

00361
30
2eje.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

División de Estudios de Posgrado

**Braquiópodos Pensilvánicos del Area de
Santiago Ixtaltepec, Municipio de
Nochixtlán, Oaxaca.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:

Maestro en Ciencias (Biología)

P r e s e n t a

Francisco Sour Tovar

Directora de Tesis.: Maestra en Ciencias Sara Alicia Quiroz Barroso

México, D.F.

1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

El autor agradece sinceramente a la Dra. Gloria Alencaster Ibarra, al M. en C. Pedro García Barrera, a la Dra. Marisol Montellanos Ballesteros, al M. en C. Jerjes Pantoja Alor, a la M. en C. Sara Alicia Quiroz Barroso, al Dr. Francisco Vega Vera y al Dr. Reinhard Weber Göbel la revisión, las observaciones, críticas y sugerencias hechas al manuscrito original y que sin lugar a dudas lo mejoraron de manera sustancial.

Al Biólogo Héctor E. Hernández Campos le agradezco de manera muy especial todo su tiempo y trabajo dedicado a la elaboración del material fotográfico.

Al Biólogo Luis Chavez García, también le doy las gracias por la corrección de estilo de este trabajo.

A los compañeros del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, profesores y estudiantes, gracias por su compañía y colaboración durante las actividades de campo.

Indice

| | |
|--|----|
| Resumen | 1 |
| Introducción | |
| a. Antecedentes | 2 |
| b. Objetivos | 3 |
| Area de Estudio | |
| a. Localización | 3 |
| b. Estratigrafía | 6 |
| c. Unidades de Muestreo | 9 |
| Paleontología Sistemática | 11 |
| Discusión | |
| a. Tafonomía y Paleoambiente | 36 |
| b. Análisis estratigráfico y edad de la fauna. | 39 |
| c. Paleogeografía y Paleobiogeografía | 41 |
| Conclusiones | 46 |
| Literatura Citada | 47 |

Braquiópodos Pensilvánicos del Área de Santiago Ixtaltepec,
Municipio de Nochixtlán, Oaxaca.

Resumen

Se describe la fauna de braquiópodos encontrada en la sección tipo de la Formación Ixtaltepec (Arroyo de las Pulgas, Santiago Ixtaltepec, Oaxaca). Las especies descritas pertenecen a la Clase Inarticulata, Orden Acrotretida (*Orbiculoidea missouriensis*); Clase Articulata, Orden Strophomenida (*Orthotetes mixteca*, *Derbyia crassa*, *Neochonetes granulifer*, *Neochonetes* sp., *Sinuatella oaxacensis*, *Echinaria semipunctata*, *Reticulatia huecoensis*, *Linoproductus echinatus* y *Linoproductus planiventralis* var. *ixtaltepensis*); Orden Rhynchonellida (*Leiorhyncus carboniferus*; y Orden Spiriferida: *Composita ovata*, *Anthracospirifer occiduus*, *Neospirifer dunbari*, *Neospirifer* sp. y *Punctospirifer transversus*). En particular *Neochonetes* sp. y *Neospirifer* sp. se consideran nuevas especies.

La distribución estratigráfica desigual de la fauna en la formación, se explica por diferencias ambientales durante la sedimentación de las distintas unidades. El análisis paleoecológico señala la existencia de dos tipos de biocenosis, las cuales ocuparon ambientes arrecifales y periarrecifales.

Los alcances estratigráficos y la distribución geográfica de las especies permiten establecer una edad Morroviana-Desmoinesiana para las rocas portadoras, así como una gran similitud con faunas pensilvánicas de la región centro-este de Norteamérica, en particular con las de la provincia del "Mid-Continent", región con la que se establece una conexión geográfica y ambiental.

Introducción.

a. Antecedentes

Dentro de la fauna de invertebrados de origen marino que se ha colectado en las rocas pensilvánicas de la Formación Ixtaltepec, los braquiópodos representan al grupo más sobresaliente por su abundancia relativa, siendo también uno de los más diversificados. Su importancia se debe a la información estratigráfica y paleoambiental que brindan, dado el conocimiento que se ha alcanzado mundialmente sobre la historia biológica y geológica del grupo.

En México existen diversas localidades paleozoicas, sin embargo la fauna de braquiópodos fósiles, al igual que la biota paleozoica en general, sólo son conocidas superficialmente, y los estudios sobre ellas apenas empiezan a generarse. Esto ha provocado que no existan las bases paleontológicas para establecer relaciones estratigráficas, paleogeográficas o tectónicas con otras localidades de México o de otras regiones del mundo.

La Formación Ixtaltepec fue descrita originalmente por Pantoja-Alor (1970), quien reconoció el origen marino de sus sedimentos, la asignó al Pensilvánico temprano-medio por el hallazgo de los braquiópodos *Anthracospirifer occiduus* (espiriférido) y *Linoproductus* sp. (estrofoménido). A partir de esa fecha se han realizado diversas colectas y se ha detectado la existencia de una gran diversidad de invertebrados fósiles, con ciertas variaciones específicas en los diferentes niveles estratigráficos. Para México, esta fauna representa posiblemente la más rica en especies de invertebrados carboníferos y ya se cuenta con las descripciones formales de trilobites (Morón y Perrilliat, 1988) y braquiópodos estrofoménidos (Sour y Quiroz, 1989).

Además de estas publicaciones, para los afloramientos carboníferos del área de Santiago Ixtaltepec se han realizado estudios paleoecológicos (Sour et al., 1982; Morales, 1984) en los que se describen las características paleoambientales y se reportan algunos géneros y especies de invertebrados. Sobre estos taxa, un análisis preliminar indicó la existencia de diversos errores en las determinaciones sistemáticas que, en cuanto a los braquiópodos referidos previamente, se corrigen en el presente trabajo.

b. Objetivos:

El presente estudio tiene como objetivo describir sistemáticamente a la fauna de braquiópodos en su conjunto, determinar su distribución estratigráfica y establecer correlaciones estratigráficas con otras localidades de México y el mundo. Con ello se piensa sentar las bases para futuras correlaciones o comparaciones paleoambientales, geológicas o paleogeográficas. Este trabajo se enmarca dentro del proyecto "Invertebrados Paleozoicos del área de Santiago Ixtaltepec, Oaxaca" que se desarrolla en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, y cuya finalidad es dar a conocer en su totalidad la fauna de la región.

Area de Estudio

a. Localización

La Formación Ixtaltepec aflora en diversas localidades que se ubican aproximadamente entre los 17° 30' y 17° 35'

latitud Norte y los 97° 05' y 97° 10' longitud Oeste. Todas se encuentran en el Municipio de Nochixtlán, Oaxaca. (fig. 1).

La sección tipo se encuentra en el Arroyo de las Pulgas, aproximadamente a 600 metros al norte del poblado de Santiago Ixtaltepec. Alrededor de este poblado se encuentran otros afloramientos importantes como son el que se ubica en los terrenos circundantes al cementerio local y los que se encuentran a todo lo largo del camino que une a la Cumbre Ixtaltepec con Santiago Ixtaltepec. El trayecto de este camino se intercepta con diversos arroyos, incluido el de las Pulgas, y en la mayoría de ellos aflora la Formación Ixtaltepec. Al sureste de Santiago Ixtaltepec, en la vereda que corre del poblado de San Pedro Cántaros hacia el arroyo Totoyac, se han descubierto recientemente nuevos afloramientos de esta Formación y en algunos estratos existe gran abundancia de paleofauna. En el Arroyo Tiuno, cercano al poblado de Yododeñe, se observa la cima de la formación con algunas capas de lutita fosilífera.

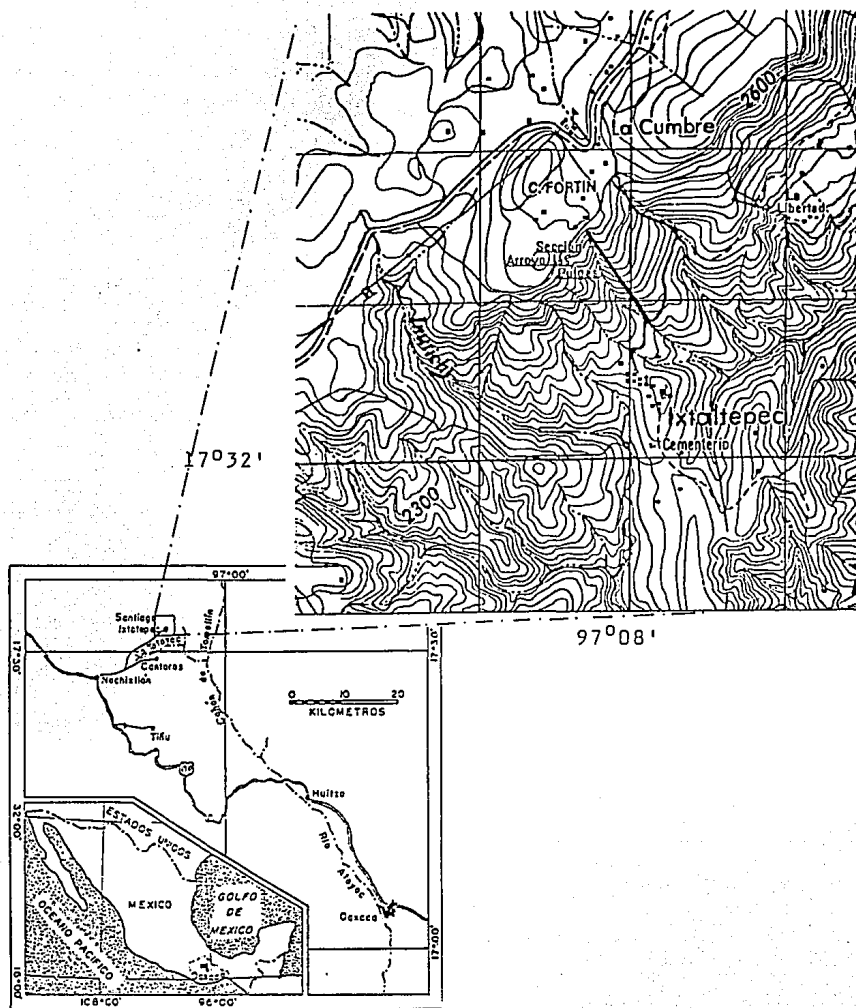


Figura 1. Localización del área de estudio. A. Mapa general. B. Mapa topográfico y ubicación de la sección del Arroyo de las Pulgas al norte de Santiago Ixtaltepec, Municipio de Nochixtlán, Oaxaca.

b. Estratigrafía.

La Formación Ixtaltepec fue descrita originalmente por Pantoja-Alor (1970) y en su localidad tipo, ubicada en el Arroyo de las Pulgas, presenta un espesor de 430 metros. En la misma localidad (fig. 2), subyaciendo concordantemente a esta formación, se encuentran rocas misisípicas de la Formación Santiago, la cual a su vez descansa discordantemente sobre las rocas del Cámbrico y Ordovícico de la Formación Tiñú (Robison y Pantoja-Alor, 1968; Pantoja-Alor, 1970; Sour y Buitrón, 1987). En el Arroyo Tiuno, cercano al poblado de Yododeñe, se observa, suprayaciendo a la Formación Ixtaltepec, una serie de conglomerado que ha sido asignado a la Formación Yododeñe (Pantoja-Alor, 1970), de posible edad pérmica. En la base de la secuencia paleozoica se encuentran, en franca discordancia angular, rocas metamórficas del Precámbrico Superior y en la cima de la secuencia se encuentran calizas del Cretácico Inferior no descritas formalmente.

La Formación Ixtaltepec (Figura 3) se caracteriza en sus primeros 100 metros por una alternancia de arenisca, calcarenita, caliza y lutita ligeramente pizarrosa, rocas en que predominan colores grises:

En los siguientes 330 metros predominan estratos de lutita verde, café o gris azulosa, con intercalaciones gruesas de limonita y arenisca. Como rasgos sobresalientes en esta sección, aproximadamente a 390 metros sobre la base de la formación se encuentran capas de lutita con ondulitas, y cerca de la cima una serie de dique-estratos. En la parte más alta y en contacto con el conglomerado de la Formación Yododeñe se observa una dominancia de arenisca de grano medio.

