

2ej
25



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

LOS BRAQUIOPODOS (ORTHIDA) TREMADOCIA- NOS DE LAS SALINAS, OAXACA Y SUS IMPLI- CACIONES PALEOBIOGEOGRAFICAS Y PALEO-ECOLOGICAS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A :
TOMASA GELIA SANDOVAL OROZCO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1989



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.

RESUMEN

En este trabajo se describen por primera vez para México, trece especies de braquiópodos del orden ORTHIDA (*Eoorthis putillus* Walcott, *Eoorthis christianae* Walcott, *Apheoorthis vicina* (Walcott), *Hesperonomia ionae* (Ulrich y Cooper), *H. subtransversa* (Ulrich y Cooper), *Orthidiella longwelli* Ulrich y Cooper, *Portranelia angulocostellata* Wright, *Nanorthis amburgensis* Walcott, *Pleurorthis tritonia* Cooper, *Fascifera stonensis* (Cooper), *Paucicrura cristifera* (Ibid., p.H. 333), *Paurorthis parva* (Williams y Wright) y *Pomatotrema oklahomense* (Ulrich y Cooper). Dichas especies proceden de la Formación Tíñú, (Tramadociano) que aflora en el Rfo Las Salinas; localizado al sureste de Nochixtlán en la región centro-septentrional del Estado de Oaxaca.

Inicialmente la Formación Tíñú fué descrita por Pantoja-Alor (1970) en las localidades de Santiago Ixtaltepec y Tíñú en el Estado de Oaxaca. La diferencia sedimentológica entre estas localidades y la de Rfo Las Salinas, radica en que en ésta última, existen además de los miembros calcáreo y lutítico, un tercer miembro de arenisca.

Por lo que se refiere a la composición faunística, en la localidad tipo (Tíñú), se observó una mayor abundancia de ejemplares de trilobitas, conodontos, braquiópodos y la presencia de graptolitos. En comparación con la de Rfo Las Salinas, la fauna es escasa en ejemplares, aunque existen algunos géneros diferentes de trilobitas y no se encontraron hasta ahora graptolitos.

Por los aspectos litológicos y las características de los organismos que habitaron la región de Rfo Las Salinas, se infiere que el conjunto faunístico formado por los braquiópodos-óρθidos y lingúlidos y por los trilobitas, se desarrolló en una plataforma con aportación de material clástico, en donde la presencia de rocas carbonáticas evidencia una temperatura cálida, con evaporación activa en un ambiente marino de salinidad normal y cierta agitación por corrientes y con condiciones levemente reductoras y de lenta sedimentación.

El análisis de la distribución de los óρθidos permite establecer relaciones con faunas descritas de Norteamérica (Nevada, Colorado, Oklahoma, Tennessee, Virginia), Canadá (Columbia, Alberta, Quebec), de Europa (Inglaterra, Noruega, Suecia) y de Asia (Rusia).

II INTRODUCCION

El conocimiento de los Braquiópodos-Orthidos del Tremadociano de rfo Las Salinas, Estado de Oaxaca es una contribución al proyecto 270, titulado "EVENTOS DEL PALEOZOICO INFERIOR EN AMERICA LATINA PARA LA GENESIS DEL GONDWANA", que se lleva a cabo dentro del Programa Internacional de Correlación Geológica (IGCP), patrocinado por la UNESCO.

Este proyecto tiene como temática, estudiar la evolución de los márgenes continentales del Cámbrico-Ordovícico y la génesis de la tectónica y el metamorfismo regional de América. Además, de realizar las reconstrucciones paleogeográficas y conocer los elementos de control de la geometría de las cuencas y el adosamiento a cráteres primigenios. Por último, analizar la proveniencia sedimentaria, su control y las migraciones faunísticas con referencia a facies carbonatadas, evaporitas y clásticas profundas de aprovechamiento humano.

El proyecto "270" se fundamenta en los siguientes aspectos:

- El Cámbrico-Ordovícico se han desarrollado en forma general en todo el Arco Andino Sudamericano y en varios sectores de México, considerando éstos últimos como áreas de conexión hacia el "Great Basin" de Estados Unidos.
- Los estudios paleontológicos indican fuertes conexiones que no han sido debidamente estudiadas, inclusive con Escandinavia, España y Marruecos.
- El estado actual del conocimiento del Cámbrico y del Ordovícico en América Latina es relativamente muy limitado, con respecto al resto del mundo.
- Los descubrimientos que se suceden día a día en facies calcáreas hipersalinas y dolomíticas indican la importancia económica para la región, con el estudio exhaustivo de estos sedimentos, sus yacimientos asociados y

y las rocas reservorio y madre de hidrocarburos.

Entre los objetivos del proyecto "270" están:

- El estudio de la aparente continuidad de los eventos y sucesiones sedimentarias en el Cámbrico, desde el noroeste de México hasta el centro de Argentina.
- Conocer la continuidad paleogeográfica en relación con la migración de faunas y la comunicación de las atlánticas y pacíficas durante el Cámbrico; de las Acado-Bálticas durante el Ordovícico Medio y las posibilidades de conexión de las Cuencas de América del Norte, principalmente de México con Venezuela y Colombia, así como su continuidad con el Arco Andino, para establecer no sólo la correlación geológica sino las pautas de la génesis geográfica de América Central y el actual Caribe.

Particularmente, la presente investigación tiene como objetivos:

- Dar a conocer para México las especies de Braquiópodos-Orthidos del Tremadociano de Oaxaca.
- Con base en el conocimiento de los braquiópodos de Oaxaca, establecer relaciones paleobiogeográficas con otras regiones de América, Europa, Africa y Asia, encaminadas a la delimitación de antiguas provincias faunísticas.
- Contribuir con los objetivos del proyecto "270", del que por invitación de los coordinadores, forma parte este trabajo.

TRABAJOS PREVIOS

El Ing. Geól. Jerjes Pantoja-Alor, investigador del Instituto de Geología de la UNAM, con motivo de la prospección geológica de la región centro-septentrional del Estado de Oaxaca des-

cubrió en esa región en 1964, afloramientos del Paleozoico (Cámbrico-Pérmico) que fueron motivo de publicaciones sobre diferentes temas, entre ellos, la comunicación oficial del descubrimiento (Pantoja-Alor y Robison, 1967) y la descripción de los invertebrados (Robison y Pantoja, 1968; Flower, 1968). Recientemente, nuevos descubrimientos faunísticos fueron publicados por Sour *et al.*, 1982; Rivera y Buitrón (1982, 1984) y Sour y Buitrón (1987).

LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA

Las exposiciones de rocas sedimentarias paleozoicas de la Formación Tiñú, en la localidad río Las Salinas, se encuentran aproximadamente a 10 km al sureste del Municipio de Nochixtlán, Oaxaca. A 200 metros del entronque de la Carretera Federal 190 México-Oaxaca, con un camino de terracería que conduce al poblado de Santa Cruz Río Las Salinas. El área queda comprendida entre las coordenadas $17^{\circ}22' - 17^{\circ}23' 24''$ de latitud Norte y $97^{\circ}8' 45'' - 97^{\circ}10' 41''$ de longitud Oeste (Figura 1).

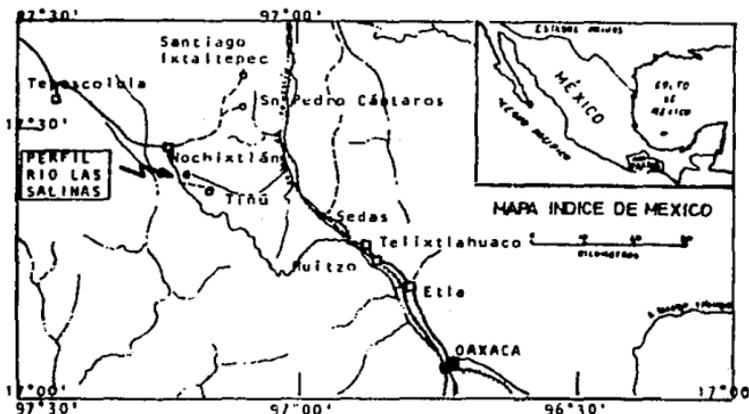


FIGURA 1. MAPA QUE MUESTRA LA LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO

III MARCO GEOLOGICO

En la región de Nochixtlán se encuentran afloramientos de rocas ígneas y clásticas continentales del Terciario, rocas marinas cretácicas y escasas rocas marinas paleozoicas que sobreyacen en concordancia angular a rocas metamórficas del Precámbrico.

El Zocalo Precámbrico está formado por esquisto, gneis, granito gnéisico, aplita, pegmatita y roca verde.

Según opinión de Pantoja-Alor (1970, p. 69) parte de las rocas son metasedimentos por encontrarse lentes de calcita recristalizada y estratos de cuarcita visibles bajo el contacto con las rocas cámbrico-ordovícicas, en el poblado de Santiago-Ixtaltepec.

Varios autores, entre ellos Fries (1962); Rincón-Orta (1974) y Damon (1975); a través de los métodos de K-AR, Pb-Alfa, y Rb-Sr., determinaron que la edad del Complejo Basal queda comprendida entre 670-110 millones de años (López-Ramos, 1983, p. 314); por lo que se le asigna una edad precámbrica.

Asimismo, se compara en edad a la Orogenia Grenvilliana del oriente de Canadá y Fries (1962) propone el nombre de Orogenia Oaxaqueña para este evento del sur de México (Ver Plano Fotogeológico).

IV CONSIDERACIONES ESTRATIGRAFICAS

La Formación TINGO fué definida originalmente por Pantoja-Alor (1970), quien designó con este nombre a una serie de clásticos marinos de edad Cámbrico-Ordovícico. El afloramiento está localizado al sureste de Nochistlán Caxaca y consiste en calizas, lutitas, limolitas y areniscas de color gris amarillento abigarrado, dicha formación subyace con discordancia angular a rocas del Paleozoico Superior, del Mesozoico y del Terciario y sobreyace con discordancia angular a rocas del Zócalo Precámbrico. El autor dividió a la formación en dos miembros, de acuerdo a sus características litológicas: el Miembro Inferior Calcáreo (Tremadociano Inferior) y el Miembro Superior Lutítico (Tremadociano-Tardío), (Figura 2).

En la Localidad Rfo Las Salinas, el Miembro Inferior Calcáreo se encuentra sobreyaciendo en forma discordante a rocas gneísicas de edad Precámbrica; la base está constituida por 4 m de calcarenita masiva con abundantes fragmentos de braquiópodos y trilobitas. Continúa un espesor de 4.5 m que consiste en la alternancia de estratos potentes de lutitas verde amarillentas con calizas (calcarenitas) en estratos lentiformes (muestra Ls-4) con Pleurorthis tritonia Billings y Portranella angulocostellata Wright. La siguiente capa de 2 m de espesor está formada por estratos de 1 a 10 cm de calizas de color gris oscuro con restos de braquiópodos y cristales de pirita oxidados, intercalados con lutitas en bancos de 5 a 15 cm, en la transición de calizas y lutitas se encuentran trilobitas, braquiópodos órthidos y lingulídeos. Continúa 1 metro de lutitas verde amarillentas en estratos de 0.5 a 3 cm en un 70% con un 30% de estratos de margas arriñonadas o lobulosas en bancos de 1 a 2 cm. En la cima, 1 metro de conglomerado intraformacional con abundantes óxidos de fierro, marca la parte superior del Miembro Inferior Calcáreo (Pantoja-Alor 1970). El miembro Supe-

rior Lutítico, en su base está constituido por 50 cm de calizas con marcas de flujo, que gradúan hacia la parte superior a margas negro-azuladas y calizas globulares. Continúa 1.5 m de lutitas y limolitas negras y verdosas bien estratificadas, con marcas de bioturbación, en donde se encontró fauna bien preservada con abundantes órthidos (muestra Ls-10) de las especies Orthidiella longwelli Ulrich y Cooper, Eoorthis putillus Walcott, Eoorthis christianiae (Kjerulf), Apheorthis vicina (Walcott), Nanorthis hamburgensis (Walcott), Paurorthis parva (Pander), Hesperonomia ionos (Walcott), Hesperonomia subtransversa Ulrich y Cooper, Paucicrura cristifera Cooper y Lingúlidos Obolus lamborni (Meek), O. tetonensis Walcott, Dicellomus politus (Hall), L. displosa Williams, L. remus Walcott y Westonia sp. cf. W. backwederi (Walcott).

