1995	Villaseñor <i>et al.</i> , 1987	Vachard <i>et al.</i> , 1993	González-Arreola <i>et al.</i> , 1994
Mis. Inf	<i>Dyctioclostus sp.</i> ?	<i>Dielasma spatulatum</i> <i>Wellerella lemasi</i>	Mis. Inf.	Perm. Sup.	Perm. Medio
<i>Echinoconchus biseriatus</i> , <i>Dyctioclostus fernglenensis</i> , <i>D. burlingtonensis</i> , <i>D. inflatus</i> , <i>Syrungothyris texta</i> , <i>Torynifer pseudolinet</i> <i>a</i> , <i>Margininctus siltun</i> , <i>Mrginifera adairensis</i> , <i>Setigerites setigerus</i> , <i>Eumetria sp.</i> , <i>Schizophoria swallovi</i> , <i>Spirifer keokuk</i> , <i>S. arkansanus</i> , <i>S. increbescens</i> , <i>Diaphragmus cetriensis</i> , <i>Athyris lamellosa</i> , <i>Cleithyridina sublamellosa</i> .		Pens. sup. <i>Paramarginifera sp.</i> , <i>Dielasma sp.</i> , <i>Martinia sp.</i> , <i>Tomioopsis sp.</i> , <i>Linoproductus sp.</i>	<i>Actinoconchus squamosus</i> , <i>A. planosulcatus</i> , <i>Martinothyris lineaus</i> , <i>Sinuatella sinuata</i> , <i>Asyrinxia lata</i> , <i>Unispirifer sp.</i> , <i>Spirifer gregeri</i> , <i>Punctospirifer sp.</i>	<i>Dyctioclostus depressus</i> , <i>Composita sp.</i> , <i>Wellerella sp.</i> , <i>Cancrinella sp.</i> , <i>Orbiculoidea sp.</i>	<i>Orbiculoidea ovalis</i> , <i>Thamnosia depressa</i> , <i>Spiriferelina cristata</i> , <i>Leiorhynchoid ea schucherti</i> , <i>Cancrinella rugosa</i> , <i>Krotovia sp.</i> , <i>Wellerella sp.</i> , <i>Hustedia sp.</i> , <i>Composita sp.</i> , <i>Costiferina sp.</i>
Mis. Sup.			Pens. Medio <i>Antiquatonia sp.</i> , <i>Reticulatia sp.</i> , <i>Productus sp.</i> , <i>Linoproductus sp.</i> , <i>Koslowskia sp.</i>		
<i>Reticularina spinosa</i> .			Pens. Sup. <i>Crenispirifer sp.</i> , <i>Productus sp.</i> , <i>Spiriferella sp.</i>		
Pens. Inf.			Perm. Inf. <i>Wolfcampiano</i>		
<i>Neospirifer cameratus</i> , <i>Enteleites hemiplicatus</i> , <i>Chaetetes milleporaceus</i> , <i>Lophophilium profundum</i> , <i>Caninia torquia</i> .			<i>Wellerello sp.</i> , <i>Palaeomutela sp.</i> , <i>Schizodus sp.</i> , <i>Bactrites sp.</i>		
Pens. Sup.			Leonardiano		
<i>Amblyosphanella steinmann</i>			<i>Bactrites sp.</i>		

Cuadro 7. Donde se resumen las posiciones estratigráficas de las especies del Paleozoico Superior.

ESPECIE	MISISIPICO	PENSILVANICO	PERMICO
PATLANOAYA			
<i>Cyclocaudex typicus</i> , <i>C. jucundus</i> , <i>Mooreanteris perforatus</i>		Virgiliana	
<i>Cyclocaudex jucundus</i> , <i>Ampholenium apolegma</i>		Virgiliana	
<i>Lomalegnum hormidium</i> , <i>Blotironagma cinctutum</i> , <i>Preptopremnum rugosum</i> , <i>Espiriferido?</i>		Atokano	
<i>Espiriferidos?</i>	Misisípico		
<i>Preptopremnum rugosum</i>	Misisípico		
<i>Siberostaurus aestimatus</i>	Misisípico		
		Superior	
<i>Cyclocrista? cheneyi?</i> <i>Mooreanteris waylandensis</i> .		Virgiliano	
<i>Preptopremnum rugosa?</i> , <i>Mooreanteris perforatus</i> , <i>Floricyclus welleri?</i>		Virgiliano	
<i>Dierocalipter doter</i>	Osageano		
<i>Floricyclus welleri?</i>	Osageano	Desmoenesiano?	
<i>C. jucundus</i> , <i>M. waylandensis</i>		Virgilano	
<i>C. jucundus</i> , <i>M. perforatus</i> , <i>C. typicus</i>		Virgiliano	
<i>Preptopremnum rugosum</i> ,		Superior	
<i>Cyclocaudex typicus</i>		Virgiliano	

<i>Ampholenium apolegma</i>	Osageano?		
<i>Cupressocrinites izucarensis</i>		Virgiliano	

OLINALA

<i>Tomioptis sp.</i>		Virgiliano	Wolfcampiano
<i>Wellerella tetrahedra</i>			Wolfcampiano?
<i>Martinia sp.</i>		Virgiliano?	Wolfcampiano?
<i>Dielasma sp.</i>			Wolfcampiano?
<i>Paramarginifera sp.</i>		Virgiliano?	Wolfcampiano?
<i>Linoproductus sp.</i>			Wolfcampiano?
<i>Pentaridica pentagonalis</i>		Desmoenesiano-Virgiliano	