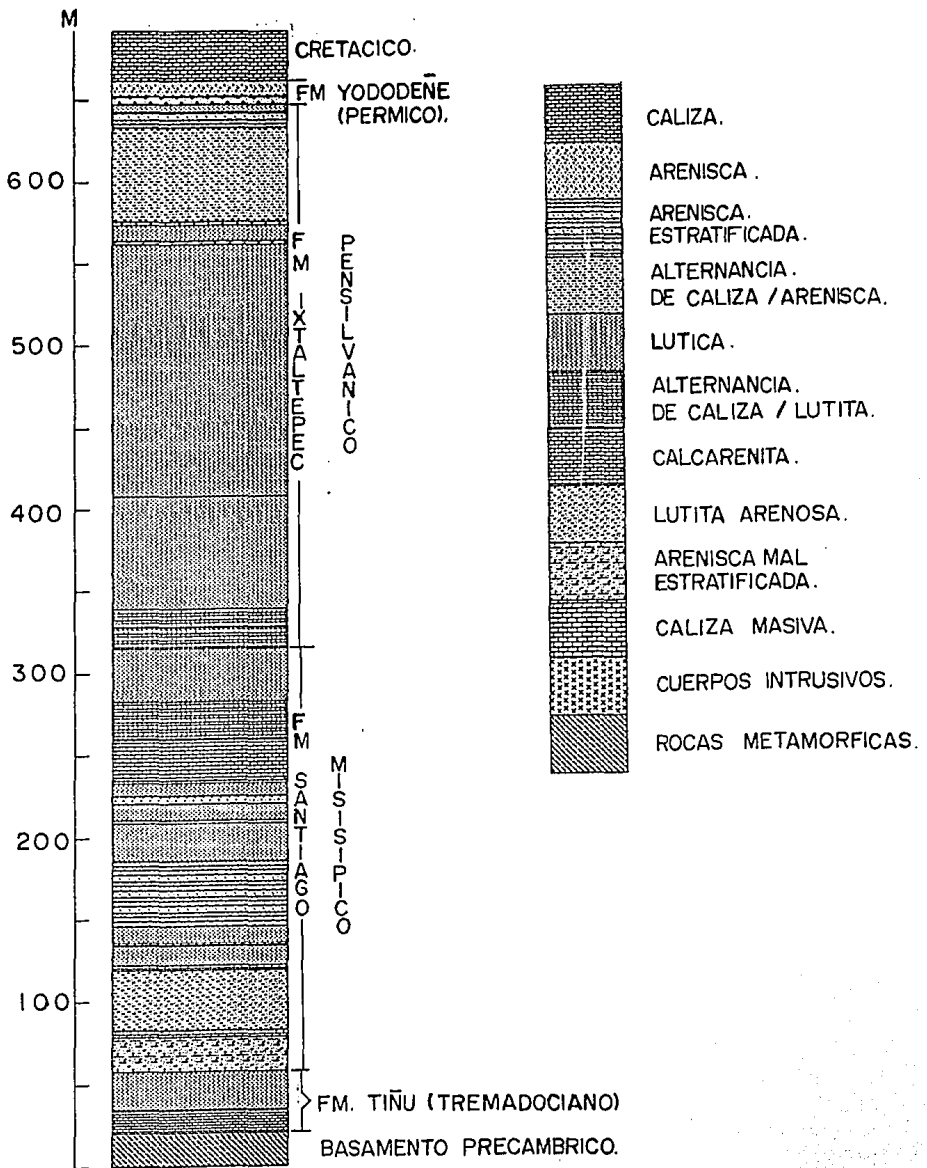


Figura 2. Columna estratigráfica de la sección paleozoica medida en el Arroyo de las Pulgas al norte de Santiago Ixtaltepec (de acuerdo a Pantoja-Alor, 1970).

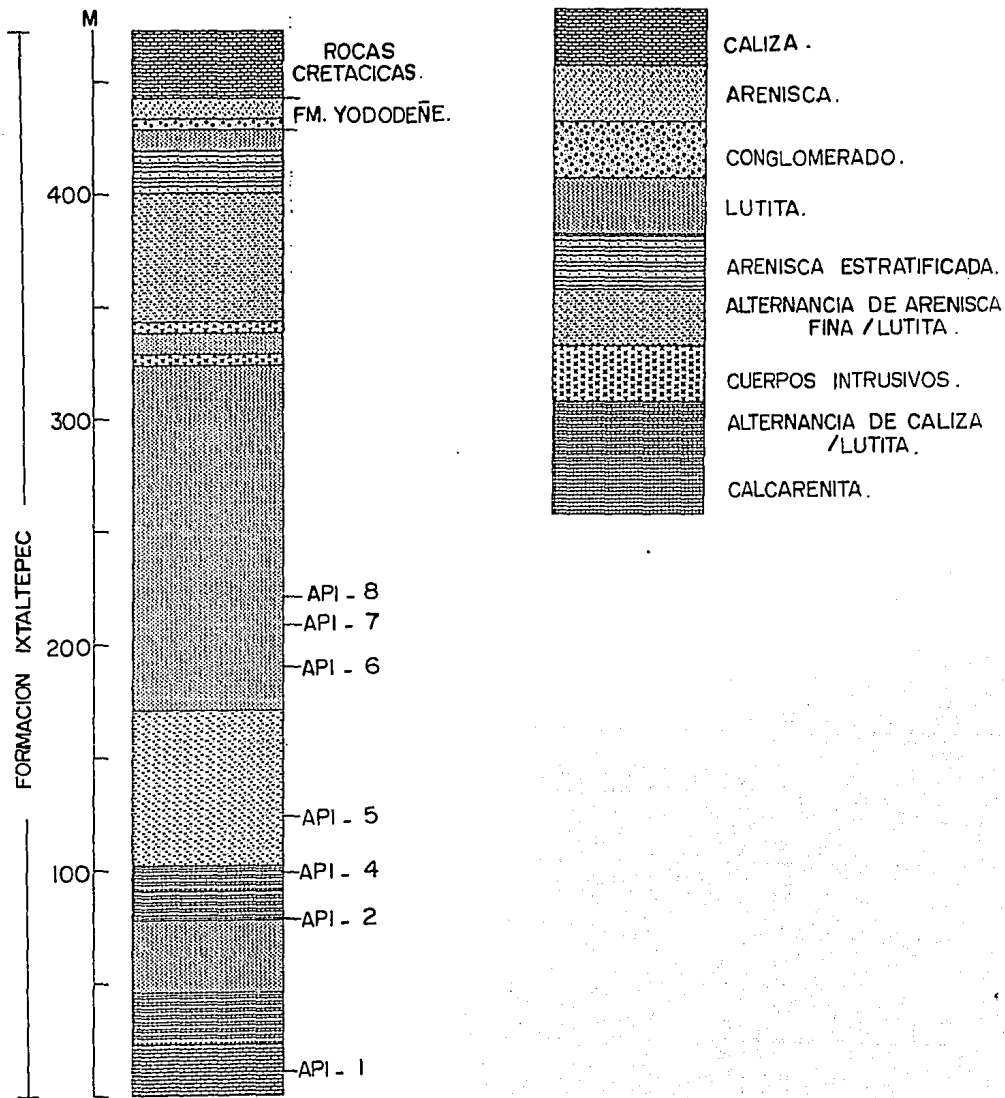


Figura 3. Columna estratigráfica de la Formación Ixtaltepec en su sección del Arroyo de las Pulgas y ubicación de las unidades de muestreo API-1-API-8.

c. Unidades de Muestreo

Para la realización de las colectas y con el fin de establecer la distribución estratigráfica de los braquiópodos estudiados, se tomó como base la sección elaborada por Pantoja-Alor (1970), se establecieron ocho unidades de muestreo, elegidas por su abundancia fosilífera y se les ubicó con precisión en la columna. En los estratos intermedios también se llevaron a cabo colectas y observaciones de campo, con la finalidad de evitar errores en la zonación estratigráfica de la fauna.

En este trabajo, las claves usadas para señalar las unidades de colecta hacen referencia a la localidad de trabajo (AP = Arroyo de las Pulgas), a la Formación (I = Ixtaltepec), al nivel estratigráfico (1-8) y son las utilizadas en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Los niveles estratigráficos que se señalan corresponden a la altura medida a partir de la base de la Formación Ixtaltepec y se señalan en la Figura 3.

API-1 Arenisca calcárea de color gris claro, intercalada con capas delgadas de caliza y lutita. Se ubica en la base de la columna.

API-2 Lutita lustrosa intercalada con calizas masivas. A 70 m de la base de la columna.

API-3 Lutita lustrosa intercalada poco fosilífera. A 75-80 m de la base de la columna.

API-4 Lutita de color gris oscuro, a la intemperie café amarillento, con lentes y concreciones calcáreas. A 90 m de la base de la columna.

API-5 Arenisca calcárea gris, intercalada con lutita café oscuro, que presenta ondulitas sinuosas en fase y festoneadas desfasadas. A 140 m de la base de la columna.

API-6 Lutita de color café oscuro y amarillo, intercalada con arenisca calcárea verde olivo que intemperiza a café claro. A 180 m de la base de la columna.

API-7 Lutita gris oscuro que intemperiza a café. Algunos estratos presentan laminación cruzada. A 210 m de la base de la columna.

API-8 Lutita gris oscuro que intemperiza a ocre amarillento, muy deleznable. A 230 m de la base de la columna.

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Los ejemplares tipo utilizados para las descripciones se encuentran depositados en el Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. La clave E1, corresponde a la localidad de Santiago Ixtaltepec, Municipio de Nochistlán, Oaxaca.

Phylum Brachiopoda Dumeril, 1806

Clase Inarticulata Huxley, 1869

Orden Acrotretida Kuhn, 1949

Suborden Acrotretidina Kuhn, 1949

Superfamilia Discinacea Gray, 1840

Familia Discinidae Gray, 1840

Subfamilia Orbiculoideinae Schuchert & LeVene, 1929

Género *Orbiculoidea* D'Orbigny, 1847

Especie tipo: *Orbicula forbesi* Davidson, 1848, p. 334.
Silúrico de Inglaterra.

Orbiculoidea missouriensis (Shumard, 1858)

Lámina I, Figuras 1, 2, 3.

Sinonimia:

Discina missouriensis Shumard, 1858. p. 291. lám. 8.

Discina manhattanensis Meek and Hayden, 1859. p. 25.

Orbiculoidea manhattanensis Hall and Clark 1891. lám. V fig. 12.

Orbiculoidea manhattanensis Hall and Clark 1892. lám. 4, fig. 20.

Orbiculoidea missouriensis Dunbar and Condra, 1932. p. 42-45, lám. 1, figs. 12-17.

Descripción. Concha de tamaño medio, normalmente con un diámetro de 8 a 10 mm en ejemplares maduros. Presenta forma

circular ligeramente elongada, siendo más larga que ancha, más ancha en su parte proximal.

La valva dorsal es cónica de forma oblicua. Posee un ápice obtuso situado hacia el primer tercio de la valva en la región charnelar. La pendiente anterior al umbo es ligeramente convexa; la posterior es recta o ligeramente cóncava. Presenta una altura cercana a un tercio del diámetro de la valva. Esta valva está ornamentada en su parte externa por finas líneas radiales (lirae) que en la parte central aparentan ser de crecimiento, y que en la parte periférica están claramente separadas por interespacios aplanados y con una distribución de 8 a 10 por cada 2 mm. En la parte interna carece de ornamentaciones. La valva ventral es relativamente plana, su ápice es subcentral, llegando a ser ligeramente cóncava en su arte anterior y ligeramente convexa en su parte posterior. Posee un surco pedicelar bien marcado que mide de 2 a 2.5 mm y que aparentemente reduce proporcionalmente su diámetro durante la ontogenia. Esta valva presenta una ornamentación, tanto interna como externa, semejante a la de la valva dorsal, que en la mayoría de los ejemplares se encuentra mejor preservada.

Discusión. *Orbiculoidea missouriensis* difiere de *O. interlineata* (Easton, 1962) que alcanza tamaños de hasta 22 mm de diámetro y un patrón de ornamentación en el que las líneas radiales están separadas por depresiones claramente estriadas. *O. missouriensis* también se comparó con *O. keokuk* Gurley (in Easton, 1962) que llega a presentar tamaños hasta tres veces mayores al promedio de la primera.

La tercera especie comparada fue *O. wyomingensis* (Branson and Greger, 1918). El tamaño de esta especie en promedio es del doble de *O. missouriensis* y también se diferencia por la parte interna de sus valvas, que reflejan claramente la ornamentación externa.

Observaciones: *Orbiculoidea missouriensis* es conocida como una especie pensilvánica-pérmica de amplia distribución en

la región del "Mid Continent" en Estados Unidos (Shimer and Shrock, 1944; Sturgeon and Hoare, 1968; Dunbar and Condra, 1932). En la Formación Ixtaltepec se colectó en las Unidades API-6, API-7 y API-8.

Hipotipos: E1-1361, E1-1370, E1-1748.

Clase Articulata Huxley, 1869
Orden Strophomenida Opik, 1934
Suborden Strophomenidina Opik, 1934
Superfamilia Davidsoniacea King, 1850
Familia Orthotetidae Waagen, 1884
Subfamilia Orthotetinae Waagen, 1884
Género *Orthotetes* Fisher de Waldheim, 1829.

Especie tipo. *Orthotetes radiata*, Fisher de Waldheim, 1829, p. 375, lám. 20, fig. 4. Carbonífero de Rusia.

Orthotetes mixteca Sour y Quiroz, 1989.

Lámina I, Figuras. 4, 5, 6, 7.

Sinonimia:

Orthotetes mixteca Sour y Quiroz 1989, p. 9-10, lám. 3, figs. 1a-1d.

Descripción. Conchas grandes, con un ancho de hasta 5.3 cm y largo de 3.9; de forma semicircular con un margen posterior recto; presenta una serie de pliegues radiales separados entre sí a distancias variables. El proceso cardinal es corto pero bien desarrollado; se presenta un septo medio que se fusiona al proceso cardinal formando una cámara triangular pequeña y que está bordeada por una área muscular de forma circular y flabelada. El umbo es pequeño, ligeramente prominente, de forma triangular y sin proyectarse más allá de la línea cardinal. El área cardinal

es lineal. Siendo multicosteladas las valvas, las costillas se presentan en un patrón muy característico, alternándose dos costillas finas y bajas con una costilla fina y alta. Se presentan en conjunto 7 costillas por cada 0.5 cm en la parte distal de la concha, número que se alcanza por bifurcación de las costillas a través de las líneas de crecimiento. La valva pedicelar es semiconvexa, forma que se acentúa en la zona posterior, sobre el umbo; la valva braquial es planoconvexa.

Discusión. Se comparó a *Orthotetes mixteca* con *O. guadalupensis*, *O. declivis*, *O. distortus* (Girty, 1908), *O. keokuk*, *O. kaskadiensis* (Hall, 1859), *O. radiata*, *O. socialis* (Fisher de Waldheim, 1850) y con *O. callytharrensensis* (Thomas, 1910), diferenciándose de todas ellas por el patrón costelar descrito y por la forma circular del área muscular que rodea a la fusión del proceso cardinal y el septo medio. *O. guadalupensis* además es diferente por presentar una concha de forma subpiramidal y una valva ventral altamente cónica. *O. declivis* también presenta esta forma cónica en su valva ventral y además, al igual que *O. distortus* es de dimensiones mucho menores a *O. mixteca*. *O. keokuk* se diferencia por ser de mayores dimensiones y presentar una línea cardinal redondeada en sus extremos. *O. kaskadiensis* presenta una valva ventral cóncava. *O. radiata* es diferente también por presentar sus valvas menos convexas y presentar, al igual que *O. socialis*, una cámara de forma cuadrangular y no triangular como la *O. mixteca*.