Sigue 1 metro de espesor de lutitas negras y verdes en parte alternantes a rojas, que tienen en su parte superior niveles de trilobitas (Triártidos) y otros. Continúa 1 metro de calizas con calcos de flujo y partición esferoidal a las que siguen lutitas, margas verdes y rojizas con lentes de caliza fosilífera en estratos de 1 a 20 cm con abundantes fragmentos de trilobites. Arriba continúa 1 metro de espesor de limolitas y lutitas verdosas que cambian a rojas y blanquesinas con intercalaciones de calizas lentiformes hasta de 5 cm de espesor, muy fosilíferas, que tienen en la parte superior 1 metro de calcarenitas negras con crinoideos, trilobitas y espículas de esponjas.

Los últimos 40 m del miembro lutítico consisten en lutitas, limolitas y areniscas a veces calcáreas, verdes y grises, que cambian a rojas y blancas por alteración, con concreciones hasta de 25 cm de diámetro, muy fosilíferas, que corresponde a la muestra (Ls-16) con Lingulella brainerdi (Raymond) y Pomatotrema oklahomense Ulrich y Cooper. En la parte superior de la columna se midieron 30 metros de areniscas de color rojo con gran abundancia de bra-

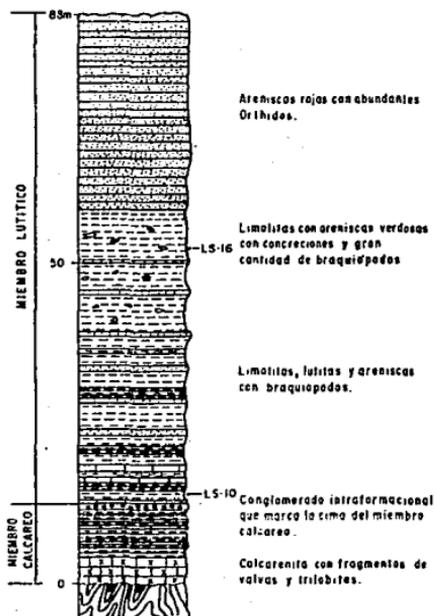


Fig. 3. Columna Estratigráfica de la Formación Tuñu en Las Salinas, Oaxaca.

FIGURA 3. COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA FORMACION TUÑU EN LAS SALINAS, OAXACA. (Buitón y Rivera, 1984).

V PALEONTOLOGIA SISTEMATICA

Phylum Brachiopoda Dumeril, 1806

Los braquiópodos son invertebrados solitarios marinos, bivalvos, celomados, que tienen simetría bilateral en un plano normal a la superficie de separación entre las valvas. La concha puede ser quitinosofálica o calcárea, se fijan al sustrato por medio de un pedúnculo que puede cementarse.

Tienen una valva peduncular (ventral) y una valva braquial (dorsal); el epistoma posiblemente está representado por un pliegue de la parte frontal de la boca en la valva braquial. El órgano alimentador llamado lofóforo es filamentosos y está dispuesto en el manto; el canal alimentario puede tener o no ano.

El sistema nervioso es subepitelial, el principal ganglio es subentérico y está localizado bajo el esófago. Presentan uno o raramente dos pares de metanefridios que también actúan como gonoductos. El sistema circulatorio está abierto, comúnmente con una vesícula dorsal que produce contracciones. El celoma puede ser esquizocélico o enterocélico; por lo general son dioicos. El alcance estratigráfico del grupo está comprendido entre el Cámbrico y Reciente.

El término braquiópodo fue usado primeramente por Cuvier en 1905, para nombrar a los moluscos acéfalos: Lingula, Orbicula y Terebratula, pero no había sido formalizado sino hasta 1806, cuando Dumeril propone a braquiópoda como un orden de los moluscos. Desde entonces era común por algunos, reconocer el grupo como una clase de molusca tentaculata, teniendo la misma relación con Ectoprocta y Phoronida, o como un phylum distinto.

Desde el punto de vista paleontológico, la proposición de braquiópoda como un phylum aparte es taxonómicamente más realista, ya que por el estudio de fósiles antiguos se puede determinar que existen diferencias grandes con respecto a otros invertebrados.

Con base en estudios embriológicos de formas vivientes se llegó a la conclusión que existe relación entre braquiópodos y otros filos, pero estas afinidades son aún más remotas que las que existen entre braquiópodos articulados e inarticulados. Estudios morfológicos comparativos de braquiópodos extintos, sugieren que muchas características de los articulados son gradualmente derivadas de un ancestro, que tiene mucho en común con inarticulados vivientes. Estas características incluyen un esqueleto orgánico ectodermal que consiste en dos valvas inarticuladas; un pedúnculo que se eleva simplemente como una extensión de la pared ventral del cuerpo; el ano localizado fuera del perímetro del lóforo; un par de metanefridios; el sistema circulatorio abierto; el nervio central que incluye un ganglio subentérico, localizado en el mesosoma, y el cuerpo con un pobre desarrollo del protosoma que ha sido atrofiado.

Es también probable que el desarrollo de un embrión arquetipo envuelve un clivaje radial, la formación de la boca en el blastoporo y la diferenciación de un manto rudimentario el cual no ha sufrido cambios.

El celoma es esquizocélico en algunas especies recientes de inarticulados y enterocélico en los articulados, pero en vista de la homogeneidad del phylum, es posible que la reciente condición evolucionó de la forma esquizocélica.

Articulados e inarticulados presentan características semejantes con otros

lofoforados (Ectoprocta y Phoronida). En Phoronida la larva está bien definida como un trocóforo modificado, en el cual la boca surge directamente del blastoporo. La presencia de un lofóforo, la falta de un bien definido protosoma y la localización del nervio principal central en el mesosoma es también típico de Phoronida. Los braquiópodos tienen un número de características fundamentales que son únicas.

Muchos autores consideran que los lofoforados son intermedios entre los invertebrados protostomados y deuterostomados.

Aún entre formas vivientes, tales relaciones pueden ser demostradas únicamente por una clasificación selectiva de datos; tal evidencia filogenética sugiere que los deuterostomados que tienen más características en común con braquiópodos son sin embargo tratados en otro phylum.

Finalmente en vista del gran registro geológico de los braquiópodos recientes, existe la especulación de que la mayoría de los problemas de los phyla de invertebrados como los lofoforados fuere de que derivaron independientemente de los protozoarios.

Clase Articulata Huxley, 1869

Los articulados tienen las valvas calcáreas, impuntuadas, puntuadas o pseudopuntuadas con la capa secundaria fibrosa o prismática, el periostraco es de proteína en las especies vivientes. La charnela está dentada y las fosetas dentales están modificadas del mismo modo que las crura, asociadas con anillos o espiras para proveerle un soporte al lofóforo. La musculatura tiene como función abrir y cerrar las valvas y consiste en grupos de músculos diductores y aductores.

La división de braquiópodos en dos clases distintas es innegable, pues ha sido reconocida desde hace más de un siglo, por las diferencias morfológicas, anatómicas y embriológicas que existen entre las especies vivientes.

Los articulados recientes son perfectamente distinguibles de los inarticulados por la composición invariablemente calcárea del exoesqueleto con una bien definida capa primaria y secundaria, así como la articulación de las valvas por dientes y fosetas, por los crura y el soporte del lóforo.

Los articulados se caracterizan además por la ausencia de un ano, la presencia de un pedúnculo relativamente complejo, que se desarrolla independientemente del resto del cuerpo de un embrión rudimentario, la fusión de lóbulos del manto a lo largo del margen posterior y el agrupamiento distinto de una musculatura simplificada, son algunas indicaciones de una divergencia fundamental entre las dos clases.

Las diferencias embriológicas son igualmente significativas en contraste, los inarticulados vivientes tienen un cambio reversivo del manto rudimentario, un enterocelo derivado del celoma y la ausencia de un tentáculo medio, durante el desarrollo del lóforo.

Diversos autores sugieren que todos los braquiópodos descienden de algún ancestro común y que los articulados divergen en una proporción relativa por una serie de modificaciones básicas, las cuales son introducidas en periodos de tiempo diferentes durante la filogenia.

Ciertamente las diferencias entre los antiguos articulados e inarticulados no son siempre decisivas entre los representantes recientes, pues los kurgónicos del Cámbrico inferior no pueden asignarse a alguna de las cla-

ses y pudieron haber evolucionado independientemente; la única evidencia tangible para esta conclusión está basada en cambios morfológicos de la concha.

A este respecto parece ser que la articulación es la característica más persistente de la clase articulata; el diente primitivo y la foseta dental, aparecen hasta los Billingsellaceos, mientras que su ausencia ha sido común de los Productidos.

La estructura de la concha y la presencia de soportes calcáreos para el lóforo son poco diagnósticos.

El manto primario está pobremente diferenciado en muchas especies de Orthida y Strophomenida y la testa fibrosa de Dictyonellidina es realmente semejante a la concha calcárea de los inarticulados.

El crecimiento del esqueleto que soporta al lóforo es también una característica tardía en la historia de los articulados, otras estructuras más típicas como son: los crura, anillos y espiras son características únicamente de los Pentamerida tardíos, Rhynchonellida, Terebratulina y Spiriferidos.

Estas son, como puede verse, ciertas características morfológicas de grupos de articulados extintos, que pueden ser tomadas para indicar igual procedencia embriológica y cambios anatómicos. La ausencia de una cámara bien definida para la recepción de la base del pedúnculo entre Orthida Strophomenida y Pentamerida, sugiere que el primer cambio del manto se efectúa durante la aparición de Rhynchonellida y es una característica del desarrollo de los articulados de este orden y los consanguíneos Spiriferidos y Terebratulidos.

El espacio entre el pseudodeltidium y el quilidium de Billingsellaceos y los primeros Strophoménidos ha sido sellado, mas bien por el epitelio interior que por el epitelio exterior.

Esta disposición junto con la restricción de la unión epitelial del pedúnculo externo a la región apical ventral, por crecimiento del pseudodeltidium en miembros de Billingsellacea, Clitambonitidina, Triplesiidina y Strophomenida; sugiere que en tales grupos el pedúnculo, es semejante a una extensión de la pared ventral del cuerpo de los inarticulados.

Es factible asumir que los articulados están originalmente relacionados a los inarticulados y que alguna separación taxonómica en dos clases fue dada.

Los articulados han sido divididos en seis ordenes que agrupan 37 superfamilias. Dos subórdenes adicionales: los Dictyonellidina y Thecideidina comprenden un número pequeño de géneros pero inevitablemente relacionados a los articulados, sin embargo hasta ahora, no han sido asignados a un grupo determinado.

Las distinciones entre los seis ordenes son decisivamente diagnósticos unicamente con respecto a su morfología particular. Por ejemplo, Orthida es de concha impunctuada o endopunctuada, con deltidium abierto y braquiéforo; Strophomenida es pseudopunctuada con pseudodeltidium y fosetas; Pentamerida es impunctuada con espóndilo y cruras iguales; Rhychonellida es impunctuada con placas deltidiales y con crura; Spiriferida es impunctuada o endopunctuada con una cobertura deltidial variable. Espiralia y Terebratulina es endopunctuada con placas deltidiales y un anillo.

Los procesos de evolución son periódicos, un orden no se determina por una sola característica, sino por una combinación única de características. Consecuentemente las diagnósis de los órdenes son casi repetitivas. Los cambios en las combinaciones son las guías más importantes para la individualización de los taxa, que la prevalescencia de una sola característica (Ager et al., 1965, p. H297).