Observaciones: El género *Orthotetes* posee una distribución cosmopolita (Williams et al., 1965) y en particular para el Misisípico-Pérmico de Estados Unidos (Shimer and Shrock, 1944; Easton, 1962; Sturgeon and Hoare, 1968). En la Formación Ixtaltepec se colectó en las unidades API-5, API-6, API-7 y API-8.

Holotipo: Ejemplar E1-1320. Paratipos: E1-1317, E1-1321, E1-1323, E1-1324.

Subfamilia Derbyiinae Stehli, 1954

Género *Derbyia* Waagen, 1884

Especie tipo: *P. regularis* Hall y Clarke, 1892, p. 576 del Pérmico de Estados Unidos.

Derbyia crassa (Meek and Hayden)

Lámina I, Figuras 8 y 9.

Sinonimia.

Orthisina crassa Meek and Hayden, 1859. p.261.

Hemipronites crassus Meek and Hayden, 1864, p. 26. pl. 1, fig. 7.

Derbya crassa Girty, 1915, p. 54-58, pl. 6, figs. 1-1c.

Derbya crassa Dunbar y Condra, 1932, Nebraska Geol. Surv. Bull. 5 p. 79-83, pl.3 figs.1-12.

Derbyia crassa Cooper (in Shimer and Shrock, 1944), p. 345, pl. 133, figs. 20, 21.

Derbyia crassa Hoare and Burgess 1960, p. 711, pl. 91, fig. 8.

Descripción: concha de forma semicircular, biconvexa, septada y multicostelada; con un promedio de 2.3 cm de ancho por 1.5 de largo. En ejemplares juveniles presenta una forma subcuadrada que durante la ontogenia se vuelve semicircular, siendo la línea cardinal ligeramente más corta que el ancho máximo de la concha; las extremidades cardinales se presentan formando ángulos obtusos y los márgenes laterales se contraen cerca del umbo. El margen anterior es ligeramente curvo y ligeramente emarginado a través del centro.

La superficie de las conchas está ornamentada radialmente por pliegues elevados y agudos y surcos profundos separados por estrias anchas y planas. Siendo numerosas estas ornamentaciones, incrementan su tamaño hacia el margen posterior, donde se ramifican fascicularmente,

llegando a presentarse 7 por cada 5 mm. Este fenómeno es más marcado en la valva dorsal. En la valva ventral la ornamentación se desvanece en la región anterior.

La valva dorsal es moderadamente convexa; su largo máximo se presenta en la parte media de la línea anteroposterior. El umbo es bajo e incospicuo; la línea cardinal es muy estrecha.

La valva ventral es aplanada en el primer tercio anterior y ligeramente convexa en las regiones posterolaterales. El umbo es bajo; el área cardinal es ligeramente curva y representa cerca de un tercio de la longitud del ancho.

El delthydium es fuertemente convexo y ancho. el área perideltidial presenta finas estrias y está ligeramente elevada sobre las porciones laterales del área cardinal.

Discusión. Siendo *D. crassa* una especie con una variabilidad morfológica muy amplia, se reconocen al menos tres variedades (*D. crassa richmonda*, *D. crassa subcircularis* y *D. crassatexana*), para el Pensilvánico de Kansas y Nebraska (Dunbar y Condra, 1932). Siendo escasos los ejemplares oaxaqueños colectados y dada la pobre preservación de estructuras diagnósticas, no es posible establecer la variedad o subespecie a la que pertenecen.

Observaciones. *Derbyia crassa* es conocida para el Pensilvánico de Ohio (Sturgeon and Hoare, 1968), Kansas, Nebraska (Dunbar and Condra, 1932), Illinois, Kentucky, Montana y Oklahoma (Shimer and Shrock, 1944). En la Formación Ixtaltepec se colectó en las unidades API-5, API-6, API-7 y API-8.

Hipotipos: E1-1322, E1-1749.

Suborden Chonetidina Muir-Wood, 1955
Superfamilia Chonetacea Bronn, 1862
Familia Chonetidae Bronn, 1862
Subfamilia Chonetinellinae Muir-Wood, 1962
Género *Neochonetes* Muir-Wood, 1962

Especie tipo: *Chonetes dominus* King, 1938, lám. 36, fig.1-7.
Pensilvánico del Norte de Texas.

Neochonetes granulifer (Owen, 1852)

Lámina I, Figuras 10, 11, 12.

Sinonimia:

Chonetes granulifera Owen, 1852. p. 583, pl.5 figs. 12 a-d.

Chonetes granulifera Meek, 1872, p. 170, lám. 4, fig. 9.

Chonetes granulifer var. *transversalis* Dunbar y Condra 1932,
p. 145, lám. XVIII, figs. 18-23

Neochonetes granulifer Muir-Wood, 1962, p. 87.

Descripción. Concha de ancho máximo de 15 mm y largo de 9.5 mm; ligeramente cóncavo-convexa, subcuadrangular, sumamente delgada, es capilada y con muchas espinulas. Presenta su ancho máximo en la parte media del largo y es multicostelada. El umbo es pequeño y angosto, se extiende ligeramente hacia la parte posterior de la línea articular y está limitado hacia ambos lados por una pendiente que presenta un ángulo de aproximadamente 80°. La valva dorsal es ligeramente cóncava, con excepción de su parte posterolateral, en donde se oprime ligeramente. Presenta seis espinas en cada lado del margen posterior y que divergen en un ángulo de aproximadamente 40°. La valva ventral es sulcada y el septo medio es elevado y se bifurca a un tercio de la longitud de la concha.

Discusión: *Neochonetes granulifer* representa un linaje sumamente diverso a lo largo del Pensilvánico. Green (1908)

y Dunbar y Condra (1932) discuten ampliamente su variabilidad morfológica y estos últimos propusieron que dos de las especies más cercanas, *N. meekanus* (Girty, 1915) y *N. mucronata* (Meek and Heyden, 1858), representaban sinónimos de la especie. Además de estas formas no se encuentran otras que puedan relacionarse o confundirse con *N. granulifer*.

Observaciones. *N. granulifer* se ha colectado en formaciones del Pensilvánico de Ohio (Sturgeon and Hoare, 1968), Nebraska, Missouri, Iowa, Kansas, Alabama (Dunbar and Condra, 1932), Indiana y Texas (Shimer and Shrock, 1944). En la Formación Ixtaltepec se colectó en las unidades API-3, API-4, API-5, API-6, API-7 Y API-8.

Hipotipos: E1-1129, E1-1160, E1-1162, E1-1255, E1-1351.

Neochonetes sp.

Lámina I, Figura 13

Descripción. Especie representada por la impresión de la parte interna y externa de una valva ventral. Presenta su ancho máximo en la línea articular (2.2 cm) y un largo de 1.1 cm; a partir de la línea articular el ancho decrece paulatinamente hasta llegar a 1.1 cm en el margen anterior; es ligeramente sulcada; presenta un septo medio con un largo de dos tercios de la longitud de la valva y que en su parte distal se ve flanqueado por las impresiones de los músculos aductores anteriores, poco profundas y ligeramente alargadas. Se presentan numerosas espinulas en los márgenes anterolaterales; el umbo es pequeño y se prolonga ligeramente sobre la línea auricular, estando limitado por dos líneas que descienden en un ángulo de 45° hasta un tercio de la longitud de la valva. Sobre la línea auricular se observa una serie de fosetas articulares.

Discusión. Esta especie es semejante a *Neochonetes granulifer* var. *transversalis* (Dunbar y Condra, 1932) en la forma externa de la concha. Sin embargo no presenta

semejanza en sus estructuras internas, como son la longitud del septo medio y el tamaño de las espínulas, que son mucho mayores en la especie descrita. Se comparó también con la forma típica de *N. granulifer*, de la que difiere por no presentar un margen posterolateral aplanado, carecer de un septo medio bifurcado y presentar una interárea más amplia. Difiere de *N. dominus* (King, 1938) ya que esta especie presenta un ancho idéntico en la línea articular al de la línea media y un septo medio mucho más corto. No presenta semejanzas con otras especies del género, pero siendo un solo ejemplar el colectado, se decidió no postular una especie o variedad nueva.

Observaciones. En la Formación Ixtaltepec se colectó en la unidad API-5.

Hipotipo: E1-1256.

Suborden Productidina Waagen, 1883

Superfamilia Strophalosiacea

Familia Sinuatellidae Muir-Wood, 1960.

Género *Sinuatella* Muir-Wood, 1960

Especie tipo. *Leptaena sinuata* de Koninck, 1851.
Mississippi de Estados Unidos.

Sinuatella oxacensis Sour y Quiroz, 1989

Lámina I, Figuras 14, 15; Lámina II, figuras 1, 2.

Sinonimia:

Sinuatella oxacensis Sour y Quiroz 1989, p. 8-9, lám. 2, figs. 1a-1d.

Descripción. Concha de tamaño medio, con un ancho promedio de 32 mm y largo de 22 mm; subrectangular, con un ancho máximo en la línea posterior; el ancho es mayor que el largo; el interárea es corta. Las valvas pedicelares son

ligeramente geniculadas, con un disco visceral semiplano; son fuertemente sulcadas; las aurículas son pequeñas, aplanadas y están ornamentadas por espinas relativamente largas que se dirigen hacia el exterior; el umbo es pequeño y con cicatriz de fijación. La concha está ornamentada por costillas que no alcanzan el umbo y que se incrementan en número por bifurcación en la parte anterior. Presentan costillas radiales que se cruzan con el disco visceral y con las costillas longitudinales, dando una apariencia de reticulación. Las valvas braquiales son ligeramente cóncavas, presentan una ornamentación semejante a la de las valvas pedicelares; carecen de espinas; presentan fosetas cardinales; el proceso cardinal es bilobulado; el septo medio se desarrolla hasta cerca del margen anterior y soporta al proceso cardinal posteriormente; las cicatrices de los aductores son pequeñas, ovaladas y elongadas. Estas valvas no presentan espinas.

Discusión. *Sinuatella oaxacensis* es la segunda especie del género descrita y se diferencia de la especie tipo, *Leptaena (Sinuatella) sinuata* (Koninck, 1851, in Muir-Wood y Cooper, 1960) del Mississipico de Norteamérica, Europa y Asia y del Pensilvánico de Inglaterra. Esta especie posee menores dimensiones, un umbo relativamente menos prominente, un espesor relativamente mayor, la valva braquial es sulcada y ligeramente cóncava, presenta las cicatrices de los aductores menos elongadas, sus espinas son menos conspicuas en las aurículas y no presenta la división del surco que se extiende a partir de los flancos del umbo.

Observaciones. En la Formación Ixtaltepec se colectó en las unidades API-4, API-5, API-6, API-7 y API-8.

Holotipo: Ejemplar E1-1328. Paratipos: E1-594, E1-1145, E1-1328, E1-1330, E1-1344, E1-1346.

Superfamilia Productacea Gray, 1840
Familia Echinoconchidae Stehli, 1954
Género *Echinaria* Muir-Wood and Cooper, 1960

Especie tipo. *Productus semipunctatus* Shepard, 1838 (p. 153, fig. 9) Pensilvánico de Estados Unidos (Illinois)

Echinaria semipunctata (Shepard, 1838)

Lámina II, Figuras 3, 4, 5, 6.

Sinonimia:

Productus semipunctatus Shepard, 1838, p. 153, fig. 9

Productus symmetricus White, 1883, p. 123, figs 1, 2.

Echinoconchus semipunctata var. *knighti* Dunbar y Condra, 1932, p. 208, lám. XXVI, figs. 1-3.

Echinaria semipunctata Muir-Wood and Cooper, 1960, p. 248, lám. 85, figs. 1-5; lám. 86 figs. 1-4, 6-9.

Descripción. Concha de tamaños de mediano a grande, elongada ovalmente hacia la línea externa, con su ancho máximo cerca del margen anterior y con una cavidad corporal amplia. La valva pedicelar presenta un disco visceral fuertemente curvado y una extensión anterior a la geniculación más cerrada; la articulación es muy estrecha; las aurículas son muy pequeñas y convexas. Está ornamentada por numerosas bandas concéntricas que se desarrollan a partir del umbo y sobre la concha entera, decreciendo paulatinamente en su grosor sobre los flancos y sobre la parte anterior de la extensión de la valva, dando una apariencia de escalones. La valva braquial es ligeramente cóncava, con un pliegue medianamente bajo; no es geniculada; también presenta bandas concéntricas pero más angostas; en su interior presenta un proceso cardinal bilobulado, masivo y ligeramente recurvado dorsalmente. Ambas valvas presentan numerosas espinas finas

y cortas que se presentan sobre las bandas concéntricas siguiendo el mismo patrón.

Observaciones: Esta especie es conocida para el Pensilvánico de Ohio (Sturgeon and Hoare, 1968), Kansas, Missouri, Nebraska (Dunbar and Condra, 1932), Illinois y Asia (Manchuria) (Muir-Wood and Cooper, 1960). En la Formación Ixtaltepec se colectó en las unidades API-3, API-4, API-5, API-6, API-7 y API-8.

Hipotipos: E1-1146, E1-1312, E1-1314.

Familia Dictyoclostidae Stehli, 1954

Subfamilia Dictyoclostinae Stehli, 1954

Género *Reticulatia* Muir-Wood and Cooper 1960

Especie tipo: *Productus huecoensis* King, 1931, p. 68. del Pérmico Inferior de Texas

Reticulatia huecoensis (King, 1931)

Lámina II, Figura 7

Sinonimia:

Productus huecoensis King, 1931. p. 68, lám. 11, figs. 7, 8.

Dictyoclostus americanus Dunbar y Condra, 1932. p. 218, lám. XXXIV, figs. 3-6.

Reticulatia huecoensis Muir-Wood y Cooper, 1960. p. 284, lám. 104, figs. 1-5; lám. 105, figs. 1-8.

Descripción. Especie representada por valvas braquiales con promedios de 4.3 cm de ancho por 2.4 de largo. El ancho máximo se presenta en la línea articular; el umbo es poco prominente; está ornamentada con numerosas costillas de forma irregular, bifurcadas sobre los flancos y sobre la parte posterior a la geniculación; presenta una reticulación

prominente. Las aurículas se separan del resto de la valva por una ligera depresión.

Discusión. La especie descrita presenta gran semejanza con la especie tipo del género, *Productus huecoensis* (King, 1931) en la que externamente sólo se diferencia por el tamaño pequeño del umbo.

Observaciones: Esta especie ha sido reportada para el Pensilvánico de Ohio (Sturgeon and Hoare, 1968), Pensilvania (Dunbar y Condra, 1932), Nebraska, Missouri, Kansas, Oklahoma y Texas (Muir-Wood y Cooper, 1960); para el Pérmico Inferior de Texas y para el Pérmico Medio de Texas, Kansas, Oklahoma y Nebraska (op. cit.). En la Formación Ixtaltepec se colectó en las unidades, API-6, API-7 y API-8.

Hipotipo: El-17.

Familia Linoproductidae Stehli, 1954

Género *Linoproductus* Stehli, 1954.

Especie tipo: *Productus cora*, D'Orbigny, 1842, del Pérmico Inferior de Bolivia.

Linoproductus planiventralis var. *ixtaltepensis* Sour y Quiroz, 1989

Lámina II, Figuras 8, 9.

Sinonimia:

Linoproductus planiventralis (Hoare, 1960) var. *ixtaltepensis*

Sour y Quiroz, 1989, p. 8, lám. 1, figs. 3a y 3b.

Descripción. Ejemplares representados por la valva pedicelar. La concha es de media a grande, subhemisférica, con un ancho mayor en su línea media. El umbo es pequeño, obtuso y fuertemente curvado en su línea marginal. La valva pedicelar de los ejemplares mide en promedio 3.7 cm de ancho, 3.5 de

largo y 2.5 de grosor. Sin embargo, ninguna de las valvas analizadas está completa longitudinalmente. Son valvas fuertemente convexas a lo largo y semicirculares. El umbo es ancho y ligeramente globoso. Las aurículas son relativamente cortas y aplanadas. Se observan las cicatrices de las espinas sin un patrón definido. Las zonas intercostales y las costillas son finas, bajas y numerosas, llegando a ser por bifurcación hasta 8 por cada 0.5 cm en la parte distal. No se encontraron valvas braquiales y las características internas no son visibles.

Discusión. *Linoproductus planiventralis*, var. *ixtaltepensis* se diferencia de la especie tipo (Hoare, 1960) por la forma del umbo, el espesor de la concha pedicelar y el tamaño de las aurículas. En *L. planiventralis*, forma típica, el umbo es ancho pero no globoso, las aurículas son grandes, con espinas y la valva pedicelar es menos gruesa. *L. planiventralis* se diferencia de *L. echinatus* porque el patrón que presentan sus espinas no es quincencial y se originan en puntos de las zonas intercostales a partir de los cuales estas zonas se ensanchan. No existen otras especies pensilvánicas semejantes a las mencionadas.

Observaciones: El género *Linoproductus* posee una amplia distribución mundial y un alcance del Carbonífero Inferior al Pérmico (Muir-Wood and Cooper, 1960; Chao, 1927). *L. planiventralis* se ha encontrado en rocas pensilvánicas de Missouri (Hoare, 1961) y Ohio (Sturgeon and Hoare, 1968). En la Formación Ixtaltepec se colectó en las unidades API-1, API-2 y API-4.

Holotipo: E1-1188 ; Paratipos: E1-102, E1-1189, E1-1193.

Linoproductus echinatus Hoare, 1960

Lámina II, Figuras 10, 11.

Sinonimia:

Linoproductus echinatus Hoare, 1960, p. 228, 229, pl. 33, figs. 15-19.

Descripción. Especie representada por valvas pedicelares de tamaño medio y de forma subhemisférica. El extremo del umbo (beak) es pequeño y muy obtuso. El umbo es ancho y aplanado. El ancho mayor se alcanza en la parte posterior a la media y es de 5.1 cm. El largo máximo es de 4.0 cm y el espesor es de 3.9. En la zona anterior por cada 0.5 cm se presentan de 8 a 9 costillas y zonas intercostales; las espinas tienen un arreglo quincencial, naciendo sobre las zonas intercostales (costae) que se amplían posteriormente a partir de estos puntos.

Discusión. Los ejemplares de *Linoproductus echinatus* se distinguen claramente, por las características descritas, de las especies cercanas *L. planiventralis* (Hoare, 1960), *L. prattenianus* (Norwood and Pratten) (in Hoare, 1960), *L. truncatus* (Chao, 1928) y *L. cancriformis* (op. cit).

Observaciones: *Linoproductus echinatus* se ha referido para el Pensilvánico de Ohio (Sturgeon and Hoare, 1968), Missouri (Hoare, 1961) y Asia (Chao, 1928). En la Formación Ixtaltepec se colectó en las unidades API-1, API-2, API-4 y API-5.

Hipotipo: El-1194

Orden Rhynchonellida Kuhn, 1949
(nom. correct. Moore in Moore et al., 1952.)
Superfamilia Rhynchonellacea Gray, 1848
Familia Camarotoechiidae Schuchert y LeVene, 1929
Subfamilia Camarotoechiinae Schuchert y LeVene, 1929
Género *Leiorhynchus* Hall, 1860

Especie tipo: *Orthis quadracosta* Vanuxen, 1860, p. 168, del Devónico Superior de Nueva York.

Leiorhynchus carboniferus (Girty, 1911)

Lámina II, Figuras 12, 13, 14.

Sinonimia.

Leiorhynchus carboniferus Easton, 1962, p. 65-66, lám.9, fig 1-8. En este mismo trabajo se presenta un estudio detallado de la sinonimia de esta especie.

Descripción. Valva pedicelar, de forma ovalada, presenta un umbo prominente a partir del cual los flancos de la valva divergen en ángulos de 85 a 100° y se fusionan imperceptiblemente con los flancos de la concha; en la parte media del borde anterior se presenta un surco poco profundo pero ancho. El extremo del umbo se proyecta posteriormente hasta cuatro mm de la línea charnelar. La superficie de la concha se redondea a partir del margen deltidial hasta las pendientes postero-laterales y se adelgaza notablemente en la misma dirección y hacia el margen anterior. Las valvas encontradas miden desde algunos milímetros hasta 5.5 cm.

Valva braquial. Se diferencia de la valva pedicelar por ser menos convexa y presentar un surco medio menos conspicuo.

Ornamentación. Tanto el surco medio como el pliegue son costelados, pudiendo presentarse de tres a ocho costillas. No existen costillas en el resto de la concha.

Discusión. Existen dos especies emparentadas, *Leiorhynchus haguei* Girty (Easton, 1962) y *Leiorhynchus rockymontanus*

Marcou (Dunbar and Condra, 1932). De ellas la especie descrita se distingue fácilmente por la forma oval de la concha, los surcos y pliegues medios someros y costelados y por la ausencia de costillas en el resto de la concha.

Observaciones: El género *Leiorhynchus* posee una distribución cosmopolita con edades del Devónico al Pérmico. La especie *L. carboniferous* se conoce en el Pensilvánico de Nebraska, Missouri y Ohio (Dunbar and Condra, 1932). En la Formación Ixtaltepec se colectó en la unidad API-1.

Hipotipos: E1-260, E1-602, E1-602a.

Orden Spiriferida Waagen, 1883

Suborden Athyrididina Boucot, Johnson and Stanton, 1964

Superfamilia Athyridacea, M'Coy, 1944

Familia Athyrididae, M'Coy, 1944

Subfamilia Athyridinae, M'Coy, 1944

Género *Composita* Brown, 1849

Especie tipo: *Spirifer ambiguus* Sowerby 1823, p. 105 del Devónico de Inglaterra.

Composita ovata Mather, 1915

Lámina III, Figuras 1, 2, 3, 4.

Sinonimia:

Composita ovata Mather, 1915, p. 202, pl. XIV, figs. 6-6c.

Composita wasatchensis Mather, 1915, p. 200, pl. XIV, figs. 7-10b.

Descripción: Concha convexa de tamaño medio, subovalada en su línea externa; el ancho máximo se encuentra en la parte anterior y es menor que el largo de la concha. El ancho mide 21 mm y el largo 24 mm.

La valva pedicelar es fuertemente convexa, se curva fuertemente en dirección del umbo hacia el margen cardinal y suavemente hacia los márgenes laterales y anterior. A partir del umbo se desarrolla un seno mesial que en la parte distal aparenta ser un surco bien diferenciado. El umbo es prominente y se curva bajo la valva braquial.

La valva braquial es más redondeada transversalmente que longitudinalmente y fuertemente convexa en la región del umbo. A partir de esta región se desarrolla un surco mesial somero no bien definido y que incrementa su ancho hacia la región anterior, hasta ocupar casi una tercera parte del ancho de la valva.

La superficie de ambas valvas está ornamentada por finas líneas concéntricas de crecimiento que se intercalan con otras más gruesas y más escasas. Esta ornamentación se intercepta con finas estrias radiales.

Discusión. *Composita ovata* es una especie común en rocas de todo el Pensilvánico. Dunbar y Condra (1932) discuten ampliamente su variabilidad morfológica y señalan el hecho de que otras especies del género, como *C. subtilita* y *C. wasatchensis* pueden representar variaciones ontogenéticas de la primera. Los ejemplares de Ixtaltepec representan formas maduras y su determinación responde a las características de la especie tipo.

Observaciones: *Composita ovata* se conoce para el Pensilvánico de Ohio (Sturgeon and Hoare, 1968) y en particular para el Desmoinesiano de Nebraska y Missouri (Dunbar and Condra, 1932; Hoare, 1961). En la Formación Ixtaltepec se colectó en las unidades API-4, API-5, API-6, API-7 y API-8.

Hipotipos: El-1221, 1744, 1745, 1746.

Suborden Spiriferidina Waagen, 1883
Superfamilia Spiriferacea King, 1846
Familia Spiriferidae King, 1846
Género *Anthracospirifer* Lane, 1963

Especie tipo: *Anthracospirifer birdspringensis*, Lane, 1963, p. 387. del Pensilvánico de Nevada.

Anthracospirifer occiduus (Girty, 1927)

Lámina III, Figuras 5, 6, 7.

Sinonimia:

Spirifer opimus var. *occidentalis* Girty, 1927, p. 433, lám. 27, figs. 28-31.

Spirifer occidentalis Girty. Dunbar y Condra, 1932, p. 322, lám. XLI, figs. 12-16

Spirifer occiduus Girty. Sadlick, 1960, No. 6. p. 1210.

Anthracospirifer occiduus Girty. Lane, 1963, p. 388.

Descripción. Concha biconvexa, equidimensional, de 3 a 3.5 cm de ancho por 2 de largo; el ancho máximo se localiza cerca de la línea cardinal; las extremidades cardinales son redondeadas y forman ángulos rectos, siendo aladas. Presentan siete costillas en el surco y hasta 15 en cada lado. Existe un pliegue en la comisura (plica) redondeado pero marcado; se presentan numerosos pliegues laterales rectos, con excepción de los que se encuentran adyacentes al surco o al pliegue central, que son bifurcados. El surco central de la valva ventral y el pliegue de la valva dorsal presentan pliegues bifurcados. La microornamentación consiste en líneas de crecimiento concéntricas. Las dos valvas de la concha carecen de placas cruales.

La valva pedicelar en su interior posee placas dentales cortas y fuertes y un septo medio que se conecta con la placa deltoidal.

La valva braquial es crestada; las zonas intercostales son más anchas que las costillas. La costilla primaria se origina en el umbo y es la única que sufre una ramificación hacia cada costado, aproximadamente a la mitad de su longitud. El resto de las costillas son simples, sin ramificaciones y se originan cerca del margen anterior, se dirigen hacia el umbo. Cerca del margen posterior, bordeándolo, se presenta una serie de pliegues crenulados.

Discusión. La especie descrita se comparó con *Anthracospirifer birdspringensis*, *A. opimus* (Lane, 1963) *A. rockymontanus* (Morningstar, 1922), y *A. matheri* (Dunbar and Condra, 1932) de las que se diferencia por un menor número de costillas laterales, por presentar un número de costillas igual al de las zonas intercostales y por no presentar ramificaciones en la costillas secundarias ni terciarias. A diferencia de los tipos de *A. occiduus*, los ejemplares del área de Ixtaltepec, presentan la serie de pliegues crenulados que se mencionan.

Observaciones: *A. occiduus* se ha referido para el Pensilvánico de Ohio (Sturgeon and Hoare, 1968) y de Nebraska, Oklahoma, Colorado, Nuevo México y Missouri (Dunbar and Condra, 1932). En la Formación Ixtaltepec se colectó en las unidades API-2, API-4, API-5, API-6, API-7 Y API-8.

Hipotipos: E1-25, E1-1724, E1-1724a.

Género *Neospirifer* Fredericks, 1924

Especie tipo: *Neospirifer fasciger* (Keyserling, 1846), p. 231. del Pérmico Inferior de Rusia.

Neospirifer dunbari (R. H. King, 1933)

Lámina III, Figuras 8, 9, 10.