Orden Orthida Schuchert y Cooper, 1932

Los Orthidos son braquiópodos articulados comúnmente de convexidad desigual en las valvas. La concha es estrófica (con articulación) y con las interáreas y la línea de la charnela bien desarrolladas; el deltidium y el nototirium están comúnmente abiertos, o escasamente cerrados por un pseudodeltidium y quilidium. Las constricciones deltidiales se presentan raramente. El músculo ventral es comúnmente plano y no se extiende hacia la cavidad umbonal, pocas veces está arriba del espóndilo. El proceso cardinal es una estructura media y diferenciada dentro del mióforo, variablemente lobulado y hueco, raramente ausente o bifurcado.

Las fosetas dentales están reemplazadas por braquióforos con o sin placas fulcrales y con bases convergentes y divergentes; el proceso cardinal es casi siempre corto de tal manera que puede estar sostenido por el lofóforo. La estructura de la concha normalmente es impuntuada pero puede ser endopuntuada y raramente pseudopuntuada. El alcance stratigráfico del grupo es del Cámbrico Inferior al Pérmico.

Los subórdenes Orthidina, Clitambonitidina y Triplesidina se caracterizan por presentar concha estrófica con la ausencia del soporte calcáreo para el lofóforo.

Unicamente el proceso cardinal bifurcado de las Triplesidina y el espón-dilo de las Clitambonitidina son características que determinan a estos dos subórdenes, pues el pseudodeltidium, que es un carácter importante de los dos grupos también está presente en Billingsellacea.

Billingsellacea tiene más parecido con los Orthacea primarios, que con Triplesidina. La característica del pseudodeltidium desarrollado en algunos Clitambonitidina indica que el deltirium abierto no es único de los Orthacea y. Enteleteacea, (Williams y Wright, 1965, H. 299).

Suborden Orthidina Schuchert y Cooper, 1932

Las valvas varían de plano-convexas a cóncavo-convexas, están finamente costilladas o con costillas numerosas que aumentan por intercalación de otras, además hay costillas superpuestas. La interárea ventral es comúnmente curvada y el deltirium está raramente cerrado por un pseudodeltidium o deltidium perforados apicalmente; el quilidium está poco desarrollado; los dientes son sencillos. El músculo ventral es casi plano e invariablemente impreso en la superficie interior de la valva y en las placas dentales; el proceso cardinal está ausente, o es simple o está dentro de un mióforo variablemente lobulado y hueco.

El exterior de un miembro típico de orthidina es ampliamente distintivo: la concha es biconvexa estrófica, de contorno subcuadrangular, con su máxima anchura en el margen anterior, como resultado de un buen desarrollo de la línea de la charnela; un surco dorsal medio desarrollado está presente en la superficie comúnmente costillada.

Las variaciones incluyen el perfil cóncavo-convexo de muchos Plaesiomyidos, el contorno bilobulado de Dicoelostia, la línea de la charnela reducida o

mucronada de Angusticardina y Skenidioides respectivamente, la ausencia de interárea de Productorthis, el pliegue dorsal medio de Platystrophia y de Enteletes con sus costillas adicionales radiales plicadas y la ausencia de una ornamentación radial en Kotujella o la ocurrencia común de espacios profundos entre costillas de Enteletáceos y Plecthórthidos.

Como puede apreciarse la diferencia externa es muy importante pero también lo es la persistencia de un quilidium y pseudodeltidium en Billingsella y su ausencia en Orthacea y Enteletácea. Estructuras semejantes a un quilidium son reconocidas en algunos Hesperonómidos, Productorthínidos y Plaesiomyidos; las placas deltidiales están variablemente desarrolladas en escasas familias independientes, semejantes a Trematorthis, Barbarorthis y Phagmophora y la más reciente aparición de estructuras pequeñas no son homólogas con el pseudodeltidium de Billingsellacea.

En general el nototirium y deltidium de Orthácea y Enteletácea es un remanente descubierto. La presencia del pseudodeltidium es muy importante en la clasificación de las superfamilias de Orthidina.

La impresión del músculo ventral de Orthidina es normalmente de contorno subtriangular o bilobado y está confinada a la parte posterior de la valva peduncular.

La cámara umbonal no se diferenció para recibir la base del pedúnculo como en otros órdenes. El músculo ventral es plano y está ampliamente distribuido cubriendo la superficie de la valva.

Es común la presencia de cardinalia entre Billingsellacea, Orthacea y Enteletácea; en estos tres grupos la plataforma nototirial está bien desarrollada. En Billingsellacea, el nototirium tiene en sus flancos un par de placas

planas o bastones, mas o menos paralelos con la línea de la charnela, los cuales actúan, principalmente como un límite interno para el contacto.

En la mayoría de los Billingsellacea y Orthacea, es común el tipo de proceso cardinal, que consiste en una estructura media, que divide en dos partes la superficie posterior de la plataforma nototirial, una de las cuales recibe el extremo del músculo diductor (Williams y Wright, 1965, p. H 300).

Superfamilia Orthacea Woodward, 1852

Los representantes de la familia se caracterizan porque el deltidium está abierto y algunas veces está cerrado por las placas deltidiales. El quitidium raramente está presente. El diente es simple y las fosetas crurales son profundas y están soportadas por placas dentales; las fosetas dentales son simples o definidas por placas fulcrales; el músculo ventral es plano y pocas veces sostenido por el espóndilo, el proceso cardinal es simple o diferenciado, raramente ausente.

Los braquióforos tienen forma de bastones; es poco común que se encuentren sostenidos por bases convergentes o divergentes en la superficie interna de la valva braquial. El sistema de canales ventrales del manto tiene dos ramas principales proximales convergentes divergentes hasta en un plano medio, el sistema de canales dorsales del manto es comúnmente digital, raramente reducido. La estructura de la concha es impuctuada.

El alcance stratigráfico del grupo queda comprendido entre el Cámbrico Inferior y el Devónico Superior.

Familia Eoorthidae Walcott, 1903

Los Eoórtidos tienen las interáreas bien desarrolladas y la línea de la charnela amplia. El deltirium y nototirium están abiertos; el diente es grueso, comúnmente sostenido por placas dentales, las fosetas dentales son divergentes, casi planas y marcan un ángulo agudo con respecto a la línea de la charnela. La cicatriz del músculo ventral está impresa en la superficie de la valva o en el pseudoespóndilo. El proceso cardinal es rudimentario al igual que la plataforma nototirial. El sistema de canales ventrales del manto tienen dos ramas principales proximales. La edad del grupo es del Cámbrico Inferior al Ordovícico Inferior.

Género Eoorthis Walcott, 1908

La concha es de contorno subcuadrado con biconvexidad desigual, presenta costillas finas entre las que se superponen costillas secundarias. El músculo ventral es subtriangular y se encuentra casi siempre impreso en la superficie interna de la valva; el músculo aductor presenta una cicatriz amplia que se extiende hacia la del músculo diductor.

El proceso cardinal es rudimentario, la plataforma nototirial apenas sobresale de la superficie de la valva braquial, sin embargo sostiene a las fosetas dentales.

El rango estratigráfico del grupo es del Cámbrico Inferior al Ordovícico Inferior.

Eoorthis putillus Walcott

Lám. 1, figura 1

Eoorthis putillus Walcott, 1924, p. 510, lám. 114, figs. 6, 7; lám. 115,

fig. 9.

Eoorthis(?) putilliformis Kobayashi, 1935, p. 62, lám. 11, figs. 21-24.

Descripción.- La concha es de tamaño pequeño, la forma varía de subcuadrangular a subelipsoidal, la convexidad de la valva ventral es moderada, presentando su mayor convexidad desde el umbo hasta la parte media. La charnela es recta y ancha; las extremidades cardinales están escarpadas; los márgenes laterales y el anterior son redondeados.

La superficie está ornamentada por costillas gruesas, agrupadas en fascículos compuestos por juegos de 3 a 4 costillas, los espacios entre las costillas son estrechos.

Dimensiones (mm.)

	Largo	Ancho
Ejemplar LS-10-1	4.5	5.6

Discusión.- La especie fue descrita por primera vez de la Formación Chushina (Ozarkiano) de Canadá (Walcott, 1924, p. 509, lám. 114, figs. 6, 7; lám. 115, fig. 9). Difiere de otras especies, por su ornamentación característica que consiste en gruesos fascículos de costillas bien definidos.

Eoorthis christianiae (Kjerulf)

Lám. 1, figura 3

Orthis christianiae Kjerulf, 1865, p. 3, lám. 1, figs. 8a-c.

Orthis christianiae Kjerulf, Brugger, 1882, p. 48, lám. 10, figs. 14 a-c.

Orthis (Plectorthis) christianiae (Kjerulf), Walcott, 1905, p. 260-261.

Orthis (Plectorthis) christianiae (Kjerulf), Moberg y Segerberg, 1906, p. 69, lám. 2, figs. 1 a-h; lám. 3, figs. 12 y 13.

Eoorthis christianiae Kjerulf (en parte), Walcott, 1912, p. 773, lám. 95, figs. 1 a-h.

Descripción.- La concha es de forma subcuadrada, los márgenes laterales son redondeados con una ligera concavidad; el margen anterior también es redondeado y las extremidades cardinales son rectas. La valva ventral es moderadamente convexa, con su máxima convexidad en la parte media; en el margen posterior se observa la impresión del área muscular.

La ornamentación consiste en costillas angulares finas, agrupadas en fascículos compuestos por juegos de 3 a 4 costillas, que se observan claramente en la parte media ya que hacia los márgenes laterales son difusos.

Dimensiones (mm.)

	Largo	Ancho
Ejemplar LS-10-2	6.6	6.8

Discusión.- Esta especie fue descrita del Cámbrico Superior de Suecia y de Noruega (Walcott, 1912, p. 775, lám. 95, figs. 1 - 1 a-h). La Ornamentación de la concha es diferente de otras especies del género Eoorthis pues las costillas son angulares y están agrupadas en fascículos, los cuales se forman a partir de la intercalación y triple bifurcación de las costillas. Los espacios entre éstas son de tamaño variable.

Género Apheoorthis Ulrich y Cooper, 1936.

Apheoorthis es semejante al género Eoorthis, pero tiene en la valva peduncular ornamentación radial fascicostillada y pseudoespondilo y el proceso

cardinal es generalmente grueso.

El rango estratigráfico queda comprendido entre el Cámbrico Inferior y el Cámbrico Superior.

Apheorthis vicina (Walcott)

Lám. 1, figura 2

Eoorthis vicina Walcott, 1924, p. 512, lám. 112, figs. 6-9.

Apheorthis vicina Ulrich y Cooper, 1938, p. 86, lám. 9B, figs. 3, 4, 8.

Descripción.- La concha es de tamaño pequeño y de contorno subelíptico; la convexidad de las valvas es moderada, con un pliegue medio ligeramente ancho y poco marcado en la valva ventral. Los márgenes laterales son escarados y el margen anterior es redondeado. La línea de la charnela es recta y angosta; en el margen posterior se observa el pseudoespóndilo bien definido.

La ornamentación consiste en costillas moderadamente finas y redondeadas, agrupadas en fascículos difusos; los espacios entre las costillas son variables.

Dimensiones (mm.)

	Largo	Ancho
Ejemplar LS-10-3	6.4	10.28

Discusión.- La especie fué descrita por primera vez por Walcott (1924, p. 512, lám. 112, figs. 6-9), de la parte inferior de la Formación Mons (Ozarkiano) en Canadá y posteriormente por Ulrich y Cooper (1938, p. 86, lám. 9B, figs. 3, 4, 8), de la misma localidad y de la Formación Chushina de Columbia, Canadá.

Familia Hesperonomiidae Ulrich y Cooper, 1936.

Los miembros de la familia presentan las interáreas de longitud variable, la línea de la charnela amplia, el deltidium abierto y el quillidium pobremente desarrollado. El músculo ventral es plano y subcuadrado, extendiéndose hacia la región umbonal, el proceso cardinal es simple, los braquióforos son cortos y en forma de bastón.

Son organismos exclusivos del Ordovícico Inferior.

Género Hesperonomia Ulrich y Cooper, 1936

La valva peduncular es ampliamente convexa, la valva braquial varía de plana a cóncava. La superficie de la concha es multicostillada, generalmente con costillas finas y raramente gruesas. El surco medio está poco marcado: las placas dentales son cortas, la cicatriz del músculo diductor se extiende hacia el músculo aductor pero no lo encierra.

La edad del género corresponde al Ordovícico Inferior.

Hesperonomia iones (Walcott)

Lám. 1, figura 4

Protorthis iones (en parte) Walcott, 1924, p. 503, lám. 113, figs. 1, 3, 6, 7.

Hesperonomia iones (Walcott) Ulrich y Cooper, 1938 p. 119, lám. 200, figs. 12, 13, 16-19, 22, 23.

Descripción.- La concha es de tamaño pequeño y presenta su mayor convexidad en la parte media, tiene el contorno subcuadrangular. Los márgenes laterales son casi rectos, el margen anterior es redondeado, la línea de la charnela es casi recta, los extremos cardinales son escarpados.

La ornamentación consiste en finas costillas radiales, el número de ellas aumenta por intercalación de costillas más cortas, que nacen desde la parte media hacia el margen anterior, los espacios entre las costillas son más grandes que éstas.

Dimensiones (mm.)		
	Largo	Ancho
Ejemplar LS-10-4	4.2	4.3

Discusión.- La especie fue descrita por Walcott (1924, p. 503, lám. 113, figs. 1-7) del Ozarkiano de Alberta Canadá y por Ulrich y Cooper (1938, pág. 114, lám. 20D, figs. 12, 13, 16-19, 22, 23) de la Formación Sarbach del Canadiense Superior de Alberta Canadá.

Hesperonomia iones es semejante a Hesperonomia subcuadrata Ulrich y Cooper (1938, pág. 122, lám. 20C, figs. 9, 11, 14, 15) de la Formación Sarbach del Canadiense Superior de Alberta Canadá, pero la diferencia entre estas dos especies, radica en la ornamentación de la concha, por la presencia de costillas más finas en la primera especie antes citada.

Hesperonomia subtransversa Ulrich y Cooper

Lám. 1, figura 7

Hesperonomia subtransversa Ulrich y Cooper, 1938, pág. 122, lám. 20B, figs. 5-8.

Descripción.- La concha es de contorno subelíptico, los márgenes laterales y anterior son redondeados y las extremidades cardinales escarpadas y convexas. La charnela es ligeramente menor a la máxima anchura de la concha. En el margen posterior se observa la impresión muscular.

La superficie está ornamentada por numerosas costillas delgadas y semi-redondeadas, los espacios entre ellas son del mismo tamaño que las costillas.

	Dimensiones (mm.)	
	Largo	Ancho
Ejemplar LS-10-5	5.1	6.7

Discusión.- La especie fue descrita por Ulrich y Cooper (1938, pág. 122, 1 lám. 20 B figs. 5-8) del Canadiario Superior de Nevada. Es diferente de Hesperonomia antelopensis (Ulrich y Cooper, 1938, p. 115, lám. 19B, figs. 12-17) porque sus costillas son más gruesas.

Familia Orthidiellidae Ulrich y Cooper, 1936

La familia se caracteriza porque las interáreas y la línea de la charnela son de longitud variable, el deltidium está esporádicamente desarrollado; el músculo ventral es subtriangular, comúnmente se extiende hacia la región umbonal, el proceso cardinal es semejante a una estructura trilobada.

El alcance stratigráfico del grupo está considerado entre el Ordovícico Inferior y el Ordovícico Superior.

Género Orthidiella Ulrich y Cooper, 1936

La concha, en su parte externa, tiene una gran semejanza con los dalmaneloides recientes. Las valvas son de convexidad desigual, la valva ventral es generalmente profunda. El deltidium está parcialmente cubierto por un corto y estrecho deltidium de forma convexa. Las fosetas dentales son profundas. La impresión del músculo diductor en la valva ventral es elongada y la del aductor es larga y ancha.

La superficie de la concha está finamente costillada. Aparentemente este género tiene un gran parecido con Orthidium en las características de la valva dorsal; pero difieren en que Orthidiella tiene costillas más finas y además no están imbricadas.

Orthidiella longwelli Ulrich y Cooper

Lám. 1, figura 5

Orthidiella longwelli Ulrich y Cooper, 1936, pág. 621.

Orthidiella longwelli Ulrich y Cooper, 1938, lám. 17D, figs. 15-33.

Descripción.- La concha es de contorno subcuadrado, ligeramente más larga que ancha, la superficie está ornamentada por numerosas costillas angulares elevadas, las cuales se incrementan por intercalación. La valva ventral es fuertemente convexa, presentando su mayor convexidad en la parte media; las extremidades cardinales son cóncavas y la línea de la charnela es recta.

Dimensiones (mm.)

	Largo	Ancho
Ejemplar LS-10-6	7.3	6.8

Discusión.- Esta especie fue descrita por Ulrich y Cooper (1938, lám. 17D, figs. 15-33), de la Formación Pogonip, que corresponde al Canadiense Superior, en Nevada.

Se diferencia de O. carinata (Ulrich y Cooper, 1938, pág. 108, lám. 16A, figs. 1, 5, 6) de la misma formación y localidad, porque las costillas de ésta, son más gruesas, el surco es más profundo y la valva dorsal es más convexa.

Género Portranella Wright, 1964.

El género tiene la concha ventríconvexa de contorno subelíptico, la charnela es un poco más pequeña que la máxima anchura; la valva ventral presenta su máxima convexidad en el umbo, el deltirium está abierto. La valva dorsal presenta un surco medio, el nototirium está ocupado por el proceso cardinal.

El interior de la valva ventral tiene dientes cortos y fosetas crurales, soportadas por placas dentales cortas. La región muscular es de forma suboval, el callo peduncular es delgado. El interior de la valva dorsal presenta los lóforos cortos y robustos, cuyas bases son divergentes; las placas fulcrales están ausentes. El hueco del proceso cardinal es obsoleto, el mióforo es trilobado y los lóbulos laterales se extienden para cubrir la superficie posterior de los braquióforos.

La ornamentación consiste en costillas angulares gruesas.

Portranella angulocostellata Wright

Lám. 1, figura 6

Portranella angulocostellata Wright, 1964, pág. 169, lám. 2, figs. 12, 13, 15-19, 21, 22.

Descripción.- La concha es de forma semielíptica, la convexidad de la valva dorsal es moderada y presenta un surco medio.

La valva dorsal tiene las costillas angulares y gruesas, en donde el número se incrementa por intercalación de otras, los espacios entre las costillas son muy estrechos.

Dimensiones (mm.)

	Largo	Ancho
Ejemplar LS-4-7.	4.1	6.2

Discusión.- La especie fué descrita por Wright (1964, pág. 169, lám. 2, figs. 12, 13, 15-19, 21-22), del Ordovícico Superior de Inglaterra. Las principales características que definen a la especie son: las costillas gruesas y angulosas, así como el contorno de la concha que es de forma elipsoidal. Portranella angulocostellata tiene semejanza con algunas especies del género Orthidiella, de las cuales se distingue, porque en éstas, las costillas son más delgadas.

Familia Orthidae Woodward, 1852

Los miembros de la familia se caracterizan porque las interáreas y la línea de charnela son de longitud variable; el delirium es abierto y el nototirium raramente está cubierto por el quilidium. La concha presenta dientes con fosetas cruciales. El músculo ventral es comúnmente suboval, de poca amplitud y no se extiende hacia la cavidad umbonal, la cicatriz del músculo aductor no está cerrada por el diductor. El proceso cardinal es simple, los braquióforos presentan forma de pequeños bastoncillos.

El rango estratigráfico es del Cámbrico Medio al Devónico Inferior (Williams y Wright, 1965, p. H299).

Subfamilia Orthinae Woodward, 1852

La subfamilia tiene representantes con las interáreas cortas y curvadas y la línea de la charnela amplia. El nototirium no está cubierto por el quilidium, las placas dentales son cortas y divergentes.

El alcance estratigráfico es del Cámbrico Medio al Devónico Inferior (Williams y Wright, 1965, p. H 299).

Género Nanorthis Ulrich y Cooper, 1936.

Este género es semejante a archaeorthis pero tiene el diente pequeño, el proceso cardinal es rudimentario y la plataforma nototirial está sobre los braquióforos, el músculo ventral es plano, la cicatriz del músculo aductor es subtriangular y el aductor es estrecho y en forma de media luna.

El alcance estratigráfico del grupo corresponde al Ordovícico Inferior.

Nanorthis hamburgensis (Walcott)

Lám. 2, figura 1-2

Orthis hamburgensis Walcott, 1924, pág. 73, lám. 2, fig. 5 (No Orthis hamburgensis Winchell y Schuchert, 1893, p. 440, lám. 32, figs. 14-16).

Nanorthis hamburgensis (Walcott) Ulrich y Cooper, 1938, p. 89, lám. 12F, figs. 19-26.

Descripción.- El ejemplar descrito corresponde a la valva dorsal; la que tiene forma ligeramente elíptica y moderadamente más ancha que larga, con los márgenes laterales y el anterior redondeados. La charnela es ancha.

La ornamentación consiste en costillas radiales angulares bien redondeadas, agrupadas en fascículos, los espacios entre costillas son más pequeños que éstas.

Dimensiones (mm.)

	Largo	Ancho
Ejemplar LS-10-8	6.5	7

Discusión.- La especie fue descrita primeramente por Walcott (1884, pág. 73, lám. 2, figs. 5,) quien le dió el nombre de Orthis hamburgensis; posteriormente, Ulrich y Cooper (1938, pág. 89, lám. 12F, figs. 19-26) la citan con el nombre de Nanorthis hamburgensis, y la refieren al Ozarkiano Superior de las formaciones Manitou en Colorado y Goodwin, en Nevada.

Externamente tiene parecido con Eoorthis putillus, (Walcott, 1924, p. 510, lám. 115, fig. 9).

Género Pleurorthis Cooper, 1956.

El género se caracteriza porque presenta el contorno de la concha, variable de subrectangular a semielíptico y ésta es biconvexa. La valva braquial es profunda, la charnela es ancha; comúnmente igual o ligeramente menor que la máxima anchura de la concha; de estructura fibrosa e impunctuada. En la valva peduncular las placas dentales son cortas y las fosetas dentales son profundas. El delirium es abierto.

La superficie es multicospillada.

Pleurorthis tritonia (Billings)

Lám. 2, figura 3

Orthis tritonia (en parte) Billings, 1862, vol. 1, p. 76, fig. 69.

Orthis tritonia Hall y Clarke, 1862, vo. 8, pt. 1, p. 217, lám. 7A, fig. 12, 13.

Orthis? tritonia (Billings) Ulrich y Cooper, 1938, pág. 105, lám. 18C, figs. 12, 13.

Pleurorthis tritonia, Cooper, 1956, p. 332, lám. 31F, fig. 28, 29.

Descripción.- La concha es de forma subcircular, ligeramente más ancha que

larga con los márgenes laterales y el anterior redondeados. La charnela es angosta y recta.

La ornamentación consiste en finas costillas radiales redondeadas, agrupadas en fascículos desiguales.

Dimensiones (mm.)

	Largo	Ancho
Ejemplar LS-4-9	11.4	15.1

Discusión.- Esta especie fué descrita por Cooper, (1956, p. 332, lám. 31F, figs. 28-29), y la refiere al Canadiano Superior de la Formación Levis, en Quebec, Canadá.