Sinonimia:

Spirifer triplicata Hall, 1852, p. 410. Girty, 1920 U.S. Geological Survey Professional Paper 111, p. 645, pl. LIV, fig. 22.

Neospirifer triplicatus Dunbar and Condra, 1932, p. 328-332, fig. 5, pl. 41, figs. 1-6

Neospirifer dunbari R.H. King, 1933, p. 441.

Descripción. Concha transversa; de tamaño grande con ancho máximo sobre la línea cardinal de hasta 7.8 cm y 5.6 de largo, extremos cardinales angulosos; la línea cardinal es denticulada, superficies laterales de la concha con numerosos pliegues fasciculados, el surco y pliegue centrales están diferenciados y plicados; la microornamentación consiste en líneas de crecimiento (lamellae) y (capillae) concéntricas.

Valva braquial. El extremo del umbo es pequeño y ligeramente curvado sobre un interárea estrecha; el pliegue central es fuerte y posee de 8 a 12 costae y costellae; los costados de la valva son ligeramente convexos y presentan de hasta 24 costae y costellae cada uno. No se observan placas crurales.

Valva pedicelar. Interárea elongada y ligeramente cónica; la cavidad deltoidal es triangular, grande y con 9 placas dentales cortas que forman un proceso cardinal con forma de peine; el extremo del umbo se curva sobre el interárea; el surco medio está bien desarrollado, termina en forma redondeada cerca del margen anterior y posee de 9 a 13 costae y costellae. Los costados de la valva son ligeramente

cóncavos y poseen una ornamentación idéntica a la de la valva braquial.

Discusión. Los ejemplares del área de Ixtaltepec presentan todas las características de la especie tipo *N. triplicata* (Hall, 1852) pero su tamaño es ligeramente mayor a la de los ejemplares tipo descritos para Norteamérica (Girty, 1920; Dunbar and Condra, 1932; Hoare, 1961).

Observaciones: Siendo *Neospirifer* un género cosmopolita, *N. dunbari* ha sido descrita para el Pensilvánico de Ohio (Sturgeon and Hoare, 1968), Nebraska, Kansas, (Dunbar and Condra, 1932) y Missouri (Hoare, 1961). En la Formación Ixtaltepec se colectó en las unidades API-5, API-6, y API-7. Hipotipos: E1-1721, E1-1722, E1-1747.

Neospirifer sp.

Lámina III, Figura 11; Lámina IV, Figuras 1, 2, 3.

Descripción. Concha ramicostelada, de tamaño grande con un ancho máximo de hasta 10 cm que se encuentra en la línea cardinal, este ancho es hasta tres veces mayor a la altura; el extremo auricular posee un ángulo muy agudo; el grosor máximo se encuentra en la parte media. Las valvas son

ligeramente convexas; los márgenes laterales convergen hacia el margen anterior. La ornamentación consiste de costae y costellae redondeadas, que se incrementan de acuerdo al tamaño, llegando a presentarse hasta ocho en el surco medio, en el pliegue y de 20 a 28 sobre los costados. También se observan radialmente lirae delgadas y líneas de crecimiento.

Valva braquial: El umbo se curva brevemente sobre el interárea; el pliegue es bajo y el margen anterior es ligeramente sinuoso.

Valva pedicelar: Umbo fuertemente curvado sobre el área cardinal, que es cónica y ligeramente ancha; las placas

dentales forman un ángulo de 42°. El surco central es ancho y somero.

Discusión. La especie descrita de *Neospirifer* se comparó con *N. dunbari* (King, 1933), *N. texanus* (Meek, 1872), *N. gorei* (Mather, 1915), *N. latus* (Dunbar and Condra, 1932) *N. cameratus* (Morton) y *N. kansasensis* (Shallow) (in Dunbar y Condra, 1932; Hoare, 1961; Sturgeon and Hoare, 1968; Spencer, 1967), *Neospirifer* sp. se caracteriza por su gran tamaño, la relación ancho-alto, la forma y número de sus costillas (*costae* y *costellae*) y la angulosidad de las aurículas. Estas diferencias permiten establecer que se trata de una nueva especie o una variedad posiblemente derivada de *N. dunbari*.

Observaciones. Esta especie se colectó en las unidades API-5, API-6 y API-7.

Hipotipos: E1-1729, E1-1730, E1-1750a, E1-1750b.

Superfamilia Spiriferinacea Davidson, 1884

Familia Spiriferinidae Davidson, 1884

Género *Punctospirifer* North, 1920

Especie tipo: *Punctospirifer scabricosta* North, 1920, p. 212. del Carbonífero Inferior de Inglaterra.

Punctospirifer transversus (McChesney, 1859)

Lámina IV, Figuras 4, 5, 6, 7.

Sinonimia:

Spirifer transversa McChesney, 1859.

Spiriferina transversa Derby, 1874, p. 21, pl. 2, figs. 4-6, 13, pl. 3, figs. 12-14, 17; pl. 5, fig. 4.

Spirifera transversa Hall, 1883, pl. 60, figs 19-25.

Spiriferina transversa Hall and Clark, 1893, p. 46, 54.

Punctospirifer transversa King, 1931, p. 124.

Punctospirifer transversus, Easton, 1962. p. 80-82, pl. 10, figs 6-11.

Descripción: Concha de tamaño pequeño, con medidas promedio de 2.6 mm de ancho por 1.4 mm de largo. El mayor ancho se presenta en la línea cardinal; los flancos son costelados; el surco y el pliegue centrales no son costelados. La superficie de la concha es imbricada y pustulosa. Las placas dentales son fuertes; el septo medio es largo y ancho; el yugo posee forma de V y es posteroventral. La valva pedicelar es moderadamente convexa, presenta su máxima longitud sobre el margen charnelar. El umbo es ligeramente pronunciado, con su extremo plegado, traslapándose sobre la interárea. La interárea es amplia, recta lateralmente y curvándose en su parte proximal al umbo. Se presenta un surco profundo que va desde la parte posterior de la valva hasta el margen anterior.

La valva braquial es convexa con un umbo bajo que se proyecta ligeramente sobre la interárea, que es angosta y localizada sobre el plano de la comisura. Posee un pliegue prominente.

Ornamentación. En la valva pedicelar se encuentran en promedio doce pliegues prominentes, redondeados y separados entre sí por interespacios a manera de surcos. Cuatro se originan en el umbo, un número variable de la región cardinal y los que radian del surco central son los más fuertes. En la valva braquial se presenta un patrón de pliegues alterno al de la valva pedicelar, de tal manera que los interespacios o surcos que se originan en el surco central son los más profundos. En esta valva, en la parte alta y plana del surco central, se presenta un ligero surco longitudinal. En ambas valvas los pliegues están cubiertos por una escultura muy característica, constituida por láminas concéntricas muy delgadas y en un número de 7 u 8 por cada 2 milímetros. De las láminas se desarrollan gran cantidad de pequeñas espinulas. En conjunto la ornamentación que se describe le da a la concha una apariencia de rugosidad a manera de un tejido en zigzag.

Discusión. Existiendo otras especies de este género, como *Punctospirifer kentuckiensis* (Dunbar and Condra, 1932), *P. pulchra*, (Meek, 1872) y *P. (Reticulariina) spinosa* (Norwood y Pratten, 1855) (in Easton, 1962), la ornamentación de *P. transversus* es muy característica y difícil de confundir.

Observaciones: *Punctospirifer* es un género cosmopolita que se ha encontrado en formaciones carbonífero-pérmicas (Williams et al., 1965). *P. transversus* ha sido descrita para el Pensilvánico de la mayor parte de Estados Unidos (Sturgeon and Hoare, 1968; Easton, 1962). En la Formación Ixtaltepec se colectó en las unidades API-4 y API-8.

Hipotipos: E1-649, E1-702, E1-1186, E1-1715.

Discusión

a. Tafonomía y Paleoambiente

La fauna que se ha colectado en estratos de lutita se encuentra preservada por medio de moldes e impresiones autigénicas, dado que las conchas o esqueletos han sido disueltos durante la diagénesis. La mayor parte de estos restos no muestran signos de transporte, como fragmentación o desarticulación, y es notable el hecho de que aún formas sumamente frágiles, como colonias de briozoarios ramificadas o esqueletos de crinoideos, se encuentran completas.

En los estratos calcáreos, los restos orgánicos se encuentran permineralizados con carbonato de calcio. En general es posible encontrarlos en posición de vida y no se observan rasgos de transporte *post-mortem* como desgaste, fracturas o desarticulación.

En ambos tipos de sustrato, las asociaciones fósiles son coherentes ambientalmente y, a excepción del reporte de una fructificación de pteridosperma (Silva-Pineda, 1970), no existen evidencias de organismos alóctonos. Comunidades semejantes han sido descritas para diferentes localidades carboníferas de Norteamérica y Europa (McKerrow, 1978).

Los braquiópodos de la Formación Ixtaltepec presentan una distribución estratigráfica y un tipo de asociación con otros invertebrados, que indican claramente la presencia de dos tipos de biocenosis ubicadas en estratos particulares y con características que se repiten en diferentes niveles estratigráficos. La distribución de las especies, de acuerdo a los muestreos realizados, se señala en el Cuadro 1.

En primer lugar, en los estratos calcáreos se presentan *Linoproductus planiventralis*, var. *ixtaltepensis*, *Linoproductus echinatus* y *Anthracospirifer occiduus*, todos ellos braquiópodos articulados, de tamaño grande y generalmente con espinas bien desarrolladas. Estas especies poseen en general formas externas redondeadas y conchas

resistentes, análogas a las de organismos arrecifales de diferentes periodos geológicos, como los rudistas mesozoicos o los corales recientes. Ejemplos actuales de este tipo de organismos son varias especies de los géneros *Montastrea* o *Favia*, cuyos coralitas son de tamaños pequeños, que se desarrollan incrustados en las paredes de los arrecifes modernos, expuestos a un oleaje moderado. Las especies mencionadas de braquiópodos se encuentran asociadas a abundantes corales rugosos y briozoarios incrustantes. Siendo la roca portadora una calcirrudita, este tipo de asociación refleja una comunidad que se desarrolló en un ambiente con las características propias de un arrecife paleozoico, bajo condiciones de buena aireación, alta energía y en latitudes de climas cálidos.

El resto de los braquiópodos que se reportan, *Orbiculoidea missourensis*, *Neochonetes granulifer*, *Neochonetes* sp., *Echinaria semipunctata*, *Sinuatella oaxacensis*, *Reticulatia* sp., *Orthotetes mixteca*, *Derbyia crassa*, *Reticulatia huecoensis*, *Linoproductus echinatus*, *Leiorhynchus carboniferus*, *Neospirifer dunbari*, *Neospirifer* sp. y *Punctospirifer transversus*, en general presentan conchas planas, no cementadas al sustrato y relativamente frágiles. Se encuentran depositados en estratos de lutita y están asociados a briozoarios en colonias de forma laminar o ramificada, trilobites, bivalvos, crinoideos, y escasos corales. En menor abundancia, se han encontrado otros invertebrados, como ofiuroides, gasterópodos y conularidos.

Todos estos organismos poseen características adaptativas que permiten inferir un ambiente de baja energía, de aguas someras, con sustrato arcilloso, bien oxigenado y con abundancia de nutrientes. La presencia de corales y de las especies de *Linoproductus* señala la cercanía a facies netamente arrecifales. Las características de estos organismos y las de los briozoarios y bivalvos asociados, reflejan un ambiente de baja turbidez, dado que

dichos grupos carecen de estructuras de filtración o selección de las partículas en suspensión.

A diferencia de las comunidades del Paleozoico Inferior y Medio, donde normalmente se observa un predominio de los braquiópodos, tanto en abundancia como en diversidad, el análisis de la fauna colectada en los estratos lutíticos de la Formación Ixtaltepec, muestra que los braquiópodos descritos constituyen el grupo más abundante en cuanto al número de individuos presentes en todos los estratos; sin embargo, la diversidad específica es mayor para bivalvos (Quiroz, 1994). Esta relación es poco común en otros afloramientos contemporáneos del mundo que contienen comunidades marinas asociadas a sustratos arcillosos, donde normalmente se presenta una dominancia de braquiópodos tanto en abundancia como en diversidad (McKerrow, 1978), lo cual se ha explicado por la mayor tolerancia de los braquiópodos a la turbidez (Steele-Petrovic, 1975). En la Formación Ixtaltepec, la alta diversidad específica de bivalvos que se encuentra se puede explicar en primer lugar postulando un ambiente de baja turbidez y por la presencia de tres grupos de bivalvos, cada uno de ellos con adaptaciones a diferentes modos de vida (Quiroz, 1994), mientras que en los braquiópodos sólo existe una forma de vida. El primer grupo de bivalvos incluye formas infaunales, con capacidad de excavación y filtradores; el segundo tipo es de bivalvos infaunales, excavadores y suspensivos, y el tercer grupo lo forman bivalvos epifaunales suspensivos y con cierta capacidad de nado. En el caso de los braquiópodos, todos los encontrados representan sólo formas epifaunales o semiinfaunales, aparentemente sin capacidad de excavación o desplazamiento. Esta proporción de formas adaptativas puede a su vez relacionarse con el desplazamiento de los braquiópodos por bivalvos a través del Paleozoico Superior y que se explica por una radiación de los segundos hacia diferentes subambientes bentónicos.

b. Análisis estratigráfico y edad de la fauna.

La presencia de las especies de braquiópodos colectados en la sección tipo de la Formación Ixtaltepec se señala en el Cuadro I. En él es posible observar que dos especies, *Linoproductus echinatus* y *L. planiventralis* se encuentran restringidas a los niveles calcáreos y a los lutíticos de la parte basal de la formación. *Leiorhynchus carboniferus*, a su vez, sólo se ha encontrado en el estrato basal. El resto de las especies reportadas se han encontrado en la parte media de la formación y exclusivamente, a excepción de *Anthracospirifer occiduus*, en estratos lutíticos o lutítico-arenosos.

| ESPECIE | API -1 | API -2 | API -3 | API -4 | API -5 | API -6 | API -7 | API -8 |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>Orbiculoidea missouriensis</i> | | | | | | X | X | X |
| <i>Orthotetes mixteca</i> | | | | | X | X | X | X |
| <i>Derbyia crassa</i> | | | | | X | X | X | X |
| <i>Neochonetes granulifer</i> | | | X | X | X | X | X | X |
| <i>Neochonetes sp.</i> | | | | | X | | | |
| <i>Sinuatella oaxacensis</i> | | | | X | X | X | X | X |
| <i>Echinaria semipunctata</i> | | | X | X | X | X | X | X |
| <i>Reticulatia huecoensis</i> | | | | | | X | X | X |
| <i>Linoproductus echinatus</i> | X | X | | X | X | | | |
| <i>L. planiventralis var. ixtal.</i> | X | X | | X | | | | |
| <i>Leiorhynchus carboniferus</i> | X | | | | | | | |
| <i>Composita ovata</i> | | | | X | X | X | X | X |
| <i>Anthracospirifer occiduus</i> | | X | | X | X | X | X | X |
| <i>Neospirifer dunbari</i> | | | | | X | X | X | |
| <i>Neospirifer sp.</i> | | | | | X | X | X | |
| <i>Punctospirifer transversus</i> | | | | X | | | | X |

Cuadro I. Distribución de las especies de braquiópodos en las diferentes unidades de muestreo de la Formación Ixtaltepec:

Como se describe en el capítulo anterior (Tafonomía y Paleoecología), gran parte la distribución de las especies de braquiópodos, en la Formación Ixtaltepec, está

influenciada por las características paleoambientales bajo las que se formaron los diferentes estratos. Esta distribución se comparó con los alcances estratigráficos de las especies ya referidas en otras localidades, principalmente de Estados Unidos (Cuadro II), y no se encontró una distribución que pueda señalar la presencia de hiatus o de estratos de edades diferentes.

El cuadro II muestra que existen especies para la Formación Ixtaltepec con alcances estratigráficos amplios (*Derbyia crassa*, *Neochonetes granulifer*, *Reticulatia huecoensis*, *Composita ovata* y *Punctospirifer transversus*). Excluyendo estos casos, es notorio que la mayoría de las especies sólo son conocidas para el Pensilvánico y en particular para las series Morroviana y Desmoinesiana, edades a las que se pueden asignar las unidades de muestreo, tomando también como parámetro la hemerizona concurrente que se observa.

| ESPECIE | Misisípico | | | Pensilvánico | | |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|
| | Kinder/ Osagean | Merame- ciano | Cheste- riano | Morroviano- Desmoinesi- no | Missouria- no/Virgil. | |
| | Tourna- siene | Viseen- se | Namu- riense | Westfa- liense | Stepha- niense | |
| <i>Orbiculoidea missouriensis</i> | | | | --- | ----- | |
| <i>Orthotetes mixteca</i> | G | G | G | G | G | G |
| <i>Derbyia crassa</i> | | | --- | ----- | ----- | ----- |
| <i>Neochonetes granulifer</i> | | | --- | ----- | ----- | ----- |
| <i>Sinuatella oaxacensis</i> | | | | | G--- | ----- |
| <i>Echinaria semipunctata</i> | | | | ----- | ----- | ----- |
| <i>Reticulatia huecoensis</i> | | | | ----- | ----- | ----- |
| <i>Linoproductus echinatus</i> | | | | ----- | ----- | ----- |
| <i>L.planiventralis</i> | | | --- | ----- | ----- | ----- |
| <i>Leiorhynchus carboniferus</i> | | | ----- | ----- | ----- | ----- |
| <i>Composita ovata</i> | | | ----- | ----- | ----- | ----- |
| <i>Anthracospirifer occiduus</i> | | | ----- | ----- | ----- | ----- |
| <i>Neospirifer dunbari</i> | | | ----- | ----- | ----- | ----- |
| <i>Punctospirifer transversus</i> | | | ----- | ----- | ----- | ----- |

Cuadro II. Alcances estratigráficos de las especies (E) de braquiópodos reportados para la Formación Ixtaltepec. La letra G se marca sobre las líneas de especies nuevas e indica la presencia del género en edades carboníferas.

Para México, se ha reportado la existencia de diversas localidades con rocas de edad pensilvánica con las que es posible correlacionar, con ciertas limitaciones, a la Formación Ixtaltepec. Algunas de esas localidades se conocen, desde décadas pasadas en los Estados de Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas, San Luis Potosí y Chiapas (López, Ramos, 1981) y recientemente se han localizado en Puebla (Villaseñor et al., 1987) y en Guerrero (Corona, 1983; Flores y Buitrón, 1982). En la mayoría de esas localidades, la edad no se ha establecido con precisión, señalándose únicamente la posible serie cronoestratigráfica a la que pertenecen (Pensilvánico Inferior, Medio o Superior) y en los trabajos en que se describen no se incluyen listas faunísticas o no se reporta la presencia de braquiópodos que puedan ser utilizadas para establecer correlaciones bioestratigráficas a detalle con la Formación Ixtaltepec. La excepción a esto son los hallazgos de los géneros *Dictyoclostus*, *Echinaria*, *Linnoproductus* y *Reticulatia* en rocas marinas del Pensilvánico Medio-Superior de la Formación Patlanoaya en Puebla (Villaseñor et al., 1987). Sin embargo el conjunto faunístico referido para esta formación difiere notablemente del de la Formación Ixtaltepec.

c. Paleogeografía y Paleobiogeografía.

Existiendo diversas propuestas acerca de la configuración geográfica de la Tierra para el Carbonífero Superior, el mapa propuesto por Scotese et al. (1979) ilustra una de las más aceptadas (fig. 4). En ella, la mayor parte de las áreas continentales se encuentran agrupadas ecuatorialmente, con movimientos que provocan un

acercamiento entre las mismas y que posteriormente darán origen a la Pangea permo-triásica. En este mapa la región del sureste de México y Centroamérica se marca como una zona de traslape entre Norte y Sudamérica. Siendo un enigma el origen y la antigua ubicación de la(s) fracción(es) litosférica(s) que actualmente forma(n) esa región, y dado que los análisis paleomagnéticos no son aplicables en rocas pre-mesozoicas, los estudios paleontológicos cobran importancia para establecer las relaciones paleogeográficas de esa región (Ortega, 1993).

Analizando los diferentes afloramientos de rocas del Paleozoico Superior de México, Silva-Pineda et al. (1992) han caracterizado al territorio nacional, para este periodo de tiempo, como un extenso cinturón marino relacionado con el Proto-Tethys, con afloramientos ocasionalmente continentales, y que representaba una conexión entre la parte sur occidental de Laurasia y norte de Sudamérica.

Coney (1989) y Campa y Coney (1983) han manifestado que actualmente el territorio mexicano es atravesado por una serie de megacizallas que lo recorren de oeste a este y que lo dividen en cinco grandes placas (Maya, Oaxaqueña, Guerrero, Golfo, y Sierra Madre) y varias pequeñas (entre las que sobresalen la de Caborca y la de Cortés). En este modelo, los terrenos que conforman a nuestro país representan una serie de bloques de corteza cuyo origen es diverso. En particular, los autores ubican a la región que comprende las localidades paleozoicas del área de Santiago Ixtaltepec en la placa Oaxaqueña. Señalan que no ha sido posible relacionar el basamento precámbrico con el de otras áreas. Los mismos autores, utilizando los datos de Robison y Pantoja, (1968), quienes establecen una alta similitud entre las especies de trilobites cámbrico-ordovícicas de la formación Tiñú con faunas sudamericanas, marcan la posibilidad de que esta placa se encontrara en contacto con Sudamérica, por lo menos durante el Paleozoico Inferior, y aíslan el sureste de México del resto de Norteamérica. En

particular señalan la existencia de diferencias en su evolución geológica con respecto a la de la Cordillera Norteamericana.

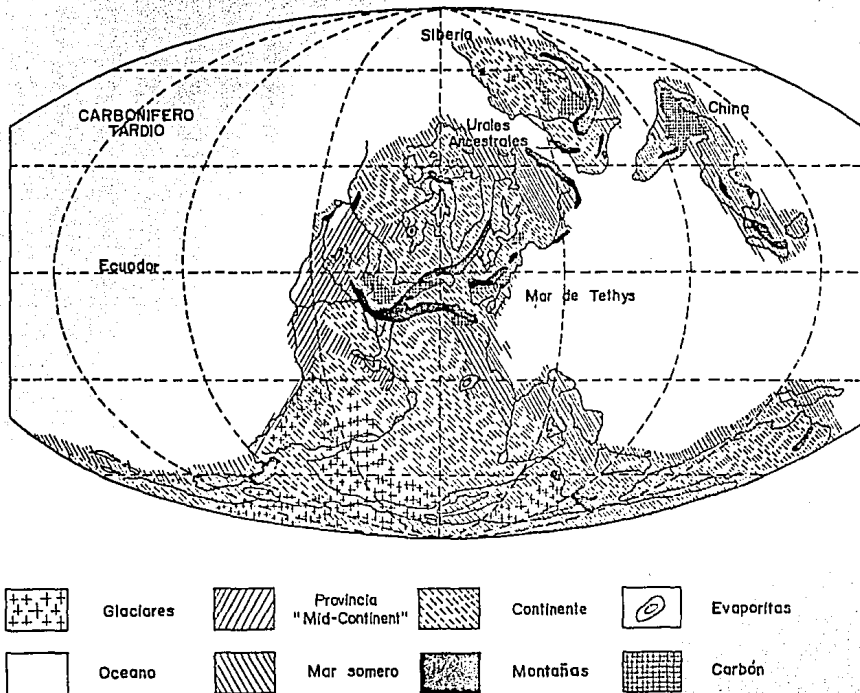


Figura 4. Configuración paleogeográfica de la Tierra para el Carbonífero Superior. En este mapa la configuración de las regiones continentales no corresponde totalmente a la realidad, dado que varias áreas fueron ocupadas por zonas de plataforma (Modificado de Scotese et al., 1979).

El análisis de la fauna de braquiópodos de la Formación Ixtaltepec y su existencia en afloramientos pensilvánicos de otras regiones continentales (Cuadro III), indican que la mayor similitud a nivel de especies se presenta con localidades de Norteamérica, ubicadas principalmente en la

región conocida como el "Mid-Continent" (centro y este de Estados Unidos), en la que se han reportado, a excepción de las especies que aquí se describen como nuevas, todas las especies de braquiópodos de la Formación Ixtaltepec. De éstas sólo dos son conocidas en Europa y Asia. El mismo análisis muestra una relación sólo a nivel genérico con otras regiones geográficas. Estos datos hacen posible proponer la idea de una continuidad entre el océano que cubrió la región del "Mid Continent" y la región que actualmente forma parte del sureste de México. Contradiendo las ideas de Coney y Campa (1983) y Coney (1989), la similitud faunística señala una cercanía geográfica, características ambientales semejantes entre el sureste de México y la región centro-oriental de Norteamérica, y una posible evolución geológica común. La relación entre estas regiones y el Proto-Tethys no es clara, dado que las especies de braquiópodos que se reportan para Oaxaca, por sí solas, no brindan la información que han otorgado otros tipos de organismos, como los fusulinidos, con una mayor capacidad de dispersión geográfica, que han determinado que la región del "Mid-Continent" haya sido caracterizada como provincia paleofaunística para el Carbonífero Medio-Superior (Ross 1974, 1976) y que establecen las conexiones geográficas con otras áreas del Proto-Tethys.

A partir de estudios paleontológicos y sedimentológicos, diversos autores han postulado que el "Mid-Continent" tiene su origen a partir de un complejo sedimentario, constituido por ambientes de plataforma y marginales que en gran medida favorecieron los depósitos de carbón, evaporitas y rocas de origen arrecifal, actualmente portadoras de petróleo, y cuyos afloramientos se encuentran actualmente en la región del Centro y Este de Estados Unidos (in Stanley, 1989). Para México estos tipos de depósitos paleozoicos no son idénticos, pero las determinaciones paleoambientales que se realizan para las rocas de la Formación Ixtaltepec señalan

facies, con influencia continental, caracterizadas por la dominancia de terrigenos, dentro de la misma región geográfica.

El análisis que se presenta señala claramente una gran similitud de la fauna de braquiópodos de Ixtaltepec con faunas de la paleoprovincia del "Mid-Continent", sin embargo es muy claro que no es posible postular con certeza el tipo de conexión geográfica que existió durante el Paleozoico Superior entre Norteamérica y el sureste de México. Para ello es necesario llegar a conocer con detalle las características paleontológicas y paleoambientales del resto de los afloramientos carbonífero-pérmicos de México y en particular de los que se han encontrado en Tamaulipas, Hidalgo, Puebla y Guerrero, y que aparentemente representan las zonas de transición o contacto.

| ESPECIE | Norte- América | Sud- América | Europa | Asia | Africa | Austra- lia |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------|--------|------|--------|----------------|
| <i>Orbiculoidea missouriensis</i> | E | G | G | G | G | G |
| <i>Orthotetes mixteca</i> | G | G | G | G | G | G |
| <i>Derbyia crassa</i> | E | G | G | G | G | G |
| <i>Neochonetes granulifer</i> | E | | | | | |
| <i>Sinuatella oaxacensis</i> | G | | G | G | | |
| <i>Echinaria semipunctata</i> | E | | | G | | |
| <i>Reticulatia huecoensis</i> | E | | G? | G? | | |
| <i>Linoproductus echinatus</i> | E | G | G | G | G | G |
| <i>L. planiventralis</i> | E | G | G | G | G | G |
| <i>Leiorhynchus carboniferus</i> | E | G | G | G | G | G |
| <i>Composita ovata</i> | E | | E | | | E |
| <i>Anthracospirifer occiduus</i> | E | | | | | |
| <i>Neospirifer dunbari</i> | E | G | G | G | G | G |
| <i>Punctospirifer transversus</i> | E | G | G | G | G | G |

Cuadro III. Presencia de las especies (E) de braquiópodos de la Formación Ixtaltepec en otras regiones geográficas. La letra G indica la presencia del género. Las especies de *Reticulatia* encontradas en Europa y Asia no son con certeza asignables al mismo.