Pleurorthis tritonia se diferencia de Pleurorthis sp. 1 (Cooper, 1956, p. 332, lám. 32A, fig. 1) porque la última tiene las costillas más delgadas y la fasciculación menos definida.

Superfamilia Enteletacea Waagen, 1884

La familia se caracteriza porque presenta el deltirium y el nototirium abiertos, raramente cerrados por una o más placas; el diente está sostenido por placas dentales con un desarrollo variable; el músculo ventral está impreso en la superficie interna de la valva peduncular, excepcionalmente sobresale de la valva. El proceso cardinal es lobulado, raramente simple o ausente; las fosetas son simples o definidas por placas fulcrales. Los braquióforos tienen bases convergentes o divergentes sobre la superficie interna de la valva braquial, raramente se extiende para producir un soporte calcáreo al lofóforo. La estructura de la concha es puntuada.

El alcance del grupo es del Ordovícico al Pérmico Superior (Williams y Wright, 1965, p. H328).

Familia Enteletidae Waagen, 1884

Los representantes tienen la concha con biconvexidad variable, la interárea ventral es curva, la interárea dorsal es corta y comúnmente curva. El deltírium y nototírium están abiertos.

El músculo ventral presenta una cicatriz prominente del músculo diductor que se extiende hacia el aductor, pero sin encerrarlo. Existe un amplio desarrollo de las placas dentales y del septo medio ventral solo en los géneros tardíos. El proceso cardinal tiene mióforo lobulado y hueco. Los braquióforos son en forma de colmillo con bases variables, las placas fulcrales siempre están presentes; el septo medio está ausente o es corto, el músculo diductor es subcuadrado y dividido. Generalmente la ornamentación consiste en costillas finas y raramente costillas gruesas radiales superpuestas, el pliegue y el surco variablemente desarrollados.

El alcance estratigráfico varía del Ordovícico Medio al Pérmico Inferior, (Williams y Wright, 1965, p. H329).

Subfamilia Draboviinae Havlicek, 1950

La subfamilia tiene la concha de perfil lenticular; la valva peduncular comúnmente presenta una depresión, el septo medio no está bien desarrollado y el callo del pedúnculo está normalmente presente. Los braquióforos con bases convergentes.

El alcance del grupo varía del Ordovícico Medio al Ordovícico Superior (Williams y Wright, 1965, p. H329).

Género Fascífera Ulrich y Cooper, 1942

En este género la concha es generalmente de tamaño pequeño y de contorno subcircular; varía de plano convexa a desigualmente biconvexa. La valva peduncular es muy profunda, la charnela es más angosta que el ancho total de la concha; las extremidades cardinales son obtusas. La comisura anterior varía de surcada a rectimarginada. La superficie es costillada a fascicostillada.

Este género se distingue del Género Pionodema, por la ornamentación fascicostillada y porque el surco dorsal comúnmente persiste. Presenta un desarrollo pobre del pliegue ventral, la plataforma nototirial es estrecha. Los braquióforos tienen las bases variablemente convergentes. El proceso cardinal es largo y delgado con un estrecho mióforo crenulado de forma lobular.

Fascífera stonensis (Stafford)

Lám. 2, figura 4

Orthis stonensis (en parte) Stafford, 1869, p. 286.

Dalmanella stonensis (Stafford) Hall y Clarke, 1892, p. 224, lám. 56, figs. 4, 5; Butts, 1926, p. 126, lám. 31, fig. 16.

Fascífera stonensis (Stafford) Cooper, 1956, p. 1001, lám. 152B, figs. 14-30.

Descripción.- La concha es ligeramente más ancha que larga, el margen anterior está bien redondeado, los márgenes laterales son moderadamente redondeados. Las valvas son de convexidad desigual, la valva braquial es ligeramente más convexa que la valva peduncular, presentando su máxima convexidad desde el margen posterior hasta un poco antes del anterior; el

margen anterior es amplio y poco convexo.

El surco es moderadamente amplio, se origina a un tercio del margen posterior y está ocupado por dos costillas conspicuas, dentro de las cuales se implantan costillas muy delgadas, las áreas adyacentes al surco son ligeramente prominentes. La charnela es más angosta que la anchura total de la concha.

La superficie está ornamentada por finas costillas de tamaño desigual, angostas y elevadas, algunas largas forman el centro de distintos fascículos.

Dimensiones (mm.)

	Largo	Ancho
Ejemplar LS-17-10	7.4	6.4

Discusión.- Esta especie fue descrita de las Formaciones Wardell y Dryden de Tennessee, E.U.A. (Cooper, 1956, pág. 1001, lám. 152B, figs. 14-30).

La especie se caracteriza por ser más larga que ancha, por la fuerte y desigual convexidad de sus valvas. Por sus costillas gruesas y delgadas en donde se define perfectamente la fasciculación, lo cual la hace diferente de Fascifera subcarinata (Cooper, 1956, p. 1002, lám. 152A, fig. 1-12) con la que más semejanza tiene.

Familia Paurorthidae Opik, 1933

La concha es pequeña, varía de convexa a ventriconvexa, con la interárea ventral típicamente curvada, la interárea dorsal es corta. El deltidium es abierto y raramente está cerrado por placas laterales; el nototirium está abierto. El músculo ventral es plano y subtriangular, el proceso cardinal es simple o puede estar ausente, los braquióforos son simples.

El alcance estratigráfico varía del Ordovícico inferior al Ordovícico Medio.

Género Paurorthis Schuchert y Cooper, 1931

La concha es de contorno subcircular a subcuadrada, presenta un surco en la valva braquial; el músculo ventral es plano, con aductor y diductor de tamaño variable, los braquióforos tienen bases ampliamente divergentes.

La superficie es fascicostillada.

Paurorthis parva (Pander)

Lám. 2, Figura 5

Orthambonites parva, Pander, 1830, p. 83.

Paurorthis parva (Pander) Schuchert y Cooper, 1932, p.

Paurorthis parva (Pander) Williams y Wright, 1965, p. H 333, figs. 2a-2f.

Descripción.- La concha es ligeramente más ancha que larga, de forma subcircular, las valvas son moderadamente convexas. La valva peduncular presenta una protuberancia a lo largo y a lo ancho de la parte media. Las extremidades cardinales son obtusas y poco cóncavas, los márgenes laterales son moderadamente redondeados, el margen anterior está bien redondeado. La línea de la charnela es recta y angosta.

La superficie está ornamentada por costillas fasciculadas radiales y redondeadas, agrupadas en fascículos compuestos por juegos de 4 a 5 costillas, que se pueden observar claramente en la parte media de la concha, en los márgenes laterales, los fascículos son distintos y las costillas son más delgadas.

Dimensiones (mm.)

	Largo	Ancho
Ejemplar LS-10-11	5.3	6.5

Discusión.- Paurorthis parva fué descrita por Williams y Wright (1965, p. H333, figs. 2a-2f) del Ordovícico Inferior de Rusia, tiene semejanza con P. fascifera Cooper (1956, pág. 966, lám. 149D, fig. 26-29), de la Formación Cove Ward en Tennessee.

La diferencia entre ellas radica en que, la primera tiene una protuberancia que se extiende desde la parte media hacia el margen posterior. La segunda tiene las costillas más angulosas y más finas y los fascículos son más estrechos.

Familia Dalmanellidae Schuchert, 1913.

La concha varía de convexa-cóncava a plano-convexa, la interárea ventral es curva, la dorsal es corta. El deltirium y el nototirium están abiertos, la ornamentación varía de conspicuamente fascicostillada a finamente costillada; con espacios amplios entre las costillas.

El desarrollo del surco dorsal es variable, por lo menos en los estadios jóvenes, el músculo aductor está encerrado raramente por el diductor; el proceso cardinal varía desde muy simple hasta un mióforo trilobado y hueco, las bases de los braquióforos se presentan variablemente y las placas fulcrales están comúnmente bien desarrolladas.

Género Paucicrura Cooper, 1956

En este género la concha es de tamaño pequeño, el contorno varía de sub-circular a subelíptico, las valvas presentan convexidad desigual; la val-

va braquial tiene menos profundidad que la valva peduncular; la comisura anterior es ligeramente surcada.

La valva peduncular tiene dientes robustos y grandes fosetas; las placas dentales son cortas y robustas, la cavidad delirial es profunda; el área muscular presenta forma de corazón; la cicatriz del músculo diductor se prolonga hacia el borde anterior de las placas dentales y forma dos lóbulos hacia la parte frontal del músculo plano. El interior de la valva braquial tiene braquióforos cortos en forma de hojas, los braquióforos están soportados por gruesas prominencias de la plataforma nototirial; las fosetas dentales son profundas, no presenta placas fulcrales; el proceso cardinal es corto.

La superficie es multicostillada; las costillas están redondeadas y muy elevadas; se incrementan en número por intercalación.

Paucicrura cristifera Cooper

Lám. 2, figura 7

Cristiferina cristifera, 1956, p. 963, lám. 152E, figs. 6-11; lám. 159C, figs. 12, 13; lám. 160B, figs. 11-15; lám. 161D, figs. 37, 38.

Descripción.- La concha es de contorno subcircular, los márgenes laterales y anterior están bien redondeados, la convexidad de las valvas es desigual; la amplia convexidad de la valva peduncular desaparece gradualmente hacia el margen anterior. El surco es angosto y somero, está limitado por una ligera convexidad de los flancos. La región media está moderadamente hinchada. La charnela es moderadamente ancha y recta.

La superficie está ornamentada por numerosas costillas angostas y redondea-

das, los espacios son más anchos que éstas.

Dimensiones (mm.)

	Largo	Ancho
Ejemplar LS-10-12	7.3	8.3

Discusión.- La especie fue descrita por Cooper (1956, 1963, lám. 161D, figs. 37, 38) de la Formación Oranda en Virginia Canadá, este género tiene características bien definidas, como son: el contorno circular y las costillas gruesas.

La especie tiene parecido con Cristiferina cristata (Cooper, 1956, p. 962, lám. 157E, figs. 15-17) pero la diferencia entre las dos especies, radica en que la última, tiene costillas más gruesas y los espacios entre las costillas son pequeños.

El rango estratigráfico del grupo queda comprendido entre el Ordovícico Medio al Superior.

Suborden Clitambonitidina Opik, 1934

Este suborden corresponde a braquiópodos articulados, la concha varía de cóncavo-convexa a convexa-cóncava, la ornamentación varía de multicostillada con costillas gruesas o parvicostillada con costillas desiguales, la charnela es amplia, el pseudodeltidium es arqueado y perforado por un foramen apical, la estructura de la concha es puntuada o pseudopuntuada.

El diente es simple, la musculatura ventral está excepcionalmente impresa en la superficie de la valva y sobre el límite de las placas dentales, generalmente presenta un espondilo simple o triple. El simple se refiere a

un espóndilo formado por convergencia de las placas dentales y soportado ventralmente por un simple desarrollo del septo medio. El triple consiste en un espóndilo soportado por el septo medio y dos septos laterales.

El proceso cardinal es simple y posteriormente llega a fusionarse con un quilidium robusto y convexo; las fosetas dentales son ampliamente divergentes, la plataforma nototirial es transversa; el músculo dorsal aductor es cuatripartita, comúnmente dividido en la parte media por una gruesa protuberancia.

El rango estratigráfico del grupo abarca todo el período Ordovícico.

Con pocas excepciones, el suborden Clitambonitidina es a simple vista el que más características semejantes tiene con Ortidina, como los muestran los 23 géneros que corresponden al suborden.

Todas estas características, incluyen por ejemplo: la biconvexidad de la concha, la charnela amplia, la ornamentación costillada con una elevada interárea ventral y un proceso cardinal simple. Todas estas características son típicas de orthoideos. El pseudodeltidium perforado por un largo foramen apical, el quilidium convexo y las fosetas dentales ampliamente divergentes son características comunes con el suborden Billingsella-
cea, por lo que se evidencia que proceden de un ancestro común.