Conclusiones

Se describen 16 especies de braquiópodos para la sección tipo de la Formación Ixtaltepec: Clase Inarticulata, Orden Acrotetida (*Orbiculoidea missouriensis*), Clase Articulata, Orden Strophomenida (*Orthotetes mixteca*, *Derbyia crassa*, *Neochonetes granulifer*, *N. sp.*, *Sinuatella oaxacensis*, *Echinaria semipunctata*, *Reticulatia huecoensis*, *Linnoproductus echinatus* y *L. planiventralis* var. *ixtaltepensis*); Orden Rhynchonellida (*Leiorhynchus carboniferus*; y O. Spiriferida: *Composita ovata*, *Anthracospirifer occiduus*, *Neospirifer dunbari*, *N. sp.* y *Punctospirifer transversus*). En particular *Neochonetes sp.* y *Neospirifer sp.* se consideran nuevas especies.

Se establece que la distribución de la fauna dentro de la Formación Ixtaltepec es producto de factores ambientales, y el análisis paleoambiental señala la existencia de dos tipos de biocenosis ocupando ambientes arrecifales y periarrecifales.

Los alcances estratigráficos de las especies permiten determinar una edad Morroviiana-Desmoinesiana para las rocas portadoras.

El análisis de distribución geográfica marca una gran similitud con faunas pensilvánicas de la región centro-este de Norteamérica, en particular con las de la provincia del "Mid-Continent", región con la que se establece una conexión geográfica cercana al área de depósito de la Formación Ixtaltepec.

La ausencia de trabajos sistemáticos sobre faunas carboníferas de otras localidades de México impide realizar correlaciones estratigráficas, paleoambientales o paleogeográficas regionales.

Literatura Citada

- Boucot, A. J., J. G. Johnson y R. D. Stanton, 1964. in R. C. Moore ed. Treatise on Invertebrate Paleontology. Pt. H-2. The Geological Society of America and The University of Kansas Press. 927 p.
- Branson, E. B. y D. K. Greger. 1918. Amsden Formation of the east slope of the Wind River Mountains of Wyoming and its fauna. Geological Society of America Bulletin. v. 29, No. 2, p. 309-326.
- Bronn, H.G. 1862. Die Klassen und Ordnungen der Weichthiere (Malacozoa). v. 3, pt. 1, 518 p. Leipzig u Heidelberg.
- Campa M. F. y P. J. Coney. 1983. Tectonostratigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico. Canadian Journal of Earth Science. v. 20, p. 1040-1051.
- Chao, Y. T.. 1927. Productidae of China. I. Producti. China Geological Survey, Palaeontologia Sinica. Ser. B. v. 5, pt. 2, 192 p.
- Chao, Y. T.. 1928. Productidae of China. II. Chonetinae, Productinae and Richthofeninae. China Geological Survey, Palaeontologia Sinica. Ser. B. v. 5, pt. 3, p. 1-103.
- Coney P. J. 1989. The North America Cordillera. in Rvi Ben-Avraham (ed). The evolution of the Pacific Ocean Margins. Oxford University Press. N. Y. p. 43-52.
- Corona E. R. 1983. Estratigrafia de la región de Olinalá-Tecocoyunca, noroeste del estado de Guerrero. Revista del Instituto de Geología, U.N.A.M. V. 5, no. 1, P. 17-18.
- Davidson, T. 1848. Sur les brachiopodes du système silurien supérieur de l'Angleterre. Société Géologique de France Bulletin. serie 2, v. 5, p. 309-338, 370-374.
- Davidson, T. 1884. A monograph of British fossil Brachiopoda, v. 5, pt. 3. Palaeontographical Society. p. 243-476. Londres.
- Derby, O.A. 1874. On the Carboniferous Brachiopoda of Itaituba; Rio Tapajos, Province of Pará, Brazil. Cornell University Science Bulletin. v. 1, ser. 2, p. 1-63.

- Dunbar, C. O. y G. E. Condra. 1932. Brachiopoda of the Pennsylvanian System in Nebraska. Nebraska Geological Survey Bulletin. serie 2, v. 5, 377 p.
- Dumeril, A. M. C. 1806. Zoologie analytique ou méthode naturelle de classification des animaux. XXIV + 344 p. Paris.
- Easton, W. H.. 1962. Carboniferous Formations and Faunas of Central Montana. U. S. Geological Survey. Professional Paper 348. 150 p.
- Fisher de Waldheim, G. 1829. Quelques fossiles du Gouvernement de Moscou. Société Impériale des Naturalistes de Moscou Bulletin. v. 1, p. 175-376.
- Fisher de Waldheim, G. 1850. Orthotetes genre de la famille des brachiopodes. Société Impériale des Naturalistes de Moscou Bulletin. v. 23, No. 11, p. 491-494.
- Flores de Dios G. L. A. y B. E. Buitrón. 1982. Revisión y aportes a la estratigrafía de la Montaña de Guerrero. Serie Técnico Científica. Universidad Autónoma de Guerrero. n. 12. 28 p.
- Fredericks G. 1924. O Verkhne-Kamennougol'nykh spirifedakh Urala. Geologicheskago Komiteta Izvestiya. v. 38, no. 2, p. 295-324.
- Girty, G. H. 1908. The Guadalupian Fauna: U. S. Geological Survey, Professional Paper 58, p. 1-651, pl. 1-31.
- Girty, G. H. 1911. The fauna of the Moorefield shale of Arkansas. U. S. Geological Survey Bulletin 439, 148 p.
- Girty, G. H. 1915. Fauna of the Wewoka Formation of Oklahoma. U. S. Geological Survey Bulletin 544. 535 p.
- Girty, G. H. 1920. Carboniferous and Triassic Faunas. In Buttler et al. Ore deposits of Utah. U. S. Geological Survey, Professional Paper 111, p. 641-648.
- Girty, G. H. 1927. Descriptions of new species of Carboniferous and Triassic fossils (from Southeastern Idaho). United States Geological Survey Professional Paper 152. p. 411-446.
- Gray, J. E. 1840. Synopsis of the contents of the British Museum. 42th. edit. 370 p. Londres.

--Gray, J. E. 1848. Synopsis of the contents of the British Museum. 44th. edit. 308 p. Londres.

--Green, F. C. 1908. The development of a carboniferous brachiopod (*Chonetes granulifer*) Owen. Journal of Geology. v. 16, p. 654-663.

--Hall, J. 1852. Containing descriptions of the organic remains of the lower middle division of the New York System (equivalent in part to the Middle Silurian rocks of Europe). New York State Geological Survey, Palaeontology of New York, 353 p.

--Hall, J. 1859. Observations on genera of Brachiopoda. 12th Annals Report New York Cabinet, p. 8-110.

--Hall, J. 1860. Descriptions of new species of fossils from the hamilton Group of Western New York, with notices of others from the same horizon in Iowa and Indiana. New York State Cabinet of Natural History Annual Report 13, p. 76-94.

--Hall, J. 1883. Paleontology: Spargen Hill fossils. Geological Survey of Indiana, 12th Annual Report for 1882. p. 319-375.

--Hall J. and J. M. Clarke 1891. Introduction to Study of Fossil Brachiopoda. pt. 1, lám. V, fig. 12.

--Hall J. and J. M. Clarke 1892. Paleozoic Brachiopoda. New York State Geological Survey, Palaeontology of New York. v. 8, pt. 1, 1367 p.

--Hall, J. and J. M. Clarke. 1893. An introduction to the study of the genera of Paleozoic Brachiopoda. New York State Geological Survey, Palaeontology of New York. v. 8, pt. 1, 367 p.

--Hoare, R. D. 1960. New Pennsylvanian Brachiopoda from Southwest Missouri: Journal of Paleontology. 34: 217-232.

--Hoare, R. D.. 1961. Desmoinesian Brachiopoda and Mollusca from Southwest Missouri. University of Missouri Studies. v. XXXVI. 263 p.

--Hoare, R. D. y J. D. Burgess. 1960. Fauna from the Tensleep Sandstone in Wyoming. Journal of Paleontology. v. 34, p. 711-716.

--Huxley, T. h. 1869. An introduction to the classification of animals. 147 p. John Churchill and Sons. Londres.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

--King, R. E. 1931. The geology of Glass Mountain, Texas. Pt. II. Faunal summary and correlation of the Permian formations with descriptions of Brachiopoda. University of Texas Bulletin, 3042, 245 p.

--King, R. H. 1933. *Neospirifer dunbari* Ralph H. King, *nom. nov.* Journal of Paleontology. v. 12, p. 7, p. 441.

--King, R. H. 1938. New Chonetidae and Productidae from Pennsylvanian and Permian strata of Northcentral Texas. Journal of Paleontology. v. 2, p. 257-279.

--King, W. 1846. Remarks on certain genera belonging to the class Palliobranchia. Annals and Magazine Natural History. v. 18, p. 26-42.

--King, W. 1850. A monograph of the Permian fossils of England. Palaeontographical Society Memoir. 258 p.

--Koninck, L. de. 1851. description des animaux fossiles qui se trouvent dans le terrain carbonifère de Belgique. Supplément. p. 651-716. Liège.

--Lane, N. G. 1963. A silicified Morrowan brachiopod faunule from the Bird spring Formation, southern Nevada: Journal of Paleontology. v. 37. p. 379-392.

--Lopez-Ramos E. 1981. Geologia de México. Tomo III. 2da. Ed.

--Mather, K. F. 1915. The fauna of the Morrow Group of Arkansas and Oklahoma. Scientific Laboratories. Denison University Bulletin. 18, p 59-251.

--McChesney, J. H. 1859. Descriptions of new species of fossils from the Paleozoic rocks of the the Western States. Chicago Academy of Sciences Transactions. v. 1, 76 p.

--M'Coy, F. 1844. A synopsis of the charaters of the Carboniferous limestone fossils of Ireland. University Press. 207 p. Dublin.

--McKerrow, W. S. 1978. The Ecology of Fossils: 383 p. The Mit Press. Cambridge, Massachusetts.

--Meek, F. B.. 1872. Report on the Paleontology of eastern Nebraska, with some remarks on the Carboniferous rocks of that district, in Hayden F. V.. Final report of U. S. Geological Survey of Nebraska and portions of adjacent territories. pp. 83-245.

--Meek, F. B. y Hayden, 1859. Geological Exploration in Kansas Territory. Academy of Natural Sciences of Philadelphia Proceedings. v. 10. p. 256-266.

--Meek, F. B. y Hayden, 1864, Paleontology Upper Missouri. Smithsonian Contributions to Knowledge, v. 14, No. 172.

--Moore, R. C., C. G. Lalicker and A. G. Fisher. 1952. Invertebrate Fossils. McGraw-Hill. New York. 766 p.

--Morales S. S., 1984. Estudio paleoecológico del Paleozoico Superior (Pensilvánico) de Santiago Ixtaltepec, Oaxaca. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Tesis profesional. 57 p.

--Morningstar, H. L. 1922. The Pottsville Fauna of Ohio. Geological Survey of Ohio Bulletin. v. 25, p. 1-312.

--Morón, R. A. y M. C. Perrilliat M. 1988. Una especie nueva del género *Griffithides* Portlock (Arthropoda, Trilobita) del Paleozoico Superior de Oaxaca. Revista del Instituto de Geología, U.N.A.M. 7: 67-70.

--Muir-Wood, H. M., 1955. A history of the classification of the Phylum Brachiopoda. British Museum (Natural History). 124 p. Londres,

--Muir-Wood, H. M. 1960. Homoeomorphy in Recent Brachiopoda; *Abyssothyris* and *Neorhynchia*. Annals and Magazine Natural History ser. 13, v. 3, p. 521-527.

--Muir-Wood, H. M. 1962. On the morphology and classification of the Brachiopod Suborder Chonetoidea. British Museum (Natural History) Monography VIII. 132 p.

--Muir-Wood, H. M. and G. H. Cooper. 1960. Morphology, classification and life habits of the Productoidea Brachiopoda). Geological Society of America Memoir 81. 447 p.

--North, F. J. 1920. On *Syringothyris* Winchell and certain Carboniferous Brachiopoda referred to *Spiriferina* d'Orbigny.

--Öpik, A. A. 1934. Über Klitamboniten. Tartu Ülikooli Geologia-Instituudi Toimesstused. Acta and Commentationes Universitatis Tartuensis. ser A. v. 26, No. 3, p. 1-239.

--Orbigny, A. d'.1842. Voyages dans l'Amérique méridionale. Pitois-Levrault et Cience. v. 3. Paléontologie. p. 50-56.

--Orbigny, A. d' 1847. Considérations zoologiques et géologiques sur les brachiopodes ou palliobranches. Academie Sciences de Paris. Comptes Rendus, v. 25, p. 193-195, 266-269.

--Ortega-Gutierrez F. 1993. Some basement and overlap geologic problems in Southern Mexico. An Overview. in Ortega, G. F., E. Centeno G., D. J. Morán Z. and A. Gómez C. (eds). Guidebook of Field Trip B. First Circum-Pacific and Circum-Atlantic Terrane Conference. Terrane geology of Southern Mexico. U.N.A.M. Mexico. p. 4-7.

--Owen, D. D. 1852. Report of the Geological Survey of Wisconsin, Iowa and Minnesota and incidentally of a portion of Nebraska Territory. Philadelphia

--Pantoja-Alor, J., 1970. Rocas sedimentarias paleozoicas de la región centro-septentrional de Oaxaca. Sociedad Geológica Mexicana. Libro Guía de la excursión México-Oaxaca. p. 67-84.

-Quiroz B. S. A. 1994. Bivalvos del Carbonífero de Nochixtlán, Oaxaca. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias U.N.A.M. En prensa.

--Robison R. y J. Pantoja-Alor. 1968. Tremadocian trilobites from the Nochixtlán region, Oaxaca, Mexico. Journal of Paleontology. v. 42, p. 767-800.

--Ross, Ch. A. 1974. Paleogeography and provinciality, in Ross, Ch. A. ed. Paleogeographic provinces and provinciality. Society of Economic Paleontologist and Mineralogist. Special Publication 21, p. 1-17.

--Ross, Ch. A. 1976. Evolution of Fusulinacea (Protozoa) in the late Paleozoic Space and Time. in Gray J. and a. J. Boucot (eds). Historical Biogeography, Plate tectonics and the Changing Environment. p. 215-226.

- Sadlick, W. 1960. New name for *Spirifer occidentalis* (Girty) and his geologic history. *Journal of Paleontology*, v. 34, p. 1210-1214.
- Schuchert, Ch. and C. M. LeVene. 1929. *Brachiopoda (Genera et genotyporum index et bibliographia): Fossilium Catalogus*. 1. *Animalia*, Pars. 42, 140 p. Berlin.
- Scotese, C. R., R. K. Bambach, C. Barton, R. Van der Voo and A. M. Ziegler. 1979. Paleozoic Base Maps. *Journal of Geology*, v. 87, p. 2217-2277.
- Shepard, C. U. 1838. Geology of upper Illinois, *American Journal of Sciences*. 1ra. serie. v. 34, p. 134-161.
- Shimer, H.W. y R. R. Shrock. 1944. *Index Fossils of North America*. The Technological Press, Massachusetts Institute of Technology. John Wiley and Sons Inc. New York. 837 p.
- Shumard, B. F. 1858. Notice of new fossils from the Permian strata of New Mexico and Texas, collected by Dr. George G. Shumard. *Transactions of Saint Louis Academy of Sciences* v. 1, pt. 1, p. 290-297.
- Silva-Pineda A. 1970. Fructificación de pteridosperma en el Pensilvánico de Oaxaca. *Sociedad Geológica Mexicana*. I Convención Geológica Nacional. Resúmenes, p. 85-86.
- Silva-Pineda A., J. Pantoja-Alor y B. E. Buitrón. 1992. El Paleozoico Tardío de México de acuerdo a su paleobiota. *Sociedad Geológica Mexicana*, XI Convención Geológica Nacional. Resúmenes. p. 182-184.
- Sour T. F., M. Barradas B. y C. Duran G. 1982. Comunidades arrecifales de la Formación Ixtaltepec, Pensilvánico de Oaxaca, México. *Libro de Resúmenes*. Sin paginación.
- Sour T. F. y B. E. Buitrón. 1987. Los graptolitos del Tremadociano de Ixtaltepec, Oaxaca. Consideraciones sobre el límite Cámbrico-Ordovícico de la Región. *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, 1: 380-395.
- Sour, T. F. y S. A. Quiroz B. 1989. Braquiópodos Pensilvánicos (Strophomenida) de la Formación Ixtaltepec, Santiago Ixtaltepec, Oaxaca. *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*. v. 2, No. 1, p. 5-17.
- Spencer, R. S. 1967. Pennsylvanian Spiriferacea and Spiriferinacea of Kansas. *Kansas University Paleontological Institutional Contributions*. Paper 14, 35 p.

- Stanley, S. M. 1989. Earth and life Trough Time. W. H. Freeman and Co. New York. 689 p.
- Steele-Petrovic, H. M. 1975. An explanation for the tolerance of brachiopods and relative intolerance of filter-feeding bivalves for soft muddy bottoms. Journal of Paleontology. v. 49, No. 3, p. 552-556.
- Stehli, F. G. 1954. Lower Leonardian Brachiopoda of Sierra Diablo. American Museum of Natural History Bulletin. No. 105, p. 257-358.
- Sturgeon, M. T. and R. D. Hoare. 1968. Pennsylvanian Brachiopods of Ohio. Geological Survey of Ohio Bulletin 63. 65 p.
- Thomas, I. 1910. The British Carboniferous Orthotetinae. Geological Survey of Great Britain (Palaeontology) Memories. V. 1, pt. 2, 134 p.
- Villaseñor, M. A. B., Martínez C. A. y Contreras M. B.. 1987. Bioestratigrafía del Paleozoico superior de San Salvador Patlanoaya, Puebla, México. Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología, v. 1, p. 396-417.
- Waagen, W. 1883. Salt Range fossils. I. Productus Limestone fossils. Palaeontologia Indica, ser. 13, v. 1, pt. 4. Brachiopoda: fasc. 2, p. 391-546.
- Waagen, W. 1884a. Salt Range fossils. I. Productus Limestone fossils. Palaeontologia Indica, ser. 13, v. 1, pt. 4. Brachiopoda: fasc. 3, p. 547-610.
- Waagen, W. 1884b. Salt Range fossils. I. Productus Limestone fossils. Palaeontologia Indica, ser. 13, v. 1, pt. 4. Brachiopoda: fasc. 4 p. 611-728.
- White, C. A. 1883. Contributions to invertebrate paleontology; Certain Carboniferous fossils from Western States and Territories. U. S. Geological and Geographic Survey (Hayden) Annals Report 12, pt 1, p. 119-141.
- White, C. A. 1879. Paleontological Papers No. 11. Remarks upon certain Carboniferous fossils from Colorado, Arizona, Idaho, Utah and Wyoming, and certain Cretaceous corals from Colorado, together with descriptions of new forms. U. S. Geological and Geographic Survey Bulletin 5, p. 209-221.

--Williams A., A. J. Rowell, H. M. Muir-Wood, Ch. W. Pitrat, H. Schmidt, F. G. Stehli, D. V. Ager, A. D. Wright, G. F. Elliot, T. W. Amsden, M. J. S. Rudwick, K. Hatai, G. Biernat, D. J. McLaren, A. J. Boucot, J. G. Johnson, R. D. Stanton, R. E. Grant y H. M. Jope. 1965. Treatise on Invertebrate Paleontology. Pt. H. Brachiopoda vols. 1 y 2. R. C. Moore Ed. The Geological Society of America Inc. and The University of Kansas Press.

L A M I N A I

Figura 1-3 *Orbiculoidea missouriensis* (Shumard)

1. Ej. E1-1748. Concha desarticulada, valva braquial, vista externa; valva pedicelar vista interna, X 2
2. Ej. E1-1370. Valva pedicelar, vista externa, X 2
3. Ej. E1-1361. Valva braquial, vista externa. X 2

Figura 4-5 *Orthotetes mixteca* Sour y Quiroz, 1989

4. Ej. E1-1320. Valva braquial, vista externa, X 1
5. Ej. E1-1321. Valva pedicelar, vista externa, X 1
6. Ej. E1-1323. Valva pedicelar, vista interna, X 1
7. Ej. E1-1324. Valva braquial, vista interna, X 1

Figura 8-9 *Derbyia crassa* (Meek and Hayden)

8. Ej. E1-1322. Valva braquial, vista externa, X 1
9. Ej. E1-1749. Valva pedicelar, vista interna, X 1

Figura 10-12 *Neochonetes granulifer* (Owen)

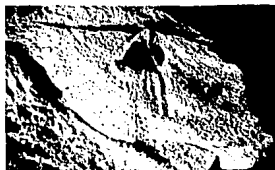
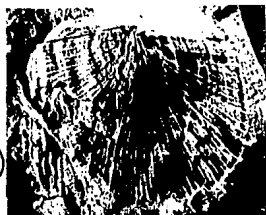
10. Ej. E1-1351. Valva pedicelar, vista externa, X 3
11. Ej. E1-1129. Valva ventral, molde interno, X 2
12. Ej. E1-1160. Valva braquial, parte interna, X 2

Figura 13 *Neochonetes* sp. valva ventral, parte interna, X 2
Ej. E1-1256.

Figura 14-15 *Sinuatella oaxacensis* Sour y Quiroz, 1989

14. Ej. E1-1145. Valvas desarticuladas, X 1
15. Ej. E1-1328. Valva dorsal, impresión de la parte interna y margen de la valva ventral con la impresión de las espinas sobre las aurículas, X 1

L A M I N A I



L A M I N A I I

Figura 1-2 *Sinuatella oaxacensis* Sour y Quiroz, 1989

1. Ej. E1-1346. Valva braquial, vista externa, X 1
2. Ej. E1-1344. Valva braquial, vista externa, X 1

Figura 3-6 *Echinaria semipunctata* (Sheppard)

3. Ej. E1-1314. Valva pedicelar, vista externa, X 1
4. Ej. E1-1312. Valva pedicelar, vista externa, X 1
5. Ej. E1-13. Valva pedicelar, vista externa, X 1
6. Ej. E1-13. Valva braquial, molde interno, X 1

Figura 7 Ej. E1-17. *Reticulatia huecoensis* (King)
Valva braquial, vista externa, X 1.

Figura 8, 9 *Linoproductus planiventralis* (Hoare) var.
ixtaltepensis Sour y Quiroz 1989

8. Ej. E1-1188. Valva pedicelar, vista externa, X 1
9. Ej. E1-1193. Valva pedicelar, vista externa, X 1

Figura 10-11 *Linoproductus echinatus* Hoare

10. Ej. E1-1194. Valva pedicelar, vista lateral X 1
11. Mismo ejemplar, X 1

Figura 12-14 *Leiorhynchus carboniferus* Girty

12. Ej. E1-602. Valva braquial, X 2
13. Ej. E1-260. Valva braquial, ejemplar joven, X 2
14. Ej. E1-602a. Vista anterior, X 2

L A M I N A I I



1



2



3



4



5



6



10



7



12

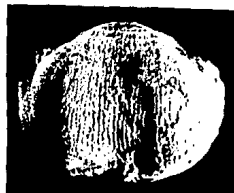
11



8



13



9

14



L A M I N A I I I

Figura 1-4 *Composita ovata* Mather

1. Ej. 1221. Valva pedicelar, vista externa, X 1
2. Ej. 1744. Valva pedicelar, molde interno, X 1
3. Ej. 1745. Valva pedicelar, vista externa, X 1
4. Ej. 1746. Molde interno, vista dorsal, X 1

Figura 5-7 *Anthracospirifer occiduus* (Girty)

5. Ej. E1-25. Valva braquial, vista externa, X 1
6. Ej. E1-1724. Valva pedicelar, vista externa, X 1
7. Ej. E1-1724a. Molde interno, vista ventral, X 1

Figura 8.10 *Neospirifer dunbari* R.H. King

8. Ej. 1747. Valva braquial, vista externa y molde interno parcial de la zona anterior de la valva pedicelar, X 1
9. Ej. E1-1722. Valva pedicelar, vista externa, X 1
10. ej 1721. Molde interno, vista ventral, X 1

Figura 11. Ej. E1-1730. *Neospirifer* sp. molde interno, vista ventral, X 1

L A M I N A I I I



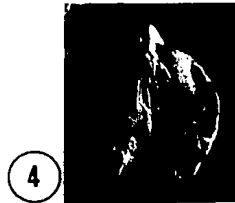
1



2



3



4



5

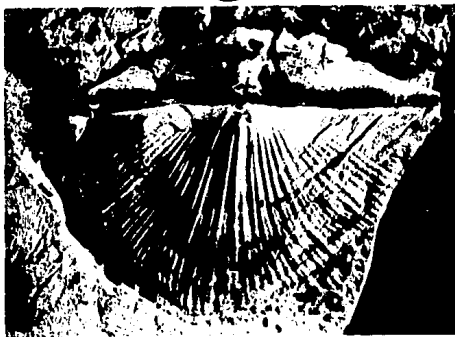


6



7

8



9



10



11



L A M I N A I V

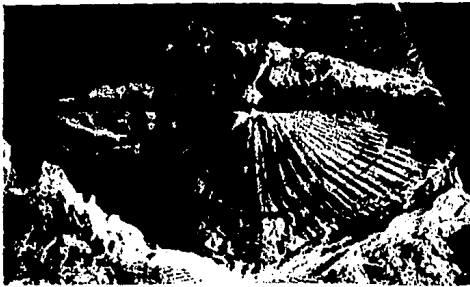
Figura 1-3 *Neospirifer* sp.

1. Ej. E1-1750a. Valva braquial, vista externa y molde interno parcial de la zona anterior de la valva pedicelar X 1
2. Ej. E1-1750b. Molde interno, vista ventral, X 1
3. Ej. E1-1729. Molde interno, vista dorsal, X 1

Figura 4-7 *Punctospirifer transversus* McChesney

4. Ej. E1-1715. Valva pedicelar, molde externo, X 1
5. Ej. E1-702. Molde interno, vista ventral, X 1
6. Ej. E1-1186. Molde interno, vista ventral, X 1
7. Ej. E1-649. Molde interno, vista dorsal, X 1

LAMINA IV



1



4

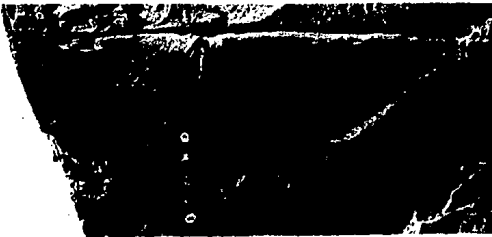


5

2



6



3



7