El suborden abarca dos superfamilias, que son: Clitambonitacea y Gonambonitacea; la concha de la primera es impunctuada y la de la segunda es pseudopunctuada.

Superfamilia Clitambonitacea Hinckell y Schuchert, 1893

La concha varía de plano convexa a biconvexa, la ornamentación es multi-

costillada, el músculo ventral está impreso en la superficie de la valva y las placas dentales de la valva peduncular sobre un espóndilo triple o simple

La estructura de la concha es impuntuada.

El rango estratigráfico comprende todo el Ordovícico.

Familia *Polytoechiidae* Opik, 1934

Los representantes de la familia tienen el pseudodeltidium grueso y convexo, perforado apicalmente. El músculo ventral está impreso en la superficie interna de la valva y subparalelamente a las placas dentales o sobre el callo de la concha secundaria; el quilidium está pobremente desarrollado.

El rango estratigráfico es del Ordovícico Inferior al Ordovícico Medio.

Género *Pomatotrema* Ulrich y Cooper, 1932.

En este género la concha es de tamaño mediano, el contorno es de forma subelíptica, la charnela es igual o un poco menor que el ancho total de la concha que es plano-convexa.

La valva ventral es subpiramidal, la comisura anterior es rectimarginada, el deltidium es ancho y está cubierto por un deltidium apicalmente perforado en la valva dorsal, el umbo es obtuso, el nototirium está parcialmente cerrado por placas quilidiales.

La superficie es multicostillada, la estructura de la concha es fibrosa e impuntuada.

El interior de la valva ventral, presenta las siguientes características:

La cavidad deltidial es profunda, el diente es amplio y grueso, las placas dentales son robustas; la región muscular está confinada a la cavidad deltidial, formando un pseudoespondilo en los adultos.

La región del músculo aductor forma una impresión lanceolada en la parte media de la cavidad deltidial; el borde frontal de músculo aductor es comúnmente elevada y la cicatriz es de forma hemielíptica.

En el interior de la valva dorsal, la cavidad nototidial es poco profunda, las bases crurales son semejantes a las del género Orthis. El proceso cardinal es simple.

El alcance estratigráfico comprende al Ordovícico Inferior.

Pomatotrema oklahomense Ulrich y Cooper

Lám. 2, figura 6

Pomatotrema oklahomense Ulrich y Cooper, 1936, p. 624

Pomatotrema oklahomense Ulrich y Cooper, 1938, p. 173, lám. 35B, figs. 2-5, 7-12.

Descripción.- La concha es de forma subelíptica, el margen anterior está bien redondeado, la charnela es ligeramente menor que la anchura máxima de la concha. El exterior de la valva dorsal es ligeramente convexo, desde el umbo hasta un poco antes del borde anterior.

La superficie está ornamentada por costillas finas y redondeadas que son distantes entre sí.

Dimensiones (mm.)

	Largo	Ancho
Ejemplar LS-16-73	5.5	8.0

Discusión.- Pomatotrema oklahomense (Ulrich y Cooper, 1938, p. 173, lám. 35B, figs. 2-5, 7-12), tiene gran parecido con Pomatotrema transversum (Ulrich y Cooper, pág. 174, lám. 34B, figs. 4, 9, 10), pero la diferencia radica en que, la primera tiene las costillas más distantes. Las dos especies fueron descritas por el mismo autor y las refiere al Canadian Superior de la Formación Arbuckle de Oklahoma.

VI IMPLICACIONES PALEOECOLOGICAS

La paleoecología trata de reconstruir de la manera más precisa los ambientes antiguos en los que se desarrollaron los organismos, ahora conservados como fósiles. Tanto en la actualidad como en el pasado geológico deben de tomarse en cuenta factores limitantes que influyen en la distribución de los mismos.

Para los organismos marinos son la profundidad, la temperatura, la concentración del Cloruro de Sodio y de otros compuestos químicos, la pureza del agua, el suministro del alimento y la naturaleza del fondo del mar.

Según opinión de varios autores entre ellos Dorf (1960) el clima fue notablemente más caliente en el pasado que el presente y particularmente en el Paleozoico, gran parte de los continentes estaban inundados por el agua con la formación de mares epicontinentales someros, donde se desarrollaron numerosos grupos de especies bentónicas, cuyos representantes son significativos en la reconstrucción de los ambientes pasados, pues al vivir sobre el sustrato o cavar galerías en él, quedaron depositados in situ.

Los braquiópodos fueron muy abundantes en el pasado geológico, sobre todo en el Paleozoico, en el que numerosos grupos alcanzaron su florecimiento para declinar o extinguirse posteriormente.

Los braquiópodos recientes son escasos en comparación con los extintos y suministran consecuentemente, poca información para la interpretación del ambiente marino en el que se desarrollaron sus antecesores.

El conjunto faunístico del Ordovícico (Tremadociano) de Las Salinas, Oaxaca, está constituido principalmente por trilobitas y braquiópodos. Entre éstos últimos los lingúlidos y los órtdidos son los más representativos en la región.

Para interpretar las características del ambiente en que se desarrollaron los braquiópodos fósiles, es oportuno considerar los diversos aspectos de la autoecología del grupo, entre ellos, la morfología funcional y la fisiología. Asimismo, su interrelación con otros organismos y con los factores inorgánicos del ambiente (synecología).

La mayoría de los braquiópodos actuales son marinos, bentónicos, epifaunales, sésiles y suspensívoros; sin embargo, existen excepciones y probablemente en el pasado también algunos fueron epiplanctónicos o necrobentónicos y otros sedimentívoros o carnívoros.

En la generalidad de los casos de los invertebrados que viven fijos al sustrato como el de los braquiópodos se liberan gametas que se fecundan en el agua y como resultado se obtiene un huevo; posteriormente se forma una larva planctónica que contribuye a la dispersión del grupo en regiones distantes a las que ocupan los adultos.

Particularmente, las larvas de los braquiópodos son libre nadadoras y su distribución geográfica, queda limitada por su corto estadio larvario y por los cambios ambientales, pues son muy sensibles a ellos.

La relación directa entre la clase de sedimentos y el procedimiento de captación del alimento, puede inferirse en el registro fósil del Paleozoico. Sanders (1954) opina que en los fondos formados por lodos, es mayor la presencia de organismos que se alimentan de detritus y materia

orgánica, depositados en el sedimento; mientras que en los sedimentos arenosos es mayor la abundancia relativa de los suspensívoros pues la materia orgánica en partículas finas es depositada en los fondos de agua tranquila, donde hay acumulación de lodo, mientras que es dispensada en las arenas de grano grueso por la acción mecánica del mar. El autor antes citado infiere que en las aguas quietas, las sustancias alimenticias no se renuevan con la suficiente rapidez, para proporcionar el alimento a numerosos organismos. Otros autores opinan que en el agua quieta hay suficiente alimento en suspensión y que el sedimento obstruye los lóforos de los suspensívoros con su consiguiente ausencia en los sustratos arenosos.

Como los braquiópodos son organismos que viven fijos al suelo o dentro de él, los caracteres morfológicos de sus conchas y partes vivas reflejan su relación con el sustrato. La mayoría tiene un pedúnculo de diferente constitución y dimensiones con el que se fijan al fondo o muy raramente se cementan directamente por la valva ventral y otros cavan en el lodo fino, sin la preservación de estructuras de soporte. Existe diferencia en la estructura y origen embrionario del pedúnculo de los inarticulados y articulados, pero la función es la misma.

Los pedúnculos de los lingúlidos vivientes son introducidos en sedimentos arenosos o lodosos y se fijan al sustrato por secreciones cementantes que garantizan un modo de vida de tipo infaunal. Estableciendo una relación con los lingúlidos fósiles es posible que sin conocer la existencia de un pedúnculo, el modo de vida fuera similar.

Los rasgos morfológicos variados que presenta la concha de los braquiópodos como pliegues, lóbulos, costillas, prolongaciones alares, mucronación, elongación, forma comprimida, plano-convexa y cóncavo-convexa, resupinación,

etc., ayudaron al proceso de hundimiento y protección en los lodos suaves.

Estas características son la base para interpretar la relación entre la morfología del braquiópodo y su adaptación al tipo de sedimento. Las arrugas concéntricas se utilizarían para hundir la concha en fondos suaves y las arrugas de la valva ventral ayudarían a mantener el equilibrio adecuado.

La ornamentación a base de costillas finas como en los órtridos, pudieron ser una adaptación a ambientes lodosos. Los fondos lodosos en agua tranquila, tienden a ser blandos y lechosos. Su infauna consiste en una vasta gama de pequeños animales, muchos de ellos de conchas finas. Los fondos compuestos por mezclas de arena y lodo, difieren de los fondos de arenas móviles y de los fondos lodosos tranquilos por ser, a la vez, estables y firmes, de tal manera que dichos fondos están poblados por una densidad de especies.

La salinidad del agua de mar es de cerca de 35 partes por mil, y los cambios en la proporción de sales influyen directamente en los organismos estenohalinos, que viven frecuentemente en áreas francamente marinas donde nunca se encuentran sujetos a cambios apreciables de salinidad. El agua salobre (0.5-30) e hipersalina (40-80) se encuentra en lugares próximos a la costa en albuferas o bahías donde no hay intercambio rápido con el mar abierto para adquirir una salinidad estable (30-40), los habitantes de tales medios costeros inestables y cargados de tensión debieron ser eurihalinos, las pocas especies que viven en esos ambientes se encuentran con gran abundancia de individuos por la escasa competencia interespecífica de los nichos ecológicos. En algunos casos se pueden relacionar a especies con conchas delgadas y el decrecimiento de la salinidad.

Se tiene un ejemplo clásico en el género Lingula, que parece haber sido eurihalino característico de las faunas costeras desde el Ordovícico.

El conjunto faunístico de Las Salinas, Oaxaca está formado por órthidos (Eoorthis putillus Walcott, E. christianiae Kjerulf), Apheorthis vicina (Walcott), Hesperonomia iones (Walcott), H. subtransversa Ulrich y Cooper, Orthidiella longwelli, Ulrich y Cooper, Portranella angulocostellata Wright, Nanorthis amburgensis (Walcott), Pleurorthis tritonia (Billings), Fascifera stonensis (Safford), Paurorthis parva (Pander), Paucicura cristifera Cooper y Pomatotrema oklahonense Ulrich y Cooper.

Por lingúlidos (Obolus lamborni (Meek), O. tetonensis Walcott, Dicellomus politus (Hall), Lingulella brainerdi (Raymond), L. displosa Williams, L. remus Walcott y Westonis sp. cf. W. blackwelderi (Walcott) (Buitrón y Rivera, 1984).

Por trilóbitas (Asaphellus communis Pantoja y Robison, A. artus Pantoja y Robison, A. aspinus Pantoja y Robison, Geragnostus curvata Pantoja y Robison, G. intermedius Palmer, Tinaspis sp., Peltocare norvegicum Pantoja y Robison, Angelina hyeonimi Kayser, Saukia globosa Pantoja y Robison, Saukia sp., Leurostega sp. y Leptoplástidos. Por ostrácodos (Paleocopis-globulares) y por moluscos incompletos (Eubucania mexicana Yochelson Tentaculites sp., y Rioceras). También se encontraron placas y osculos de equinodermos y fragmentos de briozoarios y microfósiles indeterminables (Armella y Cabaleri, 1984).

En Río Las Salinas, no se han hallado hasta ahora, graptolitos y conodontos que fueron estudiados por Sour y Buitrón (1987) y por Clark (in Pantoja 1972) respectivamente, en la barranca de Ixtaltepec.

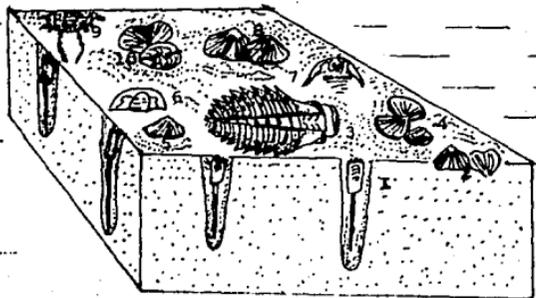
Se sabe que los braquiópodos órthidos y lingúlidos se desarrollaron en ambientes cercanos a la costa, con suficientes nutrientes por su característica actividad suspensívora. Los trilobitas fueron organismos que vivieron bien en ambientes someros con sedimentos finos.

La litología de Las Salinas se caracteriza por la presencia de lutitas con intercalaciones carbonáticas (Miembro inferior calcáreo); lutitas con intercalaciones de areniscas calcáreas, areniscas intercaladas con lutitas y concreciones calcáreas (Miembro lutítico) y areniscas (Miembro de areniscas).

Con la información obtenida de diversas fuentes consultadas entre ellas, Cloud (1948); Cooper (1957); Ruwick (1961); Raup y Stanley (1978) y considerando, los aspectos biológicos y litológicos de la localidad de Las Salinas, se concluye que los diversos organismos que forman el conjunto faunístico de esa localidad, se desarrollaron en una plataforma con aporte de material clástico, en donde la presencia de rocas carbonáticas infieren una temperatura cálida, con evaporación activa; con un ambiente marino de salinidad normal y cierta agitación por corrientes y con condiciones levemente reductoras y de lenta sedimentación por la presencia de glauconita.

La ornamentación costillosa de los órthidos bien conservada indica escaso transporte, tratándose de formas que habitaron a corta distancia del sitio de su depósito.

Los linguloideos que se encontraron en las secciones inferiores de la columna indican que los fondos eran blandos y limosos y, también planos para el desarrollo de los trilobitas (Figura 4).



- 1 Obulus
- 2 Eoorthis
- 3 Parabolinella
- 4 Apheorthis
- 5 Pleurorthis
- 6 Bienvilia
- 7 Parabolinella
- 8 Fascifera
- 9 Triarthrus
- 10 Paurorthis

FIGURA 4. RECONSTRUCCION PALEOAMBIENTAL.

VII. IMPLICACIONES PALEOBIOTOGRAFICAS DE LOS BRAQUIPODOS ORTHIDOS DE LAS SALINAS, OAXACA

El ordovícico comprendido aproximadamente entre 500 y 430 millones de años, se caracterizó por una transgresión marina ampliamente distribuida en Norteamérica, con la formación de mares epicontinentales. Estos mares se comunicaron directamente con los océanos, lo que propició la abundancia y densidad de organismos marinos que al final del ordovícico se diversificaron aún más.

El evento tectónico-sedimentario que se llevó a cabo en el ordovícico del oriente de América del Norte, consistió en que en una zona interior, relativamente estable había una sumersión regular y lenta. Los depósitos constituyeron calizas, lutitas calcáreas y arenas de grano fino.

En el margen oriental del continente, el hundimiento fué semejante al del interior de Norteamérica y se depositaron calizas fosilíferas, pero al finalizar la primera parte del Ordovícico, la velocidad del hundimiento fué mucho más rápida y se acumularon depósitos potentes de lutitas y grauvacas. Estos sedimentos provinieron de la erosión de rocas de la región oriental. La primera fase orogénica principal se inició en la segunda mitad del Ordovícico, que culminó en la Orogénia Taconica al final del periodo. Como resultado de ello se formaron montañas y complejos deltaicos e insulares a lo largo del oriente de América del Norte. En la región interior los depósitos formaron calizas y lutitas calcáreas marinas.

En el Ordovícico, los mares de la región interior fueron de poca profundidad y de temperatura templada ó cálida y los sedimentos que llegaban a ellos, eran finos y con un depósito lento de tal manera que constituyeron lutitas calcáreas y calizas lutíticas con una abundancia y densidad de invertebrados, entre ellos braquiópodos articulados, corales y trilobitas.

Sin embargo, los depósitos de la región oriental (geosinclinal) fueron casi siempre de agua más profunda, con la formación de lutitas negras y grauvacas con un contenido fosilífero distinto al del centro. Entre los organismos propios de estos depósitos están los braquiópodos inarticulados del tipo de los lingúlidos, cierto tipo de trilobitas y graptolitos (Laporte, 1968).

La explicación de esta variación en el contenido faunístico de la parte oriental y central se debe a las condiciones ecológicas diferentes entre estas regiones: una de mares epicontinentales someros con variaciones en el relieve del fondo y la turbulencia del agua y la otra de mares profundos de sustratos fangosos y estancados.

Localmente, en el Ordovícico de Oaxaca, existen cuatro afloramientos de importancia hasta ahora descubiertos con cierta diferencia faunística en ellos.

En el sureste de Nochistlán, sobre el antiguo camino que comunica a la carretera México-Oaxaca con Santa Marfa Tinú, el afloramiento contiene escasa fauna, de braquiópodos articulados y trilobitas.

En el arroyo Totoyac a 5 km al noroeste del poblado de San Pedro Cántaros se localiza un segundo afloramiento también con escasos invertebrados.

La tercera de las exposiciones se encuentra a 700 m al norte de Santiago Ixtaltepec, en el valle formado por el Arroyo Las Pulgas y en la proximidad del Rancho La Libertad en donde se localizan ricos estratos fosilíferos de caliza negra con trilobitas y lutitas y limolitas con trilobitas, braquiópodos articulados e inarticulados y graptolitos. Asimismo se encontraron conodontos.

El último de los afloramientos se halla en Rfo Las Salinas, localidad dis-

tante aproximadamente diez km de la localidad tipo, de la Formación Tíñú.

El análisis faunístico permitió hacer una comparación entre el contenido fosilífero de estas cuatro regiones y se encontró que en las Salinas, no existen graptolitos, de tal manera que se intuye que el mar era mucho más somero que en Ixtaltepec.

Las faunas son comparables parcialmente con las del Tremadociano de América del Sur, pero en el caso de los trilobitos y braquiópodos existe un cierto endemismo (Armelia y Cabaliri, 1984).

En Las Salinas, Oaxaca se clasificaron trece especies de braquiópodos articulados del orden Orthida.

Las afinidades faunísticas de estas especies con otras regiones del mundo son como sigue: Eorthis putillus Walcott (1924, p. 509) fue descrita del Tremadociano de Canadá; América del Sur (Argentina) y Europa.

Eoorthis christranae se cita del Cámbrico Superior de Suecia y Noruega (Walcott, 1922, p. 775). Apheorthis vicina (Walcott) se reportó del Canadá, por Ulrich y Cooper (1938, p. 86). Hesperononia ionas es del Ozarkiano del Alberta Canadá (Ulrich y Cooper, 1938, p. 114). H. subtransversa se estudió del Canadiense Superior de Nevada, EUA (Ulrich y Cooper, 1938, p. 115). Asimismo, de esa localidad fué descrita Orthidiella longwelli Ulrich y Cooper (*Ibid.*, p. 108). Portranelia angulocastellata la cita Wright (1960, p. 169) del Ordovícico Superior de Inglaterra. Nanorthis amburgensis fue estudiada por Walcott (1884, p. 73) del Ozarkiano de Colorado y Nevada, EUA. Pleurorthis tritonia la reportó Cooper (1956, p. 332) del Canadiense de Quebec, Canadá. Fascifera stonensis se distribuyó en Tennessee y Virginia, (Cooper, 1956, p. 1001) y Faucicrura cristifera de

Virginia, EUA (Ibid., p. H. 333). La especie Paurorthis parva (Williams y Wright, 1965, p. H. 333) es la única especie común de Oaxaca con Argentina y Rusia. Por último Pomatotrema oklahomense (Ulrich y Cooper 1938 p. 174) se citó del Canadiano superior de Oklahoma USA.

El análisis de la distribución faunística de los órthidos de Oaxaca, indica que esta fauna tuvo afinidades específicas con faunas del Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior de la Columbia Británica del Canadá; de Tennessee, Nevada, Colorado, Oklahoma y Virginia, EUA; y con la Precordillera argentina en América del Sur.

En Europa, localidades de Suecia, Noruega e Inglaterra, tienen especies comunes con Oaxaca y México. (Tabla 1).

E S P E C I E S	CANADA			ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA						MEXICO	SUDAMERICA	EUROPA			ASIA
	COLUMBIA	ALBERTA	QUEBEC	NEVADA	COLORADO	OLAHOMA	TENNESSEE	VIRGINIA	OAXACA	ARGENTINA	INGLATERRA	NORUEGA	SUECIA	RUSIA	
<i>Eoonthis putillus</i> Walcott	*	*							*	*	*	*	*	*	
<i>Eoonthis christianiae</i> (Kjerulf)									*			*	*		
<i>Apheorthis vicina</i> (Walcott)	*	*							*						
<i>Hesperonomia iones</i> (Walcott)		*							*						
<i>Hesperonomia subtransversa</i> Ulrich y Cooper				*					*						
<i>Orthidiella longwelli</i> Ulrich y Cooper				*					*						
<i>Portranella angulocostellata</i> Wright									*		*				
<i>Nanorthis hamburgensis</i> (Walcott)				*	*				*						
<i>Pleurorthis tritonia</i> (Billings)			*						*						
<i>Fascifera stonensis</i> (Safford)							*	*	*						
<i>Paurorthis parva</i> (Pander)									*	*				*	
<i>Paucicورا cristifera</i> Cooper								*	*						
<i>Pomatotrema oklahomense</i> Ulrich y Cooper						*			*						

TABLA 1. RELACIONES PALEODIOGEOGRAFICAS DE LOS ORTHIDOS DE LAS SALINAS, OAXACA.

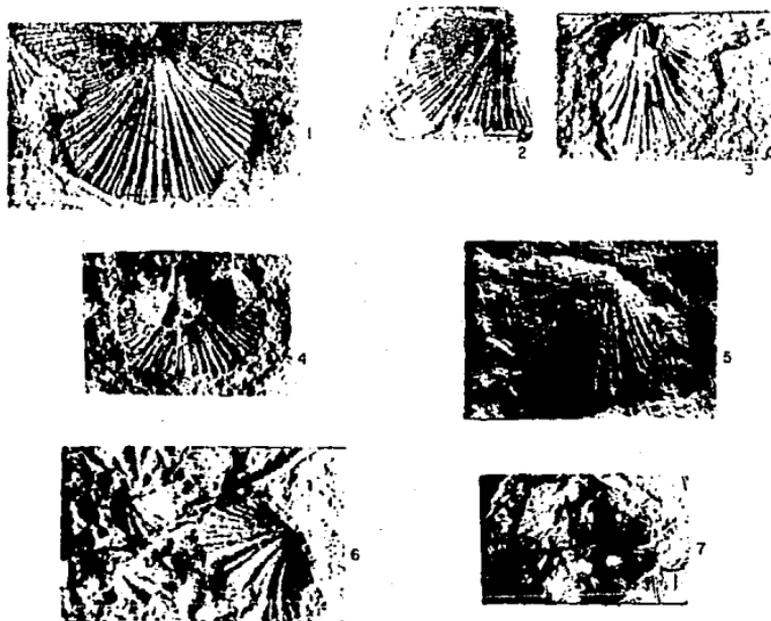
VIII CONCLUSIONES

1. Las asociaciones fósiles contenidas en los estratos de la Formación Tiñú (Tremadociano), caracterizan una paleo comunidad constituida por linguloideos (*Obolus Lambornii* (Meek), *Obolus tetonensis* (Walcott), *Dicellomus politus* (Hall), *Dicellomus displosa* (Williams), *Dicellomus remus* (Walcott) y *Westonia* sp. cf. *W. backwedderi* (Scott); órthidos (*Eorthis putillus* Walcott, *Eorthis christiana* Walcott, *Apheothis vicina* (Walcott), *Hesperonomia iones* (Ulrich y Cooper), *Hesperonomia subtransversa* (Ulrich y Cooper), *Orthidiella longwelli* Ulrich y Cooper, *Portanella angulocostellata* Wright, *Nanorthis amburgensis* Walcott, *Pleurorthis tritonia* Cooper, *Fascifera stonensis* (Cooper), *Paucichura cristifera* Cooper, *Paurorthis parva* (Williams y Wright) y *Pomatotrema oklahomense* (Ulrich y Cooper), y trilobitas *Asaphelus communis* Pantoja y Robison, *Asaphelus artus* Pantoja y Robison, *Asaphelus aspinus* Pantoja y Robison, *Geragnostus curvata* Pantoja y Robison, *Angelina Hyeonimi* Kayser, *Saukia globosa* Pantoja y Robison, *Leurostega* sp. y leptoplástidos. Se notó la ausencia de graptolitos y conodontos.
2. Se describieron por primera vez para México las trece especies de braquiópodos-órthidos antes mencionadas.
3. Se encontró una diferencia en la litología de Las Salinas en relación con Tiñú y Santiago Ixtaltepec, que consistió en la presencia de un tercer miembro de arenisca, además del miembro calcáreo y lutítico.
4. Con base en las características litológicas y faunísticas se infiere que el depósito ocurrió en una plataforma con

aportación de material clástico, en donde la presencia de rocas carbonáticas evidencia una temperatura cálida, con evaporación activa en un ambiente marino de salinidad normal y con cierta agitación por corrientes y con condiciones levemente reductoras y de lenta sedimentación.

5. Se establecieron relaciones paleobiogeográficas con faunas descritas de Norteamérica: Estados Unidos (Nevada, Colorado, Oklahoma, Tennessee, y Virginia); Canadá (Columbia Británica, Alberta y Quebec); Europa (Inglaterra, Noruega y Suecia) y Asia (Rusia).

Los órthidos descritos para la Formación TIRÚ (Tremadociano) en la localidad río Las Salinas, presentan una mezcla de elementos Scoto-Apalachianos, Balto-Escandinavos y australes.



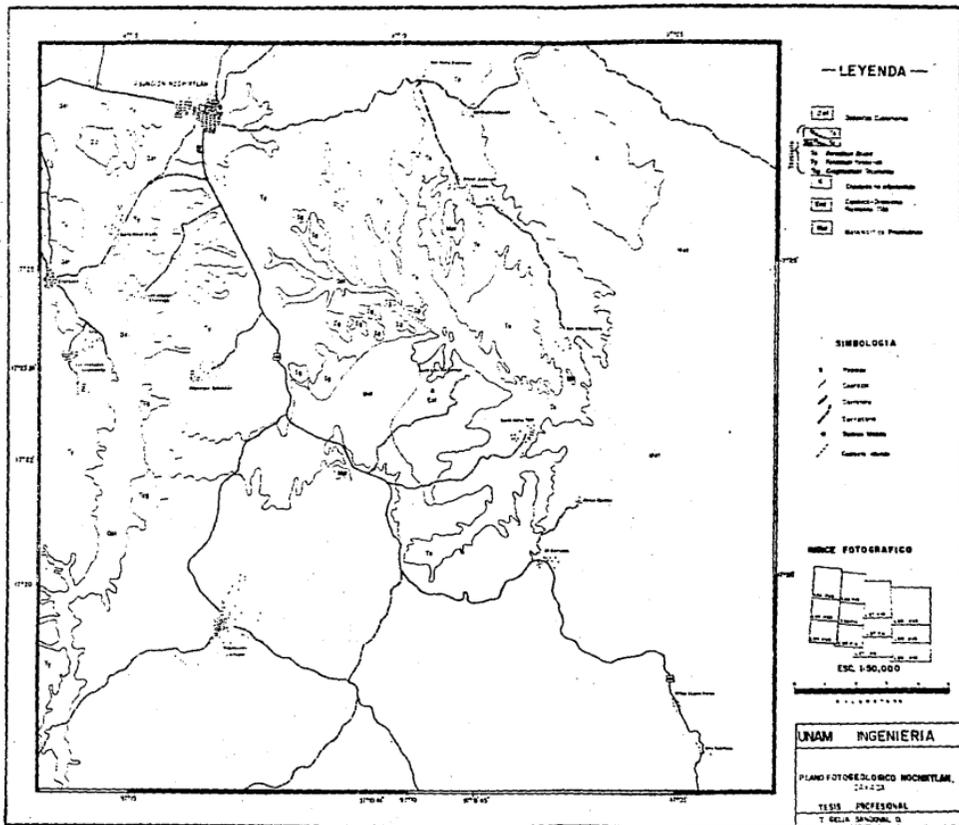
EXPLICACION DE LAS FIGURAS CORRESPONDIENTES A LA LAMINA I

Figura 1. *Eoonthis putillus* Walcott, ejemplar LS-10-1 (X7);
 Figs 2. *Apheonthis vicina* (Walcott), ejemplar LS-10-3 (X4).
 Figura 3. *Eoonthis christianiae* (Kjerulf), ejemplar LS-10-2
 (X4). Figura 4. *Hesperonomia iones* (Walcott), ejemplar LS-10-
 4 (X4). Figura 5. *Orthidiella longwelli* Ulrich y Cooper, ejem-
 plar LS-10-6 (X7). Figura 6. *Porranella angulocostellata* Wri-
 ght, ejemplar LS-4-7 (X4). Figura 7. *Hesperonomia subtrans-
 versa* Ulrich y Cooper, ejemplar LS-10-5 (X4).



EXPLICACION DE LAS FIGURAS CORRESPONDIENTES A LA LAMINA II

Figuras 1-2. *Nanorthis hamburgensis* (Walcott), ejemplar LS-10-8 (X4). Figura 3. *Pleurorthis trilonia* (Billings), ejemplar LS-4-9 (X4). Figura 4. *Fascifera stonensis* (Safford), ejemplar LS-17-10 (X7). Figura 5. *Paurorthis parva* (Pander), ejemplar LS-10-11 (X4). Figura 6. *Pomatotrema oklahomense* Ulrich y Cooper, ejemplar LS-16-13 (X4). Figura 7. *Paucicruca cristifera* Cooper, ejemplar LS-10-12 (X7).



BIBLIOGRAFIA CITADA

- Ager, D.F., T.W. Amsden, R.E. Grint, H.M. Muir - Wood, A.D., Wrigt, 1965, Articulata. In Moore editor. Univ. Kansas Press y Geol. Soc. - America, p. H 297 - H 357.
- Armella, C. y Cabalieri, N., 1984. Microfacies y paleoecología en la transgresión tremadociana de la Formación Tiñú, Oaxaca, México. III - Congreso Latinoamericano de Paleontología, Oaxtepec México, memorias, p. 42 - 52.
- Billings, Elkanah, 1861 - 1865, Paleozoic fossils: containing descriptions and figures of new er little Known species of organic remains - from the Silurian rocks. Canada Geol. Survey, v.1, 426 p.
- Brogger, W.C., 1882. Die silurischen etagen 2 und 3 im kristia niagebiet - und auf Eker, etc, 4° Christiania, 345 p.
- Butts, C., 1926, Geology of Alabama, the paleozoic rocks, Alabama Geol. -- Surv. Special Rep. 14, p. 91 -133.
- Cloud, P.F., 1949. Some problems an patterns of evolution exemplified by - fossil envertebrate, Evolution No.2, p. 322 - 350.
- Cooper, G.A, 1956. Chazian and related braquiopods. Smith mise. Coll. 127- (1,2), 1245 p.

- Dorf, E., 1960 Climatic changes of the past and present. Amer. Scient. -
No. 48, p. 341 - 364.
- Flower, R.H., 1968. Cephalopods from the Tiñú Formation, Oaxaca State, -
México, Jour. Paleont. 43:804-809.
- Hall, J. y Clarke J. 1892 - 1894 An introduction to the study of the ge-
nera of Paleozoic Brachiopoda. Paleontology of New York, vol.8
pt. I, 317 p.
- Kjerulf, T. 1865. Veivisen ved geologiske excursjoner im Cristiania. --
Omegn., 4° Christiania, 380 p.
- Kobayashi, T., 1935. On the Kainella fauna of the basal ordovician age -
found in Argentina. Japan Four. Geol. Geogr., vol. 12, p. 59-67
- Laporte, L.F., 1968. Ancient environments, Pretice-Hall. Englewood ----
Cliffs, 116 p.
- López Ramos, E., 1969. Marine Paleozoic rocks of México. Am. Assoc. ---
Petroleum Geol. Bull 53 (12) p. 2399 - 2417.
- Moberg, J.C. y C.O. Segerberg., C.O. 1906. Meddelande fran Lunds geologi
da Falck Inbb, Ser. B, No.2, 113 p.

Pander, C.H., 1830, Beiträge zur Geognosie des Russischen Reiches, 165 p.

Pantoja-Alor, J. 1970. Rocas Sedimentarias Paleozoicas de la región --
centro-septentrional de Oaxaca, Soc. Geol. Mexicana, Libro-guía
de la excursión México Oaxaca: 67-84.

Raup D.M y S.M. Stanley, 1978. Principios de Paleontología. Editorial --
Ariel, 456 p.

Rivera Carranco, E. y Buitrón, B. 1984. Lingúlidos (Brachiopoda-Inarticu-
lata) del Ordovícico de Oaxaca, México, III congreso latinoame-
ricano de Paleontología. Oaxtepec, México, Memoria p. 54-61.

Robinson, R.A., y Pantoja-Alor, J. 1968. Tremadocian trilobites from the
Nochixtlán region, Oaxaca. México. Jour. Paleont. 42 (3) 767-800.

Ruwick, M.J., 1964, The inference of function from structure in fossils.-
British Jour Philos, Sci, No.15, p. 27-40.

Safford, J.M. 1869. Geology of Tennessee. Nashville Edit., 286 p.

Sanders, H.L., 1956, Oceanography of Long Island Sound 1952 - 1954, X. -
the biology of marine bottom communities. Yale Bingham oceanogra-
phy Coll., No.56, p.315-414.

Schuchert, C. y Cooper, G.A., 1932. Brachiopod genera of the suborders - Orthoidea and Pentamerioidea. Peabody Mus. Nat. Hist., Mem. vol. vol.4, pt. I, 270 p.

Sour, T.F., et al., 1982. Descripción de la comunidad tremadociana de - la Formación Tiñú (Santiago Ixtaltepec, Oaxaca) y de la primera fauna de graptolito (Dendroideos) reportada para México, IV - Congreso Nal. de Zoología. Memorias s/n.

Sour, T.F. y B.E. Buitrón., 1987. Los graptolitos del Tremadoceano de -- Ixtaltepec, Oaxaca, Consideraciones sobre el límite Cámbrico- - Ordovícico en la región. I. Cong. Nal. de Paleontología. Rev.1, vol.1, p. 380 - 395

Ulrich, E.O. y G.A. Cooper, 1936. New genera and species of Ozarkian and Canadian Brachiopods. Jour. of Paleont. vol.10, No.7, p.616-631.

_____, 1938. Ozarkian and Canadian Brachiopoda. --- Geol. Soc. America, sp. Paper 13, 323 p.

Walcott, CH. D., 1912, Cambrian Brachiopoda, U.S. Geol. Survey 51, 872 p.

_____, 1924, Cambrian geology and Paleontology. Smith. Misc. - Coll. vol. 67, No.8, p.503.

Walcott, CH. Winchel, A., Schuchert, C., 1893, Braquiópoda - Orthida. --- Geol. Minn., vol. 3, p.440.

Williams, A. y AD. Wright., 1965. Orthida. In. Moore editor. Univ. Kansas
y Soc Geol Am. p. H 299 - H 361.

Wright, A.D., 1964. The Fauna of The Portrane Limestone, II, The British
Museum (Natural History) Geology, Vol. 9, No.6: 160-255. 11 lám.